

Juliana Feitosa dos Santos<sup>1</sup>  
Ana Paula Ramos de Souza<sup>1</sup>  
Lilian Seligman<sup>1</sup>

# Análise comparativa do desempenho em leitura e escrita de crianças expostas e não expostas a níveis elevados de pressão sonora

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

### Descritores

Níveis de pressão sonora  
Processamento auditivo  
Neuropsicologia  
Cognição  
Leitura  
Escrita manual

### Keywords

Sound pressure level  
Auditory processing  
Neuropsychology  
Cognition  
Reading  
Handwriting

### RESUMO

**Objetivo:** analisar as possíveis relações entre níveis de pressão sonora elevados em sala de aula e o desempenho no uso das rotas lexical e fonológica na leitura e escrita. **Métodos:** estudo quantitativo e exploratório. Medições acústicas por meio de dosímetro; inspeção visual do conduto auditivo externo; audiometria tonal e vocal; imitancimetria; instrumento de leitura e escrita de palavras isoladas. Foram utilizados o teste não paramétrico do  $\chi^2$  e teste exato de Fisher para análise de dados. Com base nos resultados das mensurações acústicas em quatro escolas de Santa Maria, foi possível dividir a amostra de 87 crianças do 3º e 4º anos do ensino fundamental, na faixa etária de 8 a 10 anos, em 2 grupos. O 1º grupo foi composto de crianças expostas a intensidades de som superior a níveis de 80 dB(A) (Grupo estudo) e o 2º grupo, com crianças expostas a níveis menores que 80 dB(A) (Grupo controle). **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 o Grupo controle. Para o Grupo estudo, maior número de erros de tipo neologismo na leitura e escrita, principalmente na escrita de pseudopalavras e efeito de extensão; menor número de erros de tipo lexicalização e paragrafias verbais na escrita. **Conclusão:** na avaliação das habilidades de leitura e escrita, considerando-se as rotas fonológica e lexical, as crianças do Grupo estudo, expostas a altos níveis de ruído, obtiveram pior desempenho no uso das rotas, tanto na leitura quanto na escrita.

### ABSTRACT

**Purpose:** To analyze the possible relationships between high sound pressure levels in the classroom and performance in the use of lexical and phonological routes in reading and writing. **Methods:** This consisted on a quantitative and exploratory study. The following measures were carried out: 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  $\chi^2$  test and Fisher's exact test were used for data analysis. The results of acoustic measurements in 4 schools in Santa Maria divided the sample of 87 children of third and fourth years of primary school, aged 8 to 10 years, in 2 groups. The 1<sup>st</sup> group was exposed to sound levels higher than 80 dB(A) (Study group) and the 2<sup>nd</sup> group at levels lower than 80 dB(A) (Control group). **Results:** Higher prevalence of correct answers in reading and writing of nonwords, reading irregular words and frequency effect were observed. Predominance of correct answers in the writing of irregular words was observed in the Control group. For the Study group, a higher number of type errors neologism in reading and writing were observed, especially regarding the writing of nonwords and the extension effect; fewer errors of lexicalization type and verbal paragraphy in writing were observed. **Conclusion:** In assessing the reading and writing skills, children in the Study group exposed to high noise levels had poorer performance in the use of lexical and phonological routes, both in reading and in writing.

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação de Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(1) Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

**Conflito de interesse:** nada a declarar.

### Endereço pra correspondência:

Juliana Feitosa dos Santos  
Av. Esperança, 1.416, Manaíra, João Pessoa (PB), Brasil, CEP: 58038-281.  
E-mail: fgajulianasantos@gmail.com

Recebido em: 12/04/2012

Aprovado em: 20/02/2013

CoDAS 2013;25(3):274-81

## INTRODUÇÃO

Em nossa cultura, níveis de pressão sonora elevados podem estar presentes em sala de aula e gerar situações de difícil escuta, provocando resultados negativos sobre a cognição<sup>(1)</sup>. Assim sendo, é possível que crianças que estão adquirindo a habilidade em leitura e escrita sejam prejudicadas em sua alfabetização por não processarem 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<sup>(2,3)</sup>, podemos considerar esse fator como um complicador no processo evolutivo da criança em linguagem escrita.

Um estudo baseado na hipótese de déficit de exclusão de ruído<sup>(2)</sup> diz que maus leitores 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<sup>(3)</sup>. Essa combinação de índices neurais da função auditiva do tronco cerebral sugere explicações ainda a serem mais bem descritas pela comunidade científica<sup>(4)</sup>. 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<sup>(5)</sup>. 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<sup>(6)</sup>.

Na perspectiva da neuropsicologia e da psicologia cognitiva, o processamento da linguagem escrita, durante tanto a leitura quanto a escrita, deverá cobrir as relações visuais e auditivas da informação nos distintos níveis linguísticos<sup>(7)</sup>. A hipótese de Dupla Rota (fonológica e lexical) continua sendo fonte de vários estudos. A partir de tal modelo, é possível analisar o desempenho em ambas as rotas por meio de leitura e escrita de palavras isoladas, considerando-se estímulos que obedeçam aos critérios de frequência, extensão, regularidade no caso de palavras reais e de extensão para pseudopalavras<sup>(8)</sup>.

Portanto, a proposta deste estudo passa pela integração dos conhecimentos de Psicologia Cognitiva da leitura, Audiologia e Acústica para estabelecer 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 uso inadequado 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 e o desempenho no uso de rotas lexical e fonológica na leitura e escrita.

## MÉTODOS

Os procedimentos foram iniciados após aprovação no Comitê de Ética (CAAE 0371.0.243.000-10), respeitando-se os

critérios da resolução CNS 196/96 sobre pesquisas envolvendo seres humanos.

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

Foram, em seguida, aplicados os critérios de inclusão: faixa etária de 8 a 10 anos; participantes do 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, em processo de conclusão da alfabetização; de ambos os gêneros; com bom ou mau desempenho escolar, segundo avaliação da professora.

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) e 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 Imitanciométrie realizada 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 8.000 Hz em ambas as orelhas; 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 – 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>(9)</sup> e/ou reflexos acústicos ausentes.

A seguir, os procedimentos de escolha: as crianças foram selecionadas em quatro escolas municipais. As escolas foram eleitas por conveniência, considerando-se a localização relacionada a um ambiente ruidoso e/ou um ambiente silente, para realização de medições acústicas *in loco*.

Foram empregados os critérios adotados pelo CONAMA nº 001, conforme a resolução que cita a NBR 10.152/2000, na qual se estabelece como nível de conforto acústico para as salas de aula valores máximos entre 35 a 45 dB(A) e nível sonoro aceitável de 40 a 50 dB(A)<sup>(10)</sup>. Além de optar-se por dividir os grupos de crianças em expostos (Grupo estudo) e não expostos (Grupo controle) a níveis de pressão sonora elevados acima do permitido, conforme a NR 15 da portaria nº 3.214/1978, que considera o limite de tolerância para níveis de pressão sonora

em 85 dB como prejudicial à audição. No entanto, ao considerar o nível de ação, ou seja, a medida preventiva que determina 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 80 dB(A), sendo este o critério de corte estabelecido. Portanto, o Grupo estudo corresponde às crianças expostas a níveis sonoros prejudiciais à integridade auditiva.

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  $Q=5$  dB para o tempo de exposição, conforme os valores internacionais estabelecidos pela OSHA.

Quanto às 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 51,9 dB(A) a 114 dB(A), demonstrando que as 12 salas de aula analisadas acusticamente ultrapassaram níveis de pressão sonora para conforto e aceitáveis, segundo o CONAMA nº 001, NBR 10.152<sup>(10)</sup>. No que diz respeito aos valores estabelecidos para níveis sonoros com corte em 80 dB(A) (nível de ação), foram encontradas 17 (19,54%) crianças do Grupo estudo e 70 (80,46%) do Grupo controle.

A amostra foi constituída de 87 crianças, sendo 40 do gênero masculino e 47 do gênero feminino. Quanto ao grau de escolaridade, 43 cursavam o terceiro ano e 44 estudavam no quarto ano. Posteriormente, as crianças foram submetidas à avaliação de leitura e escrita, segundo modelo de Dupla Rota:

- Instrumento para Avaliação de Leitura de Palavras Isoladas<sup>(11)</sup>, 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 por meio de gravador digital MP3/4 *player* para posterior transcrição.

A interpretação das respostas quanto aos efeitos linguísticos foram computados em percentual de acertos<sup>(11)</sup>, 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:

- 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 o contrário, quando a leitura é de pseudopalavras e esta gera uma pseudopalavra diferente do estímulo-alvo. Neste estudo, essa categoria foi adaptada e subdividida em: Neologismo I – quando ocorre(m) a(as) alteração(ões) que modifica(m) a palavra por uma das situações supracitadas; no entanto, é possível resgatar a palavra-alvo, tal como a palavra *atmosfera* lida como /atsmosefera/; Neologismo II – as alterações que modificam a palavra impossibilitam associá-la à palavra-alvo (ex.: letra lida como /alateri/).
- 4) Desconhecimento de regra contextual: corresponde à emissão errônea devido ao desconhecimento de regras contextuais da língua portuguesa (ex.: *raposa* lida como /ra'poza/).
- 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 /'erfa/).

- Instrumento de Avaliação da Escrita de Palavras Isoladas<sup>(11)</sup>: a criança era solicitada a escrever um total de 38 palavras, sendo 28 palavras reais e 10 pseudopalavras. Destas palavras, 16 são irregulares, 5 são regulares e 7 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<sup>(11)</sup>, segundo os efeitos de regularidade, extensão e lexicalidade.

As palavras escritas incorretamente foram classificadas nas categorias:

- 1) Regularização: a criança substitui uma correspondência letra-som irregular por uma correspondência regular, 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: quando um grafema do alvo é trocado por outro representativo de um fonema idêntico, considerando-se o ponto e modo articulatório; no entanto, distinguem-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-se omissões, substituições, inversões, acréscimos de grafemas e/ou sílabas. Portanto, estabeleceu-se neste estudo a denominação neologismo I e, quando a produção distanciou-se 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 se escreve a palavra real ou pseudopalavra ditada, deixando um espaço em branco.
- 6) 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 “gigãotesco”); lexicalização (ex.: vaxa escrita como “faixa”); espelhamento de letras (ex.: casa escrita como “caza”); desconhecimento de regra silábica (ex.: gafivro escrito como “gfivo”).

A análise da rota fonológica na leitura e na escrita de palavras foi desenvolvida por meio 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 por meio 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 *Statistical Analysis System (SAS) 9.0*. Foi realizada estatística descritiva e, para comparação entre as variáveis, foram utilizados o teste não paramétrico do  $\chi^2$  e o teste exato de Fisher, com nível de significância estatística em  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Seguem os dados referentes ao Grupo estudo no que concerne à rota fonológica e níveis de pressão sonora (Tabela 1).

A partir de tal definição, foi analisado o desempenho em cada rota de leitura e escrita para os estudantes, comparando-se o Grupo estudo e o Grupo controle.

Houve maior prevalência de acertos nas pseudopalavras para o Grupo controle de crianças expostas a níveis de ruído inferiores a 80 dB(A), tanto na leitura quanto na escrita. Por sua vez, o Grupo estudo evidenciou maior número de erros de tipo neologismo, tanto na leitura quanto na escrita, sendo distinto na escrita de pseudopalavras, em que houve grande frequência de neologismos no Grupo estudo. O efeito de extensão também foi mais significativo no Grupo estudo. Os resultados demonstram que, em testes da rota fonológica, as crianças expostas obtiveram pior desempenho do que as crianças do Grupo controle, tanto na leitura quanto na escrita.

Com relação à rota lexical, os resultados a seguir demonstram leitura e escrita para ambos os grupos.

Houve diferença na leitura de palavras irregulares e foi superior no Grupo controle. O efeito de frequência também foi significativo para este grupo, demonstrando, portanto, um uso mais efetivo da rota lexical (Tabela 2).

De igual modo, na escrita, houve predomínio de acertos nas palavras irregulares para o Grupo controle. O Grupo estudo apresentou menor número de erros de tipo lexicalização e

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

Leitura	Grupo estudo		Valor de p	Escrita	Grupo controle		Valor de p	
	n=87				n=87			
	(% acertos/efeito)				(% 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	Grupo estudo		Valor de p	Escrita	Grupo controle		Valor de p	
	n=87				n=87			
	(% erros)				(% 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 Reais	25,84	13,16	0,010
	Pseudo	19,85	15,25	0,283	neologismo Pseudo	54,71	35,43	0,002*

\* Valores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) – teste do  $\chi^2$

paragrafias verbais, demonstrando um uso pior da rota lexical ao escrever nesses dois testes.

Os resultados apresentados sugerem que as crianças expostas a níveis de ruído superiores a 80 dB(A) possuíam prejuízo, quando comparadas ao Grupo controle, pois o uso das rotas fonológica e lexical demonstrou estar prejudicado tanto na leitura quanto na escrita (Tabelas 1 e 2).

Os resultados expõem a diferença na leitura e escrita para a rota fonológica entre terceiro e quarto anos (Tabela 3).

Houve diferença entre os terceiros e quartos anos nos erros tipo neologismo de palavras reais na leitura. No quarto ano, esse 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.

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

Conforme os valores expressos em relação à leitura, houve predomínio no percentual dos efeitos de frequência e de lexicalidade para as crianças do quarto ano. Em relação à escrita, as crianças do quarto ano apresentaram mais erros de tipo paragrafia morfológica, o que pode estar demonstrando uma maior atenção às regras morfológicas na escrita em um processo reorganizacional (Tabela 4).

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

Leitura	Grupo estudo		Valor de p	Escrita	Grupo estudo		Valor de p	
	Grupo controle				Grupo controle			
	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	n=87		Valor de p	
					(% erros)			
				Erros tipo lexicalização	3,53	1,43	0,022*	
Efeito de lexicalidade	0,74	2,14	0,339	Erros tipo	PV	0,63	0,15	0,052*
					PVF	5,25	5,05	0,820
					PVM	0,21	0,71	0,484

\*Valores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) – teste do  $\chi^2$

**Legenda:** PV = paragrafia verbal; PVF = paragrafia verbal fonêmica; PVM = paragrafia verbal morfológica

**Tabela 3.** Desempenho na rota fonológica em crianças de terceiro e quarto anos

Leitura	Terceiro ano		Valor de p	Escrita	Terceiro ano		Valor de p		
	Quarto ano				Quarto ano				
	n=87				n=87				
	(% acertos/efeito)				(% 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		Valor de p	Escrita	Terceiro ano		Valor de p		
	Quarto ano				Quarto ano				
	n=87				n=87				
	(% erros)				(% erros)				
Erros de regularização	5,93	6,48	0,449	Erros de regularização	33,9	23,33	0,291		
				Erros tipo neologismo	Reais	18,02	13,31	0,049	
	Reais	14,88	7,84	0,014*		Pseudo	43,48	35,0	0,055
Erros tipo neologismo				Erros tipo surdo e sonoro	Reais	3,07	2,03	0,273	
	Pseudo	17,91	14,43	0,406		Pseudo	10,93	5,23	0,007*
				Erros tipo nasalidade	Reais	3,15	2,19	0,269*	
					Pseudo	2,09	4,77	0,009*	

\*Valores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) – teste do  $\chi^2$



**Tabela 4.** Desempenho na rota lexical em crianças de terceiro e quarto anos

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

\*Valores estatisticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) – teste do  $\chi^2$

**Legenda:** PV = paragrafia verbal; PVF = paragrafia verbal fonêmica; PVM = paragrafia verbal morfêmica

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-se as relações entre níveis de pressão sonora e uso das rotas lexical e fonológica pelo Grupo estudo e Grupo controle, de um modo geral, observa-se um pior uso de ambas as rotas nas crianças do Grupo estudo. A hipótese explicativa para tal relação é que a incipiência da rota fonológica causaria um atraso no processo de lexicalização, tanto na leitura quanto na escrita. Esse dado, entre outras possibilidades de interferência, tais como instrução pedagógica formal, incentivo no ambiente familiar, habilidades inatas, entre outros, pode estar relacionado à influência dos níveis de pressão sonora elevados, que estaria 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 esse leitor competente fixa uma palavra um pouco menos familiar, mas que já foi encontrada antes, 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, o acesso ao significado pode ocorrer apenas por meio do som, pelo uso da rota fonológica<sup>(11,12)</sup>. 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, fundamentais para constituição do léxico. À vista disso, para a rota lexical se consolidar, é necessário que antes a palavra tenha sido lida pela rota fonológica, ainda que esta

última rota seja sempre requerida diante de novas palavras/pseudopalavras que surjam no cotidiano<sup>(13,14)</sup>.

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, consequentemente, rapidez na leitura/escrita de palavras familiares em relação às 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<sup>(11,14)</sup>.

Neste estudo, o pior uso na leitura por rota fonológica no Grupo estudo 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 à falta de representações internas da forma visual de pseudopalavras<sup>(12)</sup>; 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 dessa palavra<sup>(15)</sup>.

Nas palavras irregulares, as correspondências grafema-fonema são arbitrarias (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<sup>(16)</sup>. Observa-se que a leitura de palavras irregulares e o efeito de frequência demonstram um melhor desempenho nas crianças do Grupo controle (Tabela 2). Isso significa que, em duas das três tarefas que medem o processamento da rota lexical, as crianças do Grupo estudo demonstraram pior desempenho do que as crianças do Grupo controle. Há, portanto, um uso efetivo maior

da rota lexical nas crianças do Grupo controle, 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 armazenados e que são resgatados para gerar sua pronúncia<sup>(17)</sup>. O melhor desempenho na escrita de palavras irregulares e o menor uso de erros tipo lexicalização e de paragrafias verbais pelas crianças do Grupo controle 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<sup>(18)</sup>. Quando parte dessa informação está prejudicada, no caso das crianças do Grupo estudo, 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. Se 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<sup>(19)</sup>.

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<sup>(2,5)</sup>. 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<sup>(20)</sup>.

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 anos 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 anos. É pressuposto nesse 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<sup>(21)</sup>.

Considera-se hábil em leitura e escrita o leitor/escritor que utilizar ambas as rotas com eficiência<sup>(22)</sup>. 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 desse grupo. As crianças do quarto ano só diferem das do terceiro ano na escrita de paragrafias verbais morfêmicas, 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-se os resultados em ambas as rotas, 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 anos, independentemente 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<sup>(23)</sup>.

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 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. Um estudo 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<sup>(24)</sup>.

Ao considerarmos que os sons irrelevantes são automaticamente processados, provocando interrupções no processamento da informação<sup>(25)</sup>, torna-se necessária a aplicação de medidas de controle para minimizar os riscos a exposição sonora que evitem prejuízos à atenção e concentração dos escolares<sup>(26)</sup>.

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 alunos e comunidade<sup>(27)</sup>.

## CONCLUSÃO

O estudo constatou que as crianças expostas a níveis de pressão sonora superiores a 80 dB(A) apresentaram pior desempenho no uso das rotas fonológica e lexical, tanto na leitura quanto na escrita.

Os dados desta pesquisa corroboram 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.

*\*JFS foi responsável pela coleta, análise e discussão dos dados; APRS e LS colaboraram com a análise e discussão dos dados e orientação geral dos dados.*

## REFERÊNCIA

- Boman E, Enmarker I, Hygee S. Strength of noise effects on memory as a function of noise source and age. *Noise Health*. 2005;7(27):11-26.
- Sperling AJ, Lu ZL, Manis FR, Seidenberg MS. Deficits in perceptual noise exclusion in developmental dyslexia. *Nat Neurosci*. 2005;8(7):862-3.
- Anderson S, Skoe E, Chandrasekaran B, Kraus N. Neural timing is linked to speech perception in noise. *J Neurosci*. 2010;30(14):4922-6.
- 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*. 2011;216(1):597-605.
- Ziegler JC, Pech-Georgel C, George F, Lorenzi C. Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Dev Sci*. 2009;12(5):732-45.
- Pennington BF, Bishop DVM. Relations among speech, language, and reading disorders. *Annu Rev Psychol*. 2009;60(1):283-309.
- Moraes ZR. Distúrbio de aprendizagem. In: Goldfeld M. *Fundamentos em Fonoaudiologia: Linguagem*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 61-75.
- Salles JFM de, Parente MAMP. Heterogeneidade nas estratégias de leitura/escrita em crianças com dificuldade de leitura e escrita. *Psico (PUCRS)*. 2006;37(1):83-90.
- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otorrinolaringol*. 1970;92(1):311-24.
- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Níveis de ruído para conforto acústico. CONAMA - NBR 10.152. Rio de Janeiro: ABNT; 2000.
- Salles JF de. Habilidades e dificuldades de leitura e escrita em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva [Tese]. Porto Alegre: Doutorado em Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2005.
- Ellis AW. Leitura, escrita e dislexia: uma análise cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas; 1995.
- Caporali SA, Silva JA. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004;70(4):525-32.
- Lúcio PS, Pinheiro AMV. Vinte anos de estudo sobre o reconhecimento de palavras em crianças falantes do português: uma revisão de literatura. *Psicol Reflex Crit*. 2011;24(1):170-9.
- Cunha VLO, Capellini SA. Desempenho de escolares de 1ª a 4ª série do ensino fundamental nas provas de habilidades metafonológicas e de leitura – PROHMELE. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009;14(1):56-68.
- Salles JFM de, Parente MAMP. Avaliação da leitura e escrita de palavras em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva. *Psicol Reflex Crit*. 2007;20(1):218-26.
- Stracke H, Okamoto H, Pantev C. Interhemispheric support during demanding auditory signal-in-noise processing. *Cereb Cortex*. 2009;19(6):1440-7.
- Corso HV, Salles JF de. Relação entre leitura de palavras isoladas e compreensão de leitura textual em crianças. *Let Hoje*. 2009;44(3):28-35.
- 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*. 2009;12(1):311-9.
- Salles JFM de, Parente MAMP, Freitas LBL. Leitura/escrita de crianças: comparações entre grupos de diferentes escolas públicas. *Paidéia (Ribeirão Preto)*. 2010;20(47):335-44.
- Salles JFM de, Parente MAMP. Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão e tempo de leitura. *Psic Reflex Crit*. 2002;15(2):321-31.
- Share DL. Phonological recoding and self-teaching: sine qua non of reading acquisition. *Cognition*. 1995;55(2):151-218.
- Oliveira AM de, Capellini SA. Desempenho de escolares na adaptação brasileira da avaliação dos processos de leitura. *Pró-fono Rev Atual Cient*. 2010;22(4):555-60.
- Deuschle-Araújo V, Ramos AP. Práticas de letramento, desempenho textual e a avaliação do professor. *Disturb Comun*. 2010;22(2):117-26.
- Elliott EM, Bhagat SP, Lynn SD. Can children with (central) auditory processing disorders ignore irrelevant sounds? *Res Dev Disabil*. 2007;28(1):506-17.
- Dreossi RCF, Momensohn-Santos TM. A interferência do ruído na aprendizagem. *Rev Psicopedagogia*. 2004;21(64):38-47.
- Costa R, Querido JG. 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*. 2009;40(1):10-20.