



Medidas vocais espectrográficas, queixas vocais e dados ocupacionais de professoras do ensino fundamental

Spectrographic voice measures, vocal
complaints and occupational data of
elementary school teachers

Mediciones espectrográficas de la voz,
quejas vocales y datos ocupacionales en los
maestros de educación básica

Carla Aparecida Cielo*

Vanessa Veis Ribeiro**

Gabriele Rodrigues Bastilha***

Resumo

Introdução: Distúrbios vocais ocupacionais são comuns em professores e estão associados a fatores físicos, sociais, ambientais, organizacionais e psicológicos. **Objetivo:** Descrever e correlacionar medidas vocais espectrográficas, presença de queixas vocais e dados ocupacionais de professoras do ensino fundamental. **Material e método:** Estudo transversal de caráter quantitativo do qual participaram 98 professoras, com idades entre 20 e 60 anos (média 37,93 anos). Coletou-se a emissão sustentada da vogal /a/ que foi submetida à análise vocal espectrográfica em filtro de banda estreita e de banda larga pelo programa Real Time Spectrogram da Kay Pentax®. Os dados foram analisados pelos testes ANOVA e Correlação de Pearson, adotando-se o nível de significância de 5%. **Resultados:** As professoras sem queixas vocais apresentaram traçado espectrográfico mais regular no filtro de banda estreita, havendo correlação positiva entre o tempo de atuação profissional e a presença de ruído entre os harmônicos e o escurecimento do traçado nas altas frequências e em todo espectrograma em filtro de banda estreita.

*Professora Associada do Curso de Graduação em Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS, Brasil;

**Mestre; Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS, Brasil;

***Mestranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, bolsista CAPES.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: CAC concepção e delineamento do estudo, interpretação dos dados; redação do artigo; revisão do artigo; aprovação final da versão a ser publicada; VVR concepção e delineamento do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados; redação do artigo; revisão do artigo; GRB interpretação dos dados; redação do artigo; revisão do artigo

Endereço para correspondência: Gabriele Rodrigues Bastilha - Rua Francisco Manoel, nº32, apto 201, Centro, CEP: 97015-260, Santa Maria - RS/Brasil. Email: fonogabriele@gmail.com

Recebido: 26/05/2014; **Aprovado:** 10/02/2015



Conclusões: As professoras que não apresentavam queixas vocais mostraram traçado espectrográfico mais definido, ocorrendo também aumento de ruído entre os harmônicos e escurecimento do traçado nas altas frequências e em todo espectrograma, conforme o aumento do tempo de atuação profissional. Isso sugere que a espectrografia de banda estreita pode ser utilizada como análise complementar na diferenciação de docentes com e sem queixas vocais e que o tempo de atuação profissional do docente com suas idiosincrasias e sem as adequadas condições laborais de saúde vocal pode ocasionar a presença de distúrbio na qualidade vocal.

Palavras-chave: acústica da fala; docentes; saúde do trabalhador; voz.

Abstract

Introduction: Occupational voice disorders in teachers are common and are associated with physical, social, environmental, organizational and psychological factors. **Objective:** To describe and correlate spectrographic voice measures, presence of vocal complaints and occupational data of elementary school teachers. **Material and method:** Sectional study of quantitative character attended by 98 teachers, aged between 20 and 60 years (mean 37.93 years). There were collected the sustained vowel /a/, which was submitted to spectrographic vocal analysis on narrowband and wideband for Real Time Spectrogram of Kay Pentax® program. Data were analyzed by ANOVA and Pearson correlation tests, adopting a significance level of 5%. **Results:** Teachers without vocal complaints had drawn more regular in spectrographic narrowband filter; there is a positive correlation between the time of practice and the presence of noise between the harmonics and the darkening of the stroke in high-frequency and throughout spectrogram narrowband. **Conclusion:** The teachers who had no vocal complaints showed spectrogram route more defined, also causing increase in noise between the harmonics and darkening of stroke at high frequencies and around spectrogram with increasing the time of practice, suggesting that the narrowband spectrogram can be used as a complement to differentiate teachers with and without voice complaints and that the time of practice of teaching with their idiosyncrasies and without the proper working conditions of vocal health can lead to the presence of disorder in voice quality.

Keywords: speech acoustics; faculty; occupational health; voice

Resumen

Introducción: Trastornos vocales son lesiones ocupacionales son comunes en los maestros y se asocian con factores físicos, sociales, ambientales, organizativos y psicológicos. **Objetivo:** Describir y correlacionar mediciones espectrográficas de la voz, presencia de quejas vocales y datos ocupacionales en los maestros de educación básica. **Material y método:** Estudio de corte transversal de carácter cuantitativo del que participaron 98 profesoras con edades comprendidas entre los 20 y 60 años (media 37,93 años). Se recolecto la emisión sostenida de la vocal /a/ que fue sometida a análisis espectrográfico en filtro de banda estrecha y banda estrecha y de banda larga por el programa Real Time Spectrogram da Kay Pentax®. Los datos fueron analizados por las pruebas ANOVA y correlación de Pearson, con adopción de un nivel de significación de 5%. **Resultados:** Las profesoras sin quejas de voz presentaron trazado espectrográfico más regular en el filtro de banda estrecha, con una correlación positiva entre el tiempo de la practica de enseñanza y la presencia de ruido entre los armónicos y oscurecimiento del trazado en las alta frecuencia y en todo el espectrograma en filtro de banda estrecha. **Conclusión:** Las profesoras que no tenían quejas vocales mostraron trazado espectrográfico más definido, habiendo también aumento del ruido entre los armónicos y oscurecimiento del trazado en las frecuencias altas y en todo el espectrograma, conforme el aumento del tiempo de la práctica de enseñanza. Esto sugiere que el espectrograma de banda estrecha puede ser utilizado como análisis complementario para diferenciar los profesores con y sin quejas de voz y que el tiempo de la práctica de la enseñanza con sus idiosincrasias y sin las condiciones adecuadas de trabajo de salud vocal puede dar lugar a la presencia de un trastorno en la calidad de voz.

Palabras clave: Acústica del Lenguaje; Docentes; Salud Laboral; Voz.

Introdução

Profissionais da voz são indivíduos que utilizam a voz de maneira continuada e sofrem impacto negativo no trabalho em caso de qualquer alteração vocal. Dentre eles, estão os professores cuja ocupação com utilização da voz profissional falada constitui a classe com maior ocorrência de distúrbios vocais¹⁻³.

Os distúrbios vocais constituem as alterações ocupacionais mais comuns em professores e são multifatoriais, estando geralmente associados à intensa demanda vocal, fatores físicos, sociais, ambientais, organizacionais e psicológicos, podendo ser potencializados por outros fatores como: doenças neurológicas, sindrômicas ou psiquiátricas; problemas de saúde geral: alérgicos, respiratórios, gástricos ou metabólicos; disfunções hormonais; tabagismo e etilismo, bem como disfunções auditivas²⁻⁵.

Pesquisas mostram que há maior ocorrência de distúrbios vocais entre professores do sexo feminino, indicando predisposição das mulheres pela configuração anatômica da laringe, acúmulo de atividades, proximidade da sua frequência fundamental (f0) com a da voz infantil e predomínio na profissão docente^{6,7}.

Professores do ensino fundamental apresentam agravantes devido à faixa etária e à personalidade das crianças nesse nível escolar, podendo torná-los mais suscetíveis a quadros de estresse e de competição vocal em função do ruído em sala de aula⁶, o que justifica a escolha de trabalhar com professores do sexo feminino e do ensino fundamental no presente estudo.

Na classe docente, um quadro de disфонia pode trazer implicações amplas na qualidade de vida e afetar de diferentes maneiras o desempenho profissional, uma vez que a voz é um componente constitutivo da identidade do professor como trabalhador e exerce impacto sobre o discente^{8,9}.

Na clínica fonoaudiológica, existem diferentes métodos que podem ser utilizados para a avaliação vocal e, dentre eles, destaca-se a análise espectrográfica, processo não invasivo de extração de padrões definidos do sinal vocal, permitindo maior precisão no diagnóstico de alterações vocais^{7,10,11}.

Apesar da análise vocal perceptivoauditiva ainda ser considerada soberana e exigir menos recursos para a sua realização, acredita-se que

sejam necessárias pesquisas que analisem outros instrumentos de avaliação, mais escassos na literatura nacional, como a análise espectrográfica.

A partir da análise das espectrografias, o especialista pode inferir aspectos do trato vocal durante a emissão. No entanto, apesar de ser uma avaliação computadorizada, o espectrograma necessita de uma análise perceptivovisual, sofrendo influências da experiência do avaliador¹².

Estudo que correlacionou dados espectrográficos e perceptivoauditivos de vozes disfônicas verificou correlações e complementaridade entre as duas avaliações¹³. A análise vocal espectrográfica de professores tem sido pouco estudada na literatura nacional, havendo apenas trabalhos atuais que verificaram modificações após programas de aprimoramento vocal^{14,15} e ausência de pesquisas sobre as características vocais espectrográficas de docentes.

Desta forma, a presente investigação buscou descrever e correlacionar medidas vocais espectrográficas com a presença de queixas vocais e dados ocupacionais de professoras do ensino fundamental.

Material e método

Estudo do tipo transversal observacional analítico de caráter quantitativo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem sob o número 23081.016945/2010-76. Os responsáveis pelas instituições de ensino receberam os esclarecimentos necessários referentes à pesquisa, sendo convidados a ler e assinar o Termo de Autorização Institucional (TAI), e os participantes foram esclarecidos e convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme recomenda a norma 466/12 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. A população-alvo do estudo foram os professores do ensino fundamental da área urbana de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul.

Com o objetivo de manter a homogeneidade da amostra, a cidade foi dividida em regiões (Centro, Centro-leste, Centro-oeste, Leste, Oeste, Norte e Sul). Foram elaboradas três listas para cada região, uma para cada rede de ensino (municipal, estadual e particular). As escolas foram dispostas em ordem alfabética nas listas, das quais foi excluída uma a cada duas, caracterizando o método de seleção aleatória, restando ao final dessa etapa 77 escolas:

19 estaduais, 31 municipais e 27 particulares. Logo após, essas escolas foram reunidas em uma única lista em ordem crescente, novamente sorteada de forma randomizada, independente da rede de ensino e região, sendo que 15 aderiram ao TAI e compuseram a amostra de escolas participantes da pesquisa (sete particulares, cinco estaduais e três municipais).

Os seguintes critérios foram estabelecidos para a constituição da amostra de professores: docentes de ensino fundamental (1º a 9º ano); sexo feminino; idade superior a 19 anos e inferior a 60 anos; adesão ao TCLE. Os critérios de exclusão utilizados foram: relato de crises alérgicas, respiratórias ou gástricas ou disfunções hormonais decorrentes de gravidez ou de período pré-menstrual ou menstrual no dia das avaliações; relato de doenças neurológicas, metabólicas, endocrinológicas, sindrômicas e/ou psiquiátricas; relato de patologias estruturais ou disfunções laringeas; ser fumante e/ou alcoolista; possuir histórico de cirurgia laringea e/ou qualquer procedimento cirúrgico de cabeça e pescoço; ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico para a voz; apresentar disfunções auditivas detectadas na triagem auditiva.

Aplicou-se um questionário às professoras voluntárias para a coleta de dados pessoais como idade e sexo, ocupacionais, de saúde geral e vocal e para selecionar as que se enquadravam nos critérios especificados anteriormente. Foi investigada também a presença ou ausência de queixas vocais, quando os sujeitos foram orientados a assinalar o campo correspondente (“sim” ou “não”). Ainda, realizou-se a triagem auditiva por meio de varredura dos tons puros nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz em 25 decibéis (dB), somente por via aérea com audiômetro Amplivox, modelo A260, 2011. Para esse procedimento, foi utilizada uma sala silenciosa na própria escola, com nível de ruído abaixo de 50 dB, verificado por meio do medidor de pressão sonora digital Instrutherm, modelo Dec-480. As professoras que não responderam ao tom puro de 25 dB foram retestadas e aquelas que não passaram no reteste foram excluídas da pesquisa e encaminhadas para avaliação auditiva completa.

Ao final, foram excluídas da pesquisa 16 professoras por relato de distúrbios endocrinológicos; 14 por não passar na triagem auditiva; sete por realização de tratamento fonoaudiológico e / ou otorrinolaringológico prévio para a voz; quatro por tabagismo; três por relato de patologias

neurológicas; uma por estar acima da faixa etária de inclusão. Foram perdidos 55 sujeitos por dados incompletos no questionário e onze por ser do sexo masculino. Desta forma, a amostra do estudo constituiu-se de 98 professoras, com idades entre 20 e 57 anos (média de 37,93 anos).

A coleta de dados foi composta, além dos dados pessoais, ocupacionais, de saúde geral e vocal, pela avaliação vocal espectrográfica. As professoras foram orientadas a permanecer em posição ortostática e sustentar a vogal /a/ em pitch e loudness habituais após inspiração profunda, em tempo máximo de fonação, sem fazer uso da reserva expiratória^{7,10}. Cada emissão foi coletada três vezes, sendo considerada a de maior tempo. Utilizou-se gravador digital profissional Zoom, modelo H4n, com taxa de quantização de 96 kHz e 16 bits, com gravação em 50% do nível de entrada, acoplado a um microfone profissional Behringer ECM 8000 omnidirecional, com faixa plana de captação de frequências de 15 a 20 kHz. O gravador com microfone acoplado foi fixado em pedestal e posicionado à distância de quatro centímetros e ângulo de 90° em relação à boca do sujeito, em sala da escola com ruído ambiental inferior a 50 dB NPS (nível de pressão sonora), aferido por meio de medidor de nível de pressão sonora digital Instrutherm, modelo Dec- 480.

Para a análise espectrográfica, foi utilizada a edição da emissão sustentada da vogal /a/, com eliminação do ataque vocal e do final da emissão, evitando os períodos naturais de instabilidade da voz. O menor tempo máximo de fonação editado dentre todas as professoras foi de quatro segundos, sendo esse o período padronizado para a janela de análise acústica espectrográfica.

A espectrografia foi realizada em filtro de banda estreita com 1024points (63,09 Hz) e em filtro de banda larga com 100points (646 Hz), com taxa de amostragem de 11 kHz e 16 bits e resolução de 5 kHz, por meio do programa Real Time Spectrogram (RTS) da Kay Pentax®.

Os parâmetros avaliados em filtro de banda estreita foram: intensidade da cor do traçado (das altas frequências e de todo o espectrograma vocal); presença de ruído (entre os harmônicos, em todo espectrograma vocal e nas altas frequências); substituição de harmônicos por ruído (em todo espectrograma vocal e nas altas frequências); definição de harmônicos; regularidade do traçado; número de harmônicos e a presença de sub-harmônicos⁷.

Em filtro de banda larga, foram avaliados: intensidade da cor do traçado dos formantes (F) (1º formante-F1, 2º Formante-F2, 3º Formante-F3, 4º Formante-F4, das altas frequências e de todo o espectrograma vocal); presença de ruído (em todo espectrograma vocal e nas altas frequências); definição de F (F1, F2, F3 e F4) e regularidade do traçado.

As espectrografias foram analisadas individualmente por cinco fonoaudiólogas, usando-se uma escala analógica linear em forma de régua de 10 cm, em que a pontuação poderia variar entre “zero” e “dez” e onde deveriam marcar a opção mais coerente com a sua análise do espectrograma⁷. As espectrografias foram impressas e dispostas em ordem aleatória, com repetição de aproximadamente 20% (para análise de confiabilidade dos avaliadores). As juízas receberam, também, uma espectrografia-âncora de emissão considerada normal para guiar suas análises e foram cegadas sobre: objetivos da pesquisa, sexo dos sujeitos, replicação das emissões e avaliações das demais fonoaudiólogas, sendo informadas apenas sobre a faixa etária geral dos sujeitos.

O grau de intensidade da cor do traçado (dos F, das altas frequências e de todo o espectrograma) variou de preto (forte intensidade), que correspondeu a dez na escala, à cinza claro (fraca intensidade) que correspondeu à zero. O ruído é visualizado na espectrografia como uma imagem sombreada, chuscada ou pontilhada; assim, zero correspondeu à ausência total de ruído e dez à presença máxima. A definição dos F e dos harmônicos baseou-se em sua visibilidade; dessa forma, a nítida definição, demarcação e simetria corresponderam a dez e nenhuma visibilidade a zero. A regularidade do traçado foi considerada dez quando mostrou nítida

estabilidade e continuidade e zero quando se apresentou maximamente irregular. Na substituição de harmônico por ruído, marcou-se zero quando não havia substituição e dez quando a substituição foi total. Para o número de harmônicos, zero indicou ausência e dez evidenciou o preenchimento total da imagem espectrográfica por harmônicos. No item presença de sub-harmônicos, zero representou ausência e dez a presença de sub-harmônicos em todo espectrograma^{7,16}.

Após a avaliação das espectrografias, foi realizada análise estatística, a fim de verificar a confiabilidade intra e interavaliador por meio do coeficiente Kappa, considerando-se as classificações: entre 0,8 e 1 confiabilidade quase perfeita; 0,6 e 0,79, boa; 0,4 e 0,59, moderada; 0,2 e 0,39, regular; entre zero e 0,19, pobre; entre zero e -1, nenhuma confiabilidade. As respostas do julgamento das três fonoaudiólogas com maior confiabilidade interavaliador foram consideradas em conjunto (0,40 equivalendo a 40%), realizando-se a média para cada parâmetro analisado.

Os dados foram analisados estatisticamente por meio dos testes ANOVA e Correlação de Spearman, adotando-se o nível de significância de 5%.

Resultados

A jornada de trabalho do grupo de professoras analisado era, em média, de 6,98 horas diárias, as mesmas atuavam na profissão há aproximadamente 12,57 anos e a maioria apresentava queixas vocais (75,51%, n=74).

Na Tabela 1, observa-se que as professoras sem queixas vocais mostraram traçados espectrográficos mais regulares em filtro de banda estreita.

TABELA 1 – ASSOCIAÇÃO DE QUEIXA VOCAL COM A ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA

		Queixa voca	Média	Mediana	Desvio Padrão	p-valor
Banda larga	Primeiro formante	AQ	4,08	4,00	0,24	0,424
		PQ	4,31	4,00	0,14	
	Segundo formante	AQ	4,33	4,00	0,28	0,978
		PQ	4,32	4,00	0,16	
	Terceiro formante	AQ	3,37	3,00	0,25	0,883
		PQ	3,42	3,00	0,14	
	Quarto formante	AQ	2,41	2,00	0,24	0,745
		PQ	2,32	2,00	0,14	

Banda larga	Escurecimento de traçado (0 a 10)	Das altas frequências	AQ	1,58	1,00	0,23	0,701
			PQ	1,69	1,00	0,13	
		De todo espectrograma vocal	AQ	4,25	4,00	0,20	0,473
			PQ	4,08	4,00	0,11	
	Presença de ruído (0 a 10)	Em todo o espectrograma vocal	AQ	3,79	3,00	0,17	0,814
			PQ	3,74	4,00	0,10	
		Nas altas frequências	AQ	4,04	4,00	0,19	0,162
			PQ	3,73	4,00	0,10	
	Definição dos formantes (0 a 10)	Primeiro formante	AQ	5,33	6,00	0,30	0,062
			PQ	6,00	6,00	0,17	
		Segundo formante	AQ	5,33	6,00	0,33	0,185
			PQ	5,85	6,00	0,19	
Terceiro formante		AQ	4,12	4,00	0,32	0,089	
		PQ	4,76	5,00	0,18		
Quarto formante		AQ	3,25	3,00	0,33	0,453	
		PQ	3,54	3,50	0,19		
Regularidade do traçado (0 a 10)	AQ	5,37	5,00	0,21	0,086		
	PQ	5,80	6,00	0,12			
Banda Estreita	Escurecimento do traçado (0 a 10)	Das altas frequências	AQ	2,37	2,00	0,40	0,279
			PQ	1,86	1,00	0,23	
		Em todo o espectrograma vocal	AQ	4,83	5,00	0,28	0,270
			PQ	4,47	4,00	0,16	
	Presença de ruído (0 a 10)	Entre os harmônicos	AQ	2,75	2,00	0,33	0,957
			PQ	2,73	3,00	0,18	
		Em todo o espectrograma vocal	AQ	3,37	3,00	0,31	0,585
			PQ	3,18	3,00	0,18	
	Nas altas frequências	AQ	2,87	3,00	0,28	0,715	
		PQ	2,76	3,00	0,16		
	Substituição de harmônicos por ruído (0 a 10)	Em todo o espectrograma vocal	AQ	1,96	2,00	0,16	0,114
			PQ	2,26	2,00	0,09	
		Nas altas frequências	AQ	2,37	2,00	0,19	0,155
			PQ	2,70	3,00	0,11	
	Definição de harmônicos (0 a 10)	AQ	6,25	6,00	0,23	0,111	
		PQ	5,81	6,00	0,13		
	Regularidade de traçado (0 a 10)	AQ	6,66	7,00	0,21	0,037*	
		PQ	6,14	6,00	0,12		
	Número de harmônicos (0 a 10)	AQ	5,33	5,00	0,35	0,359	
		PQ	5,09	5,00	0,20		
	Presença de sub-harmônicos (0 a 10)	AQ	1,08	1,00	0,20	0,119	
		PQ	0,72	0,00	0,11		

*Valores estatisticamente significantes ($p \leq 0,05$) - Teste ANOVA

Legenda: AQ=ausência de queixa; PQ=presença de queixa.

Na Tabela 2, conforme aumentou o tempo de atuação profissional, aumentou também o escurecimento do traçado nas altas frequências e em todo espectrograma e a presença de ruído entre os harmônicos, em filtro de banda estreita.

TABELA 2 – CORRELAÇÃO ENTRE IDADE, TEMPO DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL E UTILIZAÇÃO DIÁRIA DA VOZ E OS RESULTADOS DA ANÁLISE VOCAL ESPECTROGRÁFICA

	Feminino		Idade	Tempo de atuação profissional (anos)	Utilização diária da voz (horas)		
Escurecimento de traçado (0 a 10)	Primeiro formante	corr	0,064	0,047	0,116		
		p-valor	0,528	0,640	0,225		
	Segundo formante	corr	0,016	0,024	0,086		
		p-valor	0,868	0,814	0,396		
	Terceiro formante	corr	-0,037	0,079	0,060		
		p-valor	0,714	0,434	0,551		
	Quarto formante	corr	-0,020	0,025	0,103		
		p-valor	0,841	0,799	0,309		
	Das altas frequências	corr	0,109	0,122	0,010		
		p-valor	0,284	0,228	0,921		
	De todo o espectrograma vocal	corr	0,015	0,062	0,137		
		p-valor	0,880	0,539	0,176		
	Banda larga	Presença de ruído de 0 a 10	Em todo o espectrograma vocal	corr	-0,024	0,055	-0,026
			p-valor	0,811	0,585	0,797	
Nas altas frequências		corr	-0,031	0,049	-0,132		
		p-valor	0,757	0,629	0,194		
Definição dos formantes (0 a 10)	Primeiro formante	corr	0,141	0,078	0,068		
		p-valor	0,165	0,440	0,501		
	Segundo formante	corr	0,119	0,133	0,179		
		p-valor	0,241	0,191	0,076		
	Terceiro formante	corr	0,009	0,083	0,170		
		p-valor	0,928	0,415	0,093		
	Quarto formante	corr	-0,032	-0,028	0,174		
		p-valor	0,751	0,780	0,085		
Regularidade do traçado (0 a 10)	corr	0,031	0,073	0,104			
	p-valor	0,758	0,469	0,306			
Banda Estreita	Escurecimento do traçado (0 a 10)	Das altas frequências	corr	0,058	0,207	-0,008	
		p-valor	0,565	0,040*	0,933		
	Em todo o espectrograma vocal	corr	0,089	0,213	0,032		
		p-valor	0,380	0,034*	0,750		
	Presença de ruído (0 a 10)	Entre os harmônicos	corr	0,123	0,273	0,030	
			p-valor	0,224	0,006*	0,769	
Em todo o espectrograma vocal		corr	0,059	0,186	-0,008		
		p-valor	0,560	0,065	0,930		
Nas altas frequências	corr	-0,037	0,058	-0,115			
	p-valor	0,711	0,567	0,259			

Banda Estreita	Substituição de harmônicos por ruído (0 a 10)	Em todo o espectrograma vocal	corr	-0,074	0,064	-0,054
			p-valor	0,467	0,529	0,595
		Nas altas frequências	corr	-0,097	0,009	-0,050
			p-valor	0,340	0,925	0,623
	Definição de harmônicos (0 a 10)		corr	0,033	0,028	0,072
			p-valor	0,724	0,784	0,479
	Regularidade de traçado (0 a 10)		corr	0,062	0,105	0,014
			p-valor	0,543	0,303	0,884
	Número de harmônicos (0 a 10)		corr	0,091	0,176	0,148
			p-valor	0,368	0,082	0,143
	Presença de sub-harmônicos (0 a 10)		corr	0,192	0,237	0,045
			p-valor	0,057	0,118	0,658

*Valores estatisticamente significantes ($p \leq 0,05$) – Teste Correlação de Spearman

Legenda: corr = coeficiente de correlação

Discussão

A análise espectrográfica da voz mostra-se útil como ferramenta para avaliação vocal na clínica fonoaudiológica. Ela é considerada não invasiva e detalha o processo de geração do sinal sonoro, proporcionando estimativa indireta dos padrões vibratórios das pregas vocais e produzindo características referentes ao formato do trato vocal e suas modificações, mesmo na ausência de lesões laríngeas^{11,12,17}.

Neste trabalho, as professoras sem queixas vocais mostraram maior regularidade do traçado espectrográfico no filtro de banda estreita (Tabela 1), em relação às professoras que apresentavam queixas relacionadas à voz. Esses dados sugerem que os indivíduos que apresentavam queixas vocais poderiam estar em processo inicial de desenvolvimento de distúrbios vocais, tornando o traçado espectrográfico menos definido. Tais resultados concordam com pesquisa que verificou que professoras com alterações vocais apresentaram maior frequência de irregularidade no traçado espectrográfico¹⁸. Investigação mostrou correlação positiva entre a presença de disфония e rouquidão/aspereza na análise vocal perceptivoauditiva com os parâmetros espectrográficos de traçado harmônico irregular¹³.

Quanto à correlação entre as características profissionais e vocais, observou-se aumento de ruído entre os harmônicos, da intensidade do

escurecimento do traçado nas altas frequências e em todo o espectrograma, em filtro de banda estreita, conforme aumentava o tempo de atuação profissional (Tabela 2). Em vozes normais, o aumento do escurecimento do traçado nas altas frequências e em todo o espectrograma sugere maior pressão sonora¹³ e maior loudness e o aumento do número de harmônicos sugere ressonância vocal mais rica e equilibrada^{18,19}.

No entanto, o aumento do escurecimento do traçado espectrográfico pode ocorrer pelo aumento da pressão sonora, comumente encontrado em professores pelos agravantes ambientais oriundos da própria sala de aula e pelo perfil etário e de personalidade das crianças do ensino fundamental, incluindo ainda a competição vocal em sala de aula. Com a presença de crianças, as salas de aula têm ruído de fundo médio entre 50 a 80 dB, geralmente excedendo o padrão da American National Standard Institute (ANSI)^{6,18,20,21}. O excesso de ruído faz com que os professores elevem a loudness e o pitch, podendo atingir em torno de 9,1 dB e meia oitava acima do seu padrão vocal normal para poder, com esse ajuste, exercer controle sobre os alunos e ministrar o conteúdo das aulas, evidenciando que o aumento da loudness do professor é proporcional ao aumento do ruído em sala de aula^{8,20,21}. Em contrapartida, o aumento da loudness sem o conhecimento da fisiologia da produção da voz e o uso do suporte respiratório inadequado

podem levar ao surgimento de disfonias decorrentes de hiperfunção vocal^{22,23}.

O ruído elevado em sala de aula associado ao maior tempo de docência pode gerar aumento da pressão sonora, da loudness e do esforço vocal, principalmente em profissionais da voz que apresentam grande demanda vocal e pouco ou nenhum conhecimento sobre saúde vocal, como é o caso dos professores que convivem diariamente com o ruído nas escolas^{18,24}. Consequentemente, com o aumento da loudness, do pitch e da hiperfunção no decorrer da vida profissional, pode ocorrer piora da qualidade vocal com reflexos na análise espectrográfica, contribuindo com a prevalência de disфонia em professores¹⁶.

Estudos mostraram relação entre a presença de ruído entre os harmônicos e os parâmetros perceptivoauditivos de grau de disфонia, rouquidão, aspereza e/ou instabilidade vocal^{13,18}. Investigação com 88 professores mostrou que 64,77% autorreferiram problemas vocais no presente ou no passado e, dentre os sintomas relatados, os mais frequentes foram rouquidão, cansaço ao falar e garganta seca²⁵. Em outra pesquisa, os professores referiram com mais frequência loudness aumentada, rouquidão e hipertensão vocal²⁶. Com base nos resultados citados, acredita-se que o aumento de ruído entre os harmônicos, proporcional ao aumento do tempo de atuação profissional, encontrado nesta investigação, indique a presença (ou início) de disфонia com rouquidão, aspereza e ou instabilidade vocal^{13,18}, salientando-se que o ruído se refere à energia aperiódica no sinal vocal e que, quanto maior, maior é o grau de disфонia¹⁰. Este resultado também sugere a presença de sinais e sintomas vocais^{25,26} que tanto podem ser origem ou consequência de compensações fisiológicas hiperfuncionais como, por exemplo, a loudness aumentada^{8,18,20,21,24,26} ou a hipertensão vocal²⁶ que podem contribuir com o aparecimento da fadiga vocal.

Após um programa de aprimoramento vocal com duração de dois meses com professores, a análise espectrográfica foi utilizada para verificar as modificações vocais, observando-se maior quantidade e definição de harmônicos, diminuição do ruído entre os harmônicos e aumento de pressão sonora observado pelo grau de escurecimento do traçado¹⁴. Outro trabalho¹⁵ utilizou a análise acústica espectrográfica, de fonte glótica e perceptivo-auditiva da voz de professores pré e pós-programa de aprimoramento vocal e mostrou ampliação da

extensão de frequência, indicando maior uso desse recurso expressivo, além do aumento do primeiro formante das vogais /i/ e /u/ pós-intervenção, sugerindo melhora do ajuste articulatório. Nos demais parâmetros perceptivoauditivos e acústicos, não se observaram modificações.

Os resultados dos estudos acima mencionados^{14,15} mostram que se as professoras desta pesquisa obtivessem maior conhecimento sobre saúde vocal e sobre o uso profissional da voz, utilizando o aquecimento e desaquecimento vocal desde o início da atuação profissional e tendo acesso a condições laborais mais adequadas às características da profissão docente, as alterações vocais aqui encontradas poderiam não ter sido verificadas. Desta forma, os achados científicos reforçam a necessidade da adoção de programas de promoção da saúde vocal direcionados aos profissionais da voz, principalmente à classe de professores, buscando a otimização dos recursos vocais de modo a prevenir distúrbios da voz.

Sugere-se, ainda, a realização de pesquisas com avaliações vocais multidimensionais, incluindo a análise espectrográfica, que levem em consideração as fases endocrinológicas da mulher, buscando verificar se há influência do período de transição entre o climatério e a menopausa, comparando-se mulheres docentes e não docentes.

Conclusão

As professoras do ensino fundamental sem queixas vocais mostraram traçado espectrográfico mais definido, ocorrendo também aumento de ruído entre os harmônicos e escurecimento do traçado nas altas frequências e em todo espectrograma, conforme o aumento do tempo de atuação profissional, sugerindo que a espectrografia de banda estreita pode ser utilizada como análise complementar na diferenciação de docentes com e sem queixas vocais e que o tempo de atuação profissional do docente, com suas idiossincrasias e sem as adequadas condições laborais de saúde vocal, pode ocasionar a presença de distúrbio na qualidade vocal detectado pela presença de queixas e pela análise espectrográfica.

Referências Bibliográficas

1. Luchesi KF, Mourão LF, Kitamura S, Nakamura HY. Problemas Vocais no Trabalho: prevenção na prática docente sob a óptica do professor. *Saúde Soc.* 2009; 18(4):673-81.

2. Nanjundeswaran C, Li NY, Chan KM, Wong RK, Yiu EM, Verdolini-Abbott K. Preliminary data on prevention and treatment of voice problems in student teachers. *J Voice*. 2012; 26(6):816.e1-12.
3. Rocha LMR, Souza IDM. Voice Handicap Index Associated With Common Mental Disorders in Elementary School Teachers. *J Voice*. 2013; 27(5):595-02.
4. Tomazzetti CT. A voz do professor: instrumento de trabalho ou problema no trabalho [Dissertação]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria. Mestrado em Educação; 2003.
5. Marçal CCB, Peres MA. Alteração vocal auto-referida em professores: prevalência e fatores associados. *Rev Saúde Pública*. 2011; 45(3):503-11.
6. Ziegler A, Gillespie AI, Abbott KV. Behavioral treatment of voice disorders in teachers. *Folia Phoniatr Logo*. 2010; 62(1):9-23.
7. Cielo CA, Christmann MK. Finger Kazzo: modificações vocais acústicas espectrográficas e autoavaliação vocal. *Rev CEFAC*. 2014; 16(4):1239-54.
8. Behlau M, Zambon F, Guerrieri AC, Roy N. Epidemiology of voice disorders in teachers and non teachers in Brazil: prevalence and adverse effects. *J Voice*. 2012; 26(5):665-9.
9. Lima-Silva MFB, Ferreira LP, Oliveira IB, Andrada e Silva MA, Ghirardi ACM. Distúrbio de voz em professores: autorreferência, avaliação perceptiva da voz e das pregas vocais. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012; 17(4):391-7.
10. Beber BC, Cielo CA. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais. *Pró-Fono*. 2010; 22(3):299-304.
11. Oliveira RC, Teixeira LC, Gama ACC, Medeiros AM. Análise perceptivo-auditiva, acústica e autopercepção vocal em crianças. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2011; 23(2):158-63.
12. Gama ACC, Santos LLM, Sanches NA, Côrtes MG, Bassi IB. Estudo do efeito do apoio visual do traçado espectrográfico na confiabilidade da análise perceptivoauditiva. *Rev CEFAC*. 2011; 13(2):314-21.
13. Drumond LB, Gama ACC. Correlação entre dados espectrográficos e perceptivo-auditivos de vozes disfônicas. *Fono Atual*. 2006; 35(1):49-58.
14. Mendonça RA, Sampaio TMM, Oliveira DSF. Avaliação do programa de exercícios funcionais vocais de Stemple e Gerdeman em professores. *Rev CEFAC*. 2010; 12(30):471-82.
15. Luchesi KF, Mourão LF, Kitamura S. Efetividade de um programa de aprimoramento vocal para professores. *Rev CEFAC*. 2012; 14(3):459-70.
16. Cortes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010; 15(2):243-9.
17. Rehder MIBC, Branco A. Disfonia e Disfagia: interface, atualização e prática clínica. Rio de Janeiro: Revinter; 2011.
18. Simoes-Zenari M, Bitar ML, Nemr NK. Efeito do ruído na voz de educadoras de instituições de educação infantil. *Rev Saude Publica*. 2012; 46(4):657-64.
19. Morais KT, Fernandes SD, Consoni FMC, Gomes NMS, Barcelos QEM. Análise acústica da voz pré e pós-intervenção fonoaudiológica no grupo C&A Vocal Enrico Nery da cidade de Franca-SP. *Investigação*. 2013; 13(1):4-10.
20. Sodersten M, Granqvist S, Hammarberg B, Szabo A. Vocal behavior and vocal loading factors for preschool teachers at work studied with binaural DAT recordings. *J Voice*. 2002; 16(3):356-71.
21. Guidini RF, Bertocello F, Zanchetta S, Dragone MLS. Correlação entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012; 17(4):398-04.
22. Yiu EML. Impact and prevention of voice problems in the teaching profession: embracing the consumers' view. *J Voice*. 2002; 16(2):215-28.
23. Simberg S, Sala E, Vehmas K, Laine A. Changes in the prevalence of vocal symptoms among teachers during a twelve-Year Period. *J Voice*. 2005; 19(1):95-102.
24. Servilha E, Roccon P. Relação entre voz e qualidade de vida em professores universitários. *Rev CEFAC*. 2009; 11(3):440-8.
25. Caporossi C, Ferreira LP. Sintomas vocais e fatores relativos ao estilo de vida em professores. *Rev CEFAC*. 2011; 13(1):132-9.
26. Chen SH, Chiang SC, Chung YM, Hsiao LC, Hide TYH. Risk factors and effects of voice problems for teachers. *J Voice*. 2010; 24(2):183-90.