



ARTIGO ORIGINAL

Body mass index and acoustic voice parameters: is there a relationship? ☆,☆☆



Lourdes Bernadete Rocha de Souza^{a,*} e Marquiony Marques dos Santos^b

^a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Fonoaudiologia, Natal, RN, Brasil

^b Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós graduação em Ciências da Saúde, Natal, RN, Brasil

Recebido em 11 de agosto de 2016; aceito em 12 de abril de 2017

Disponível na Internet em 10 de outubro de 2017

KEYWORDS

Body mass index;
Obesity;
Phonation;
Voice

Abstract

Introduction: Specific elements such as weight and body volume can interfere in voice production and consequently in its acoustic parameters, which is why it is important for the clinician to be aware of these relationships.

Objective: To investigate the relationship between body mass index and the average acoustic voice parameters.

Methods: Observational, cross-sectional descriptive study. The sample consisted of 84 women, aged between 18 and 40 years, an average of 26.83 (± 6.88). The subjects were grouped according to body mass index: 19 underweight; 23 normal ranges, 20 overweight and 22 obese and evaluated the fundamental frequency of the sustained vowel [a] and the maximum phonation time of the vowels [a], [i], [u], using PRAAT software. The data were submitted to the Kruskal–Wallis test to verify if there were differences between the groups regarding the study variables. All variables showed statistically significant results and were subjected to non-parametric test Mann–Whitney.

Results: Regarding to the average of the fundamental frequency, there was statistically significant difference between groups with underweight and overweight and obese; normal range and overweight and obese. The average maximum phonation time revealed statistically significant difference between underweight and obese individuals; normal range and obese; overweight and obese.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.04.003>

☆ Este estudo foi feito no Departamento de Fonoaudiologia da UFRN e no serviço de cirurgia de obesidade e doenças associadas de um hospital universitário (SCODE).

☆☆ Como citar este artigo: Souza LB, Santos MM. Body mass index and acoustic voice parameters: is there a relationship? Braz J Otorhinolaryngol. 2018;84:410–5.

* Autor para correspondência.

E-mail: hsouza660@gmail.com (L.B. Souza).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

PALAVRAS-CHAVE

Índice de massa corporal;
Obesidade;
Fonação;
Voz

Conclusion: Body mass index influenced the average fundamental frequency of overweight and obese individuals evaluated in this study. Obesity influenced in reducing maximum phonation time average.

© 2017 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Índice de massa corporal e parâmetros acústicos de voz: existe uma relação?**Resumo**

Introdução: Elementos específicos, como peso e volume corporal podem interferir na produção da voz e, conseqüentemente, em seus parâmetros acústicos, razão pela qual é importante que o médico esteja ciente dessas relações.

Objetivo: Investigar a relação entre o índice de massa corporal e os parâmetros acústicos médios da voz.

Método: Estudo observacional, transversal, descritivo. A amostra foi composta por 84 mulheres, com idade entre 18 e 40 anos, média de 26,83 ($\pm 6,88$). As participantes foram agrupadas de acordo com o índice de massa corporal: 19 abaixo do peso; 23 com intervalos normais, 20 com sobrepeso e 22 obesos e avaliadas quanto a frequência fundamental da vogal sustentada [a] e o tempo máximo de fonação das vogais [a], [i], [u], utilizando o software PRAAT. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para verificar se houve diferença entre os grupos com relação as variáveis do estudo. Todas as variáveis apresentaram resultados estatisticamente significativos e foram submetidas ao teste não paramétrico de Mann-Whitney.

Resultados: Com relação à média da frequência fundamental, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com peso normal e sobrepeso e entre os grupos com peso normal e obesidade. A média do tempo máximo de fonação revelou diferença estatisticamente significativa entre indivíduos com baixo peso e obesidade; peso normal e obesidade; sobrepeso e obesidade.

Conclusão: O índice de massa corporal influenciou na média da frequência fundamental dos indivíduos com sobrepeso e obesos avaliados neste estudo. A obesidade mórbida influiu na redução da média do tempo máximo de fonação.

© 2017 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

A avaliação clínica inclui uma série de possibilidades para avaliar a produção e percepção do sinal vocal. Entre os parâmetros avaliados na análise acústica da voz estão a frequência fundamental e o tempo máximo de fonação (TMF), medidas de interesse na avaliação da voz.^{1,2}

A frequência fundamental (f0), uma das principais medidas usadas para caracterizar a voz humana, está diretamente relacionada com a massa, elasticidade e o comprimento das pregas vocais e depende da pressão subglótica e da configuração do trato vocal do indivíduo.³ Ela fornece informações sobre as características do falante, como sexo, idade, estado emocional, competência hormonal e tamanho do corpo.⁴⁻⁶

Vários estudos buscam compreender a influência do índice de massa corporal (IMC), ganho de massa muscular e da menopausa em parâmetros acústicos da voz.

D'haeseleer, Depypere, Claeys e Van Lierde⁷ fizeram um estudo para verificar a correlação entre o IMC e a frequência fundamental de fala em um grupo de mulheres pré e pós-menopausa, com e sem tratamento hormonal. Os resultados

mostraram que em mulheres pós-menopausa não submetidas a tratamento hormonal o IMC aumentado foi correlacionado com aumento da f0 da fala. Essa correlação é explicada pelos autores por meio da maior quantidade de produção de estrogênio no tecido adiposo em mulheres com maior IMC.

Para analisar a correlação entre os parâmetros acústicos da voz e a altura corporal, o peso e a composição da massa corporal em jovens adultos do sexo masculino, outro estudo foi feito. Os resultados não mostraram correlação entre a composição e a distribuição da massa corporal e a f0 na altura habitual.⁴

No entanto, no que se refere ao IMC, poucos estudos^{1,2,8} afirmam que o peso corporal interfere nos valores da f0, que é menor em indivíduos obesos e maior em mulheres com baixo peso.⁹

Outra medida verificada na avaliação da voz é o tempo máximo de fonação (TMF). É uma medida acústica complementar, quantificada em segundos e usada no diagnóstico de pacientes com disfonia, bem como para verificar a evolução do tratamento. Fornece informações sobre suporte respiratório, eficiência glótica e no equilíbrio neuromuscular e aerodinâmico da produção de voz.^{3,10}

O desempenho do TMF pode ser influenciado pela capacidade vital e varia de acordo com a idade, o sexo e a altura e o peso corporal.¹¹ Os valores de TMF podem ser impactados em indivíduos de baixo peso corporal, devido ao seu mau desempenho nos testes de capacidade pulmonar, o que pode ser explicado por sua condição física e menor firmeza muscular.¹²⁻¹⁴

Salomon, Garlitz e Milbath¹⁴ relataram em seus estudos uma fraca correlação entre a capacidade pulmonar e TMF, mas uma forte correlação entre a resistência da via aérea laringea e TMF. Estudos^{2,9,15,16} com a finalidade de avaliar o TMF em indivíduos com ou sem alterações de voz, independentemente da idade e do sexo, devem considerar a interferência do IMC devido ao impacto do excesso de peso corporal no apoio da respiração abdominal para a produção de voz.

Essas medidas, disponíveis a um custo razoável,¹⁷ têm sido bem-sucedidas na comparação dos dados obtidos pré e pós tratamento fonoaudiológico, possibilitando, assim, compreender a evolução do paciente³ e a eficácia da terapia. A lacuna causada pela ausência de estudos dedicados à verificar a média do TMF e da f0 em adultos com diferentes IMC motivou esta pesquisa, que objetivou verificar se o IMC interfere na média desses parâmetros. Acredita-se que este estudo irá fornecer conhecimento e subsídios para a estudos de avaliação e análise acústica de voz em indivíduos com maior IMC.

Método

Amostra

Inicialmente, a amostra foi composta de 99 mulheres, mas 27 foram excluídas com base nos critérios de exclusão/inclusão. No fim, a amostra totalizou 84 mulheres, entre 18-40 anos e média de 26,83 (\pm 6,88). A razão pela qual as mulheres foram selecionadas para este estudo reside no fato de que são mais propensas a mudanças de voz e, mais frequentemente, procuram cuidados médicos e/ou fonoaudiológicos.¹⁸ As participantes foram agrupadas de acordo com o IMC da seguinte maneira: Grupo 1 (G1), 19 indivíduos com peso abaixo do normal (IMC abaixo de 18,50 kg/m²); Grupo 2 (G2), 23 indivíduos com peso normal (IMC entre 18,50 e 24,99 kg/m²); Grupo 3 (G3), 20 indivíduos com sobrepeso (IMC entre 25,00 e 29,99 kg/m²) e Grupo 4 (G4), 22 indivíduos obesos (IMC acima de 30,00 kg/m²).¹⁹ Para estabelecer o IMC de cada participante, todas foram pesadas e a massa corporal medida em quilogramas foi obtida utilizando-se de uma balança digital. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado utilizando o peso corporal (kg) dividido pela altura (m) ao quadrado. A altura foi medida usando uma fita métrica. As participantes mantiveram o corpo ereto, com os braços estendidos ao longo do corpo e os calcanhares juntos, com roupas leves e com os pés descalços.

Critérios de exclusão

Profissionais da voz, fumantes, indivíduos com história de transtornos de voz e de mudança da qualidade vocal de moderada a intensa (CAPE-V),²⁰ asma, refluxo gastroesofágico, alergias e/ou infecções do trato respiratório superior e/ou inferior e indivíduos que estavam no período pré-menstrual²¹ no momento da coleta de dados. Os critérios de exclusão foram estabelecidos para evitar fatores de

confusão que pudessem influenciar a produção de voz e a qualidade da voz.

Coleta de dados

Os dados foram coletados na Clínica Escola de Fonoaudiologia, em sala com ruído mínimo -50 db, medidos com um decibelímetro iCEL DL40-20. As participantes estavam na posição sentada com o microfone a 5 cm da boca. A frequência fundamental foi coletada por meio da gravação de voz com o uso da vogal [a] com intensidade e altura usuais, por um período médio de três segundos, em um computador da marca HP com microfone externo unidirecional de marca Clone, utilizando para análise o programa PRAAT,²² com faixa de amostragem de 44.100 Hz. Para a análise de vogais, o início e o fim da emissão foram descartados devido à instabilidade fonatória. Para verificar o TMF, foi solicitado a cada participante que respirasse profundamente e prolongasse a emissão da vogal o maior tempo possível, com intensidade e altura habituais. Foi utilizado o espectrograma de banda estreita, incluído no programa de análise acústica, para medir o início e o fim da emissão com a maior precisão.⁹ As vogais [a], [i] e [u] foram usadas nessa tarefa. Pediu-se a cada participante que sustentasse a produção de cada vogal duas vezes e o melhor TMF foi selecionado.

Análise estatística

Para a análise dos dados, as medidas de tendência central foram usadas para verificar o ponto médio (mediana) e a dispersão de dados (percentis). Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para verificar se houve diferenças entre os grupos quanto às variáveis estudadas. Todas as variáveis apresentaram resultados estatisticamente significativos e foram submetidas ao teste não paramétrico de Mann-Whitney.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da instituição e está em conformidade com todas as disposições da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), sob o nº 851.082/14. Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e reconheceram a confidencialidade do trabalho. Somente as informações quantitativas e qualitativas relacionadas a esta pesquisa tiveram valor para divulgação científica.

Resultados

O perfil da amostra concentrou-se na faixa de 18-40 anos, com média de 26,83, como se segue: G1 (22,37 \pm 4,57); G2 (22,43 \pm 2,35); G3 (29,35 \pm 8,71) e G4 (33,00 \pm 4,19) e seus respectivos IMC: G1 (17,47 \pm 1,16); G2 (22,09 \pm 1,59); G3 (28,97 \pm 2,47) e G4 (44,88 \pm 7,38). A **tabela 1** mostra que o valor médio de f0 foi maior em G2. G3 apresentou a menor média para essa variável. Embora a diferença de amplitude das medianas G1 e G2 seja 11 Hz, essa diferença não foi significativa (**tabela 2**). Quanto aos G3 e G4, os valores entre as medianas apresentaram-se muito próximos. A média do TMF foi maior no G2 na vogal [i] e menor no G4 na vogal [a]. Vale ressaltar que o grupo de indivíduos obesos (G4) apresentou TMF médio inferior ao limite de 10 segundos.¹¹ G2 apresentou maior f0 com resultados estatisticamente significativos quando comparados com G3 e G4 (**tabela 2**).

Tabela 1 Média e desvio-padrão de idade, f0 e TMF dos grupos avaliados quanto ao IMC

Variáveis	Idade (anos) Média DP	f0 (Hz) Média DP	TMF (s)		
			Vogal [a] Média DP	Vogal [i] Média DP	Vogal [u] Média DP
(G1) Abaixo do peso	22,37 ± 4,57	213,79 ± 24,67	11,42 ± 2,77	12,63 ± 3,20	13,16 ± 3,04
(G2) Peso normal	22,43 ± 2,35	223,48 ± 16,79	12,48 ± 2,69	13,00 ± 3,42	12,70 ± 2,70
(G3) Sobrepeso	29,35 ± 8,71	206,09 ± 27,07	11,45 ± 2,59	11,35 ± 2,25	11,70 ± 2,31
(G4) Obeso	33,0 ± 4,19	208,55 ± 24,32	9,27 ± 1,90	9,91 ± 3,36	9,41 ± 3,34

f0, frequência fundamental; IMC, índice de massa corporal; S, segundos; TMF, tempo máximo de fonação.

Tabela 2 Valores médios e percentis Q25 e Q75 e valor *p* dos grupos avaliados como idade, f0 e TMF

	Grupo	Mediana	Q25–Q75	Valor <i>p</i>
Idade	1	21,00 ^a	20,00–22,00	< 0,001
	2	22,00 ^a	21,00–23,00	
	3	27,50 ^b	22,00–39,75	
	4	33,00 ^b	28,75–35,00	
f0	1	211,00 ^a	193,00–235,00	0,033
	2	222,00 ^a	211,00–230,00	
	3	200,00 ^b	187,50–217,00	
	4	195,50 ^b	191,75–226,50	
TMF [a]	1	11,00 ^a	9,00–13,00	0,001
	2	12,00 ^a	10,00–14,00	
	3	11,50 ^a	9,00–13,75	
	4	9,00 ^b	9,00–10,25	
TMF [i]	1	12,50 ^a	10,00–16,00	0,012
	2	12,00 ^a	11,00–15,00	
	3	11,00 ^{a,b}	10,00–13,00	
	4	9,00 ^b	7,75–12,25	
TMF [u]	1	13,00 ^a	11,00–16,00	0,001
	2	12,00 ^a	10,00–15,00	
	3	11,50 ^a	10,00–13,00	
	4	8,50 ^b	7,00–12,25	

f0, frequência fundamental; TMF, tempo máximo de fonação.

Teste de Kruskal-Wallis, *p* < 0,05.

^a Nenhuma diferença estatisticamente significativa.

^b Com diferença estatisticamente significativa.

Discussão

Este estudo explorou se a f0 da voz e o tempo máximo de fonação poderiam ser influenciados pelo peso corporal, ao analisar a média desses parâmetros em quatro grupos de mulheres, com IMC diferentes.

É importante ressaltar que, apesar da diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto à idade (*tabela 1*), essa variável não foi relevante porque todas as participantes pertencem ao período de maior eficiência vocal.

A relação entre peso corporal e voz tem sido objeto de discussão em alguns estudos, indicando que os indivíduos obesos apresentem características vocais diferentes.^{1,2,8} No entanto, na literatura é escassa a avaliação desses parâmetros em indivíduos com diferentes IMC.

Um dos principais componentes acústicos da voz, a frequência fundamental, fornece informações sobre os

atributos físicos do falante, como sexo, idade, estado emocional, competência hormonal e tamanho corporal.^{4–6}

Estudos²³ relatam que a pista acústica da voz pode estar intimamente relacionada com o tamanho do corpo. No entanto, Titze²⁴ argumenta que o comprimento da prega vocal, o estresse biomecânico e a atividade do músculo laríngeo são os principais fatores responsáveis pela mudança de f0.

G2 teve uma média de f0 maior do que G1, mas essa diferença não foi estatisticamente significativa. Esse resultado difere de outro estudo que encontrou maior média de f0 em indivíduos com baixo peso e diferença significativa entre indivíduos de baixo peso e peso normal⁹ e sustenta a afirmação de Titze,²⁴ ao argumentar que o comprimento da prega vocal, o estresse biomecânico e a atividade do músculo laríngeo são as principais variáveis responsáveis pela mudança de f0.

Houve diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3/G4 e entre G2 e G3/G4 em relação a essa variável, o que corrobora estudos que mostram média de frequência fundamental para o padrão feminino em mulheres obesas.^{1,2,24} Uma possível explicação para essa diferença entre os grupos pode estar relacionada com a interferência do excesso de peso corporal no apoio da respiração abdominal para a produção de voz,^{2,9,15,16} com aumento da atividade do músculo laríngeo,¹² e resultar na redução desse valor de parâmetro.

O tempo máximo de fonação é obtido pela interação entre a capacidade total de ar disponível para a produção de voz, a força expiratória e o ajuste da laringe para o uso eficiente do ar, isto é, adução e resistência glótica.³ Esse é o parâmetro aerodinâmico mais simples e uma das medidas mais comumente usadas na avaliação clínica da voz.¹⁸ Neste estudo, a média dessa variável mostrou diferença estatisticamente significativa entre G4 e os demais grupos.

Os indivíduos com baixo peso (G1) apresentaram TMF médio mais elevado se comparados com os indivíduos com sobrepeso (G3) e obesos (G4) (*tabela 2*). Estudos^{12,13} relatam que esse parâmetro pode ser impactado em indivíduos com baixo peso devido ao mau desempenho observado em sua função pulmonar. Nossos resultados não confirmaram essa hipótese.

G1, G2 e G3 apresentaram maior média de TMF em comparação com indivíduos obesos com diferença estatisticamente significativa (*tabela 2*). Esse resultado pode ser devido ao aumento da pressão subglótica encontrado em indivíduos com maior peso corporal e explica a necessidade de superar os efeitos do aumento da resistência faríngea nesses indivíduos.⁹ Esse efeito pode ter contribuído para o esforço a fonação e reduzido a média do TMF entre os indivíduos obesos, o que explica a diferença encontrada entre os grupos.

A redução da função pulmonar devido ao aumento do tecido adiposo em torno das costelas e do abdome leva à redução da complacência torácica e da capacidade de força muscular respiratória. Isto é baseado no fato de que o excesso de peso aumenta a massa de tecido no pescoço, tórax e vias respiratórias superiores, particularmente na laringe,²⁵ e pode ter determinado a diferença encontrada entre os grupos em relação a essa tarefa.

Houve uma diferença estatisticamente significativa entre G1/G2/G3 e G4 (tabela 2). Isso também pode ser explicado pela interferência do ganho de peso no apoio da respiração abdominal durante essa tarefa,¹⁶ o que favoreceu a redução da média desse parâmetro. Esse resultado é consistente com os autores¹⁴ que mostram uma fraca correlação entre a capacidade pulmonar e o TMF, mas uma forte correlação entre a resistência da via aérea laríngea e o TMF. Este pressuposto baseia-se em resultados e achados de outros estudos, uma vez que as medidas da capacidade pulmonar e do diâmetro do trato vocal não foram investigadas em nosso estudo.

O G4 foi o grupo que apresentou menor média de TMF nas vogais [a] e [u] em comparação com outros grupos, com diferença estatisticamente significativa. Essa diferença pode ser explicada pela interferência da sensibilidade reduzida dos quimiorreceptores em indivíduos obesos, o que é compensado pela hiperatividade dos músculos dilatadores faríngeos,²⁶ reduzindo, assim, a emissão sustentada dessas vogais.

Não foram encontradas diferenças significativas entre G3 e G4 em relação ao TMF da vogal [i] (tabela 2). Esse resultado pode refletir as características dessa vogal. Como é uma vogal tensa, pode exigir maior esforço vocal, necessidade de superar os efeitos da resistência faríngea²⁷ e reduzido a média do TMF nas mulheres com maior peso corporal.

Este estudo buscou colaborar com a literatura e forneceu resultados preliminares sobre medidas acústicas de voz em mulheres com diferentes IMC. Com base nos resultados do estudo, sugere-se que, durante a avaliação das medidas de TMF, o IMC de indivíduos com sobrepeso e obesos também seja levado em conta.

Limitações do estudo

Este estudo teve algumas limitações que não puderam ser resolvidas. O número de participantes poderia ter sido maior, mas o critério de exclusão para evitar fatores de confusão reduziu o tamanho da amostra. Estudos futuros poderiam fornecer subsídios para a obtenção de informações confiáveis sobre a avaliação endoscópica do diâmetro do trato vocal de mulheres com diferentes IMC e a avaliação videolaringoscópica. O acesso a essas técnicas, entretanto, é limitado e caro.

Conclusão

Os resultados sugerem que os valores reduzidos de f0 foram influenciados pelo peso corporal em indivíduos com sobrepeso e obesidade.

As mulheres obesas apresentaram TMF menor, o que pode ter sido influenciado pelo aumento do tecido adiposo ao redor das costelas e abdome, o que favorece uma forte redução desse parâmetro.

Os resultados deste estudo mostraram que, embora os elementos anatômicos sejam idênticos entre os indivíduos, eles não apresentam as mesmas características fisiológicas, razão pela qual a compreensão da influência do peso

corporal nos parâmetros acústicos da voz durante a avaliação vocal é uma tarefa relevante a ser considerada.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. da Cunha MGB, Passerotti GH, Weber R, Zilberstein B. Caracterização da voz do indivíduo portador de obesidade mórbida. *Arq Bras Cir Dig.* 2009;22:76–81.
2. Souza LBRS, Pereira RM, Santos MM, Godoy CMA. Fundamental frequency, phonation maximum time and vocal complaints in morbidly obese women. *Arq Bras Cir Dig.* 2014;27:43–6.
3. Souza BRS. Atuação fonoaudiológica em voz. Rio de Janeiro: Revinter; 2010.
4. Hamdaman AL, Tabri ABIR, Saade D, Kutkut R, Sinnos I, Nas-sar J. Relationship between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *J Voice.* 2012;26:143–7.
5. Hirano M, Koike Y, Von Leden H. Maximum phonation time and air usage during phonation. *Folia Phoniatr Logop.* 1968;20:185–201.
6. Hughes SM, Dispenza F, Gallup GGJR. Ratings of voice attractiveness predict sexual behavior and body configuration. *Evol Hum Behav.* 2004;25:295–304.
7. D'haeseleer E, Depypere H, Claeys S, Van Lierde KM. The relation between body mass index and speaking fundamental frequency in premenopausal and postmenopausal women. *Menopause.* 2011;18:754–8.
8. Bortolotti P, Andrada e Silva MA. Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Dist Comun.* 2005;17:149–60.
9. Barsties B, Verfaillie R, Roy N, Maryn Y. Do body mass index and fat volume influence vocal quality, phonatory range, and aerodynamics in females? *CoDAS.* 2013;25:310–8.
10. Celebi S, Yelken K, Develioglu ON, Topak M, Celik O, Ipek HD, et al. Acoustic perceptual and aerodynamic voice evaluation in an obese population. *J Laryngol Otol.* 2013;127:1–4.
11. Cielo CA, Cappellari VM. Tempo máximo de fonação de crianças pré-escolares. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74:552–60.
12. Kantarci F, Mihmanti I, Demirel MK, Harmanci K, Akman C, Aydogan F, et al. Normal diaphragmatic motion and the effects of body composition: determination with M-mode sonography. *J Ultrasound Med.* 2004;23:255–60.
13. Lan CC, Su CP, Chou LL, Yang MC, Lim C, WU YK. Association of body mass index with exercise cardiopulmonary responses in lung function-matched patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung.* 2012;41:374–81.
14. Solomon NP, Garlitz SJ, Milbrath RL. Respiratory and laryngeal contributions to maximum phonation duration. *J Voice.* 2000;14:331–40.
15. Sataloff RT. Professional voice: the science and art of clinical care. 3rd ed. San Diego, CA: Plural Publishing; 2005.
16. Sapienza C, Ruddy BH. Voice disorders: a textbook. San Diego, CA: Plural Publishing; 2009.
17. Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, et al.; Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2001;258:77–82.

18. Cohen SM, Kim J, Roy N, Asche C, Courey M. Prevalence and causes of dysphonia in a large treatment-seeking population. *Laryngoscope*. 2012;122:343–8.
19. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization; 1995.
20. Yamasaki R, Madazio G, Leão SHS, Padovani M, Azevedo R, Behlau M. Auditory-perceptual evaluation of normal and dysphonic voices using the voice deviation scale. *J Voice*. 2016;31:67–71.
21. Souza LBR, Monteiro DF, Araujo TFS. Análise acústica da voz falada nos períodos pré e pós-menstrual: estudo comparativo. *Rev Ciênc Méd Biol*. 2008;7:115–22.
22. Boersma P, Weenink D. PRAAT: doing phonetics by computer, Version 5.1.35 [computer program]. Amsterdam, The Netherlands: Institute of Phonetic Sciences; 2011 [cited 2011 Sep 25]. Available from: <http://www.praat.org>
23. Rendall D, Kollias S, Ney C, Lloyd P. Pitch (F0) and formant profiles of human vowels and vowel-like baboon grunts: the role of vocalizer body size and voice acoustic allometry. *J Acoust Soc Am*. 2004;117:944–55.
24. Titze IR. Vocal fold mass is not a useful quantity for describing F0 in vocalization. *J Speech Lang Hear Res*. 2011;54:520–2.
25. Salomon NP, Helou LB, Dietrich-Burns K, Stojadinovic A. Do obesity and weight loss affect vocal function? *Semin Speech Lang*. 2011;32:31–42.
26. Aloé F, Pedroso A, Tavares S, Barbosa RC. Ronco e síndrome da apnéia obstrutiva do sono. *Fono Atual*. 1997;1:34–9.
27. Vasquez AC, Rosado L, Ribeiro RC, Franceschini S, Geloneze B. Antropometria e resistência à insulina. *Arq Bras Cardiol*. 2009;95:14–23.