

# FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL, TEMPO MÁXIMO DE FONAÇÃO E QUEIXAS VOCAIS EM MULHERES COM OBESIDADE MÓRBIDA

*Fundamental frequency, phonation maximum time and vocal complaints in morbidly obese women*

Lourdes Bernadete Rocha de **SOUZA**, Rayane Medeiros **PEREIRA**,  
Marquiony Marques dos **SANTOS**, Cynthia Meida de Almeida **GODOY**

Trabalho realizado pelo Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte -UFRN, no Serviço de Cirurgia da Obesidade e Doenças Relacionadas- SCODE- do Hospital Universitário Onofre Lopes da UFRN, Natal, RN, Brasil.

**RESUMO - Racional:** Sujeitos obesos apresentam deposição anormal de gordura no trato vocal que podem interferir nos parâmetros acústicos da voz e consequente queixa vocal. **Objetivo:** Verificar a frequência fundamental, o tempo máximo de fonação e as queixas vocais de mulheres com obesidade mórbida. **Métodos:** Estudo observacional, transversal e descritivo. Participaram 44 mulheres com obesidade mórbida, idade média de 42,45 ( $\pm 10,31$ ) anos de idade como grupo estudo e 30 mulheres sem obesidade, grupo controle, com média de 33,79 ( $\pm 4,51$ ) anos de idade. A gravação da voz foi realizada em ambiente silencioso, em laptop utilizando o programa ANAGRAF de análise acústica dos sons da fala. Para extrair os valores de frequência fundamental foi solicitado a emissão da vogal /a/ em intensidade e altura habituais, por um período em média de três segundos. Após a gravação da voz, foi solicitado a produção sustentada das vogais [a], [i] e [u] em intensidade e altura habituais, utilizando-se de cronômetro para mensurar o tempo que cada participante podia sustentar cada vogal. **Resultados:** As mulheres com obesidade mórbida, na sua maioria 31(70,5%) apresentaram queixa vocal, com percentual maior para as queixas de cansaço ao falar 20(64,51%) e falhas na voz 19(61,29%) seguidos de ressecamento na garganta 15(48,38%) e esforço ao falar 13(41,93%). Não houve diferença estatisticamente significativa da média da frequência fundamental da voz em ambos os grupos; no entanto houve diferença significativa na média do tempo máximo de fonação entre os dois grupos. **Conclusão:** O aumento de tecido adiposo no trato vocal interferiu nos parâmetros vocais do grupo analisado.

**DESCRITORES** - Obesidade mórbida. Voz. Tecido adiposo. Cirurgia bariátrica.

## Correspondência:

Lourdes Bernadete Rocha de Souza  
E-mail: hsouza660@gmail.com

Fonte de financiamento: não há  
Conflito de interesses: não há

Recebido para publicação: 09/07/2013  
Aceito para publicação: 28/11/2013

**HEADINGS** - Obesity, morbid. Voice. Adipose tissue. Bariatric surgery

**ABSTRACT- Background:** Obese people have abnormal deposition of fat in the vocal tract that can interfere with the acoustic voice. **Aim:** To relate the fundamental frequency, the maximum phonation time and voice complaints from a group of morbidly obese women. **Methods:** Observational, cross-sectional and descriptive study that included 44 morbidly obese women, mean age of 42.45 ( $\pm 10.31$ ) years old, observational group and 30 women without obesity, control group, with 33.79 ( $\pm 4.51$ ) years old. The voice recording was done in a quiet environment, on a laptop using the program ANAGRAF acoustic analysis of speech sounds. To extract the values of fundamental frequency the subjects were asked to produce vowel [a] at usual intensity for a period in average of three seconds. After the voice recording, participants were prompted to produce sustained vowel [a], [i] and [u] at usual intensity and height, using a stopwatch to measure the time that each participant could hold each vowel. **Results:** The majority, 31(70.5%), had vocal complaints, with a higher percentage for complaints of vocal fatigue 20(64.51%) and voice failures 19(61.29%) followed by dryness of the throat in 15 (48.38%) and effort to speak 13(41.93%). There was no statistically significant difference regarding the mean fundamental frequency of the voice in both groups, but there was significance between the two groups regarding maximum phonation. **Conclusion:** Increased adipose tissue in the vocal tract interfered in the vocal parameters.

## INTRODUÇÃO

Voz equilibrada é caracterizada por uma série de fatores que vão desde a anatomia e fisiologia das estruturas laringeas, até ajustes do trato vocal empregados durante a produção da voz. O desequilíbrio desses fatores envolvidos pode gerar diferentes características vocais. Dentre elas a frequência fundamental é um dos principais componentes acústicos da voz, determinada pela vibração das pregas vocais, que agem como uma fonte para a produção do som e de informações sobre os atributos físicos de falante. Estes incluem sexo, idade, estado emocional, competência hormonal e tamanho do corpo do falante<sup>11,12,13</sup>.

A correlação entre a forma do corpo e a frequência fundamental parece plausível em alguns casos, tendo em conta o fato de ser a laringe alvo hormonal<sup>4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18</sup>. No entanto, há estudos que têm mostrado que o peso e a configuração do corpo de adultos masculinos e femininos estão negativamente correlacionados com a frequência fundamental<sup>8</sup>.

É amplamente aceito que a obesidade é um problema crescente nas populações de todos os países desenvolvidos e, cada vez mais, em países em desenvolvimento<sup>2</sup>. Descrevem autores<sup>17</sup> que sujeitos obesos apresentam deposição anormal de gordura na úvula, palato mole, paredes laterais e posterior da faringe, e região posterior de língua, estruturas estas pertencentes à composição do trato vocal. Devido ao acúmulo anormal de gordura nas vias aéreas superiores, existe aumento do espessamento das paredes laterais da faringe, do tamanho da língua e do comprimento da massa do palato mole.

Autores<sup>1</sup> relatam que, devido à presença do depósito de tecido adiposo em região rinofaríngea, orofaríngea e laringe, existe modificação de estreitamento geométrico das vias aéreas superiores (traquéia extratorácica, laringe, faringe e nariz). Essa alteração provoca redução no funcionamento e na sensibilidade de quimiorreceptores respiratórios que é compensado por hiperatividade da musculatura dilatadora faríngea. Isso ocorre devido ao aumento das fibras musculares do tipo II nos músculos dilatadores das vias aéreas e resulta na capacidade elevada para gerar tensão<sup>6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16</sup>.

Autores<sup>9</sup> concluíram em seus estudos com obesos mórbidos que, embora os padrões de adiposidade não tenham afetado a força muscular inspiratória, a adiposidade do pescoço foi associada com a menor resistência muscular respiratória. Além disso, a gordura do pescoço parece dificultar a capacidade de mobilizar o fluxo respiratório.

O suporte respiratório também interfere na medida dos tempos máximos de fonação (TMF). Esta avaliação é usada na clínica fonoaudiológica para verificar a eficiência vocal e permite a observação quantificativa do som. É medida indireta e confiável que possibilita verificar se o indivíduo apresenta condições em controlar as forças aerodinâmicas da corrente pulmonar e as mioelásticas da laringe<sup>14</sup>.

Na literatura, autores<sup>3</sup> consideram valores médios

do TMF ao redor de 14 segundos para mulheres e o adotam como teste de eficiência glótica na sustentação das vogais, em frequência e intensidade habituais.

Estudos realizados<sup>12</sup> objetivaram avaliar 25 indivíduos de cada gênero e definiram que valores de tempo máximo de fonação inferiores à 10 segundos são considerados patológicos. Sugerem, ainda, que este fato se deve ao controle glótico ou funcionamento respiratório ineficiente.

Diante desses argumentos apresentamos as seguintes perguntas de investigação, o que objetiva este estudo: 1) será que o acúmulo de tecido adiposo em decorrência da obesidade mórbida poderia causar variações acústicas na voz desses indivíduos, uma vez que existe modificação no espaço do trato vocal? 2) será que o esforço compensatório de regiões inferiores ou superiores à região de aumento tecidual - como a região laringofaríngea - pode provocar alterações no TMF?

Diante dessas hipóteses o presente estudo apresenta como objetivo relacionar a frequência fundamental, o tempo máximo de fonação e a queixa vocal de mulheres com e sem obesidade mórbida.

## MÉTODO

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da instituição sob o número 207.630/2013. É estudo observacional, transversal e descritivo realizado com pacientes encaminhados ao setor de cirurgia bariátrica de um hospital universitário. Participaram 44 mulheres com obesidade mórbida, idade média de 42,45(±10,31) anos como grupo obesidade (GO) e 30 mulheres sem obesidade, grupo controle (GC), média de 33,79 (±4,51) anos. Os dados para compor os resultados do grupo controle foram obtidos a partir de um banco de dados de estudo anterior. Para exclusão do grupo controle os critérios estabelecidos foram: fumantes, queixas vocais, ter sido entubado, problemas relacionados a tireóide, reposição hormonal, virose e alergia no momento da gravação. As pacientes com obesidade mórbida receberam comunicado sobre a pesquisa e puderam se candidatar como sujeitos voluntários. Todas foram selecionadas obedecendo os seguintes critérios de inclusão: índice de massa corporal acima de 35 kg/m<sup>2</sup>; não realizando reposição hormonal e/ou tratamento medicamentoso; não ser fumante; não ter sido entubada; e não possuir alteração de tireóide, como hiper ou hipotireoidismo. Esses critérios foram adotados para que nenhum fator secundário à obesidade interferisse na qualidade vocal dos participantes. Elas receberam carta de esclarecimento junto ao termo de consentimento livre e esclarecido para ciência e autorização de sua participação nesta pesquisa. Em seguida, foi preenchida uma ficha de identificação dos voluntários com idade e questões relacionadas aos critérios de inclusão e se apresentavam queixas vocais - rouquidão, perda da voz, cansaço ao falar, falta de ar, sensação de bolo na garganta, dor ou ardor na garganta, ressecamento na garganta, falhas na voz, esforço ao falar e necessidade de

pigarrear. Essas questões foram formuladas com o intuito de caracterizar o grupo. A gravação da voz foi realizada em ambiente silencioso, em laptop com microfone externo unidirecional acoplado e utilizando o programa ANAGRAF de análise acústica dos sons da fala<sup>10</sup> considerando a faixa de amostragem de 22050. Para a coleta da voz cada paciente ficou na posição sentada com o microfone a 5 cm de sua boca. Para extrair os valores da frequência fundamental foi solicitada a emissão da vogal [a] em intensidade e altura habituais, por período em média de três segundos. Para análise foi eliminado o início e o fim da emissão por suas características irregulares, as quais ocorrem devido à instabilidade fonatória. Após a gravação, foi solicitado às participantes a produção sustentada das vogais [a], [i] e [u] em intensidade e altura habituais, utilizando-se de cronômetro marca Stopwatch Vitesse para mensurar o tempo que podia sustentar cada vogal.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do software PSPP. A análise descritiva considerou as frequências absolutas e relativas, além de medidas de tendência central (média) e dispersão (desvio-padrão). Para verificar a associação entre as variáveis qualitativas foi utilizado o teste Exato de Fisher e o Qui-quadrado e para a análise das variáveis dependentes e independentes o teste não paramétricos de Mann-Whitney, com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

O perfil da amostra GO apresentou-se concentrado na faixa etária de 28 a 68 anos de idade (média 41,95) e o do GC estava concentrado na faixa etária entre 26 e 44 anos (média 33,79) (Tabela1).

Na sua maioria 31(70,5%) do GO teve queixa vocal com percentual maior para as de cansaço ao falar 20(64,51%) e falhas na voz 19(61,29%) seguidos de ressecamento na garganta 15(48,38%) e esforço ao falar 13(41,93%). Vale ressaltar que cada participante podia indicar mais de uma queixa vocal.

**TABELA 1** - Média e desvio-padrão da faixa etária, número e percentual das queixas vocais apresentada pelos dois grupos

Variáveis	Grupo GO (n = 44)	Grupo GC (n = 30)
Faixa etária	41,95 (±10,0)	33,79 (±4,51)
Queixa vocal		---
Sim	31 (70,5%)	---
Cansaço ao falar	20 (64,51%)	---
Falhas na voz	19 (61,29%)	---
Ressecamento na garganta	15 (48,38%)	---
Esforço ao falar	13 (41,93%)	---
Não	13 (29,5%)	30 (100%)

Os resultados da análise acústica da frequência fundamental e TMF estão apresentados na Tabela 2. Os resultados revelaram que ele apresentou alta significância comprometendo o GO.

**TABELA 2** - Médias das variáveis da frequência fundamental e do tempo máximo de fonação das vogais, seus valores máximo e mínimo e respectivos valores de p.

	N	Média	Valores mínimo e máximo	p
Frequência fundamental				
(GO)	44	196,48(±35,52)	94 - 265	0,891
(GC)	30	204,00(±18,53)	167-244	
TMF da vogal sustentada [a]				
(GO)	44	9,16(±2,18)	4 - 15	0,026*
(GC)				
TMF da vogal sustentada [i]				
(GO)	44	9,89(±3,12)	4 - 17	0,048*
(GC)				
TMF da vogal sustentada [u]				
(GO)	44	9,39(±3,15)	4 - 18	0,008*
(GC)				

p<0,005\*- Teste não paramétrico de Mann-Whitney (frequência fundamental) e teste Qui-quadrado (TMF)

**TABELA 3** - Médias do tempo máximo de fonação das vogais do GO, seus valores máximo e mínimo e respectivos valores de p

	N	Média	Valores mínimo e máximo	p
TMF da vogal sustentada [a]	44	9,16(±2,18)	4 - 15	0,008*
TMF da vogal sustentada [i]	44	9,89(±3,12)	4 - 17	0,546
TMF da vogal sustentada [u]	44	9,39(±3,15)	4 - 18	0,327

p<0,005\* - Exato de Fisher

## DISCUSSÃO

É amplamente aceito que a obesidade é problema de saúde pública nas populações de todos os países.

O grupo estudado totalizou 74 indivíduos, sendo 44 mulheres com obesidade mórbida (GO) e 30 mulheres sem obesidade (GC), compondo o grupo controle.

Conforme demonstra a Tabela 1, o GO apresentou elevado percentual de queixa vocal. Esses dados podem ser justificados baseados no argumento de autores<sup>6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16</sup> ao citarem que indivíduos com obesidade apresentam aumento das fibras musculares do tipo II nos músculos dilatadores das vias aéreas e resulta na capacidade elevada para gerar tensão. A gordura do pescoço parece dificultar a capacidade de mobilizar o fluxo respiratório, dificultando a coordenação da respiração com a fonação e faz surgir o esforço vocal e, conseqüentemente, as queixas vocais.

Apesar da média da frequência fundamental ser menor no GO que no GC, esta diferença não foi estatisticamente significativa (Tabela 2) e demonstra que a obesidade no grupo desse estudo não interferiu nos valores dessa variável, concordando com estudos realizados por autores<sup>8</sup> quando concluíram que o peso e a configuração do corpo de adultos masculinos e femininos foram negativamente correlacionados com a frequência fundamental. Acrescentam que este fato pode ser justificado pelo crescimento da laringe humana,

a qual não é dependente do tamanho do corpo.

A média da frequência fundamental do GO encontrada neste estudo ( $196,48 \pm 35,52$ ), apesar de ser considerada grave para o padrão feminino, estão próximas de valores encontrados em outros estudos realizados com indivíduos obesos<sup>5,6,7</sup>, 188, Hz e 192,18 Hz respectivamente. Esses resultados são condizentes com os argumentos de autores<sup>1</sup> quando relataram que o aumento de tecido adiposo no trato vocal desses indivíduos favorece a redução no funcionamento e na sensibilidade de quimiorreceptores respiratórios e consequente hiperatividade da musculatura dilatadora faríngea, o que faz inferir que o aumento da tensão da musculatura extrínseca da laringe, responsável secundariamente pela frequência da voz, pode ter sido responsável pela redução da frequência fundamental.

O tempo máximo de fonação é alcançado por três fatores fisiológicos: capacidade do ar total disponível para a produção da voz, força expiratória e ajuste da laringe para o uso eficiente do ar, isto é, resistência glótica<sup>19</sup>.

Neste estudo o TMF foi estatisticamente significante entre os dois grupos em todas as três vogais sustentadas. Este resultado pode ser justificado pela adiposidade do pescoço em indivíduos obesos associada à menor resistência muscular respiratória<sup>9</sup>. Além disso, a gordura do pescoço parece dificultar a capacidade do indivíduo obeso em mobilizar o fluxo respiratório, com dificuldade em realizar movimentos respiratórios na mesma amplitude realizada pelos indivíduos normais, o que explica o desequilíbrio entre as forças mioelásticas e aerodinâmicas da laringe e resulta em TMFs reduzidos<sup>7</sup>.

Observou-se assim que os indivíduos portadores de obesidade deste estudo apresentaram valores de TMF muito reduzidos, concordando com resultados de outros estudos<sup>5-7</sup>. As mulheres do GC, apesar de apresentarem média reduzida desta variável se comparadas à literatura<sup>3</sup>, foi maior que 10 segundos, o que não foi encontrado no grupo de indivíduos portadores de obesidade mórbida (GO). Vale ressaltar a observação quanto à pesquisas que objetivaram avaliar o TMF em indivíduos sem obesidade e também encontraram resultados aquém dos padrões estabelecidos<sup>15</sup>.

Ao comparar os valores da média do TMF das três vogais do GO, houve diferença estatisticamente significante entre a vogal [a] e as vogais [i] e [u]. Este resultado pode ser explicado pelos ajustes motores do trato vocal durante a produção da vogal [a]. Ela é vogal baixa, sem a interferência do apoio da língua e dos lábios conforme acontece na articulação das vogais [i] e [u] respectivamente, o que pode ter acontecido pela redução no funcionamento e na sensibilidade de quimiorreceptores, compensado por hiperatividade da musculatura dilatadora faríngea<sup>1</sup>, minimizando, assim, o tempo de sustentação desta vogal.

Este estudo buscou colaborar com a literatura e forneceu resultados preliminares sobre medidas objetivas da voz e das queixas vocais apresentadas por mulheres com obesidade mórbida. Sugere-se que a avaliação vocal e a fonoterapia desses pacientes devem ser pautadas levando em consideração a interferência da obesidade mórbida na voz.

## CONCLUSÃO

As mulheres portadoras de obesidade mórbida apresentaram tempo máximo de fonação reduzido, com menor tempo de sustentação da vogal [a], e média da frequência fundamental grave para o padrão feminino. As principais queixas vocais foram cansaço ao falar e falhas na voz. O aumento de tecido adiposo no trato vocal interferiu nos parâmetros vocais do grupo analisado.

## REFERÊNCIAS

1. Aloé F, Pedroso A, Tavares S, Barbosa RC. Ronco e síndrome da apnéia obstrutiva do sono. *FonoAtual*. 1997;1(1):34-9.
2. Bale E, Berreth R. The obese patient. Anaesthetic issues: airway and positioning. *Journal of Perioperative Practice*. 2010, 20(8), p.294(6)
3. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Gielow I, Rehder MI. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias. In: Behlau M (org). *Voz: o livro do especialista II*. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. p.410-529.
4. Bellido R O, Duprat A, Santos A. Immunohistochemical searching for estrogen and progesterone receptors in women vocal fold epithelia. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008;74:487-493.
5. 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. *Distúrbios da Comunicação*, 2005;17(2):149-160.
6. Carrera M, Barbe F, Sauleda J, et al. Patients with obstructive sleep apnea exhibit genioglossus dysfunction that is normalized after treatment with continuous positive airway pressure. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159:1960-6.
7. Cunha MGB, Passerotti GH, Weber R, Zilberstein B. Caracterização da voz do indivíduo portador de obesidade mórbida. *ABCD, arq. bras. cir. dig*. 2009;22(2):76-81
8. Evans S, Neave N, Wakelin D. Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: an evolutionary explanation for deep male voice. *Biol Psychol*. 2006;72:160-163.
9. Gonçalves MJ, Lago STS, Godoy EP, Fregonezi GAF, Bruno SS. Influence of Neck Circumference on Respiratory Endurance and Muscle Strength in the Morbidly Obese. *Obes Surg*. 2011; 21:1250-1256
10. GURLEKIAN, JA. El Laboratorio de Audición y Habla del LIS. In: GUIRAO M. *Procesos Sensoriales y Cognitivos*. Editorial Dunken: Buenos Aires, 1997.
11. Handaman AL, Al-Barazi R, Tabri D, Saade R, Kutkut I, Sinno S, Nassar J. Relationship Between Acoustic Parameters and Body Mass Analysis in Young Males. *J Voice* 2012, 26( 2):143-147.
12. Hirano M, Koike Y, Von Leden H. Maximum phonation time and air usage during phonation. *Folia Phoniatr* 1968;20:185-201.
13. Hughes SM, Dispenza F, Gallup GG Jr. Ratings of voice attractiveness predict sexual behavior and body configuration. *Evol Hum Behav*. 2004;25:295-304.
14. Mehta DD, Hillman RE. Voice Assessment: updates on perceptual, acoustic, aerodynamic, and endoscopic image methods. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2008;16(3):211-5.
15. Mendonça RA, Sampaio TMM, Provenzano L. Medida do tempo máximo de fonação de professoras do município de Niterói/rj. *Rev. CEFAC*. 2012.14(6):1204-1208
16. Mezanotte WS, Tangel DJ, White DP. Waking genioglossal electromyogram in sleep apnea patients versus normal controls (a neuromuscular compensatory mechanism). *J Clin Invest*. 1992;89:1571-9.
17. Moura SMGPT. Efeito agudo do CPAP nasal no controle ventilatório e na capacidade de exercício de pacientes normotônicos com síndrome da apnéia do sono obstrutiva [dissertação]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista de Medicina; 1996.
18. Newman SR, Butler J, Hammond E, Gray S. Preliminary report on hormone receptors in the human vocal fold. *J Voice*. 2000;14:72-81.
19. Yanagihara N, Von Leden M. Respiration and phonation. *Folia Phoniatr* 1967;19:153-66.