

Patrícia de Freitas Lopes Genilhú<sup>1</sup>  
Ana Cristina Côrtes Gama<sup>1</sup>

# Medidas acústicas e aerodinâmicas em cantores: comparação entre homens e mulheres

## *Acoustic and aerodynamic measures in singers: a comparison between genders*

### Descritores

Voz  
Acústica  
Avaliação  
Música  
Disfonia

### Keywords

Voice  
Acoustics  
Evaluation  
Music  
Dysphonia

### RESUMO

**Objetivo:** Comparar medidas acústicas e aerodinâmicas da voz em homens e mulheres cantores. **Método:** Trata-se de um estudo transversal, observacional, comparativo, com amostra de conveniência. Participaram do estudo 30 homens e 30 mulheres cantores. Foi realizada avaliação das medidas acústicas (intensidade e frequência fundamental) e aerodinâmicas (tempo de expiração, pressão aérea, fluxo de ar expirado e vozeado, volume expiratório, potência e resistência aerodinâmica, impedância acústica e eficiência aerodinâmica) durante a emissão da sílaba /pá/ em frequência e intensidade habituais, sete vezes consecutivas. Estas emissões permitem a extração de medidas de pressão aérea (obtidas da consoante plosiva /p/ que estima a pressão glótica) e das medidas de fluxo aéreo e acústicas da voz (obtidas da vogal /a/ da sílaba /pá/). **Resultados:** Na comparação de homens e mulheres cantores, as mulheres apresentam maiores valores de frequência fundamental, e não houve diferenças na avaliação de valores das medidas aerodinâmicas entre os gêneros. **Conclusão:** Os valores das medidas aerodinâmicas não se diferenciam entre mulheres e homens cantores.

### ABSTRACT

**Purpose:** Compare acoustic and aerodynamic voice measures between male and female singers. **Methods:** A cross-sectional, observational, comparative study conducted with a convenience sample. Study participants were 30 male and 30 female singers. Acoustic (vocal intensity and fundamental frequency) and aerodynamic (expiration time, air pressure, expiratory and voice airflow, expiratory volume, aerodynamic power and resistance, acoustic impedance, and aerodynamic efficiency) measures were assessed during emission of the syllable /pá/, at usual frequency and intensity, for seven consecutive times. These emissions enable extraction of air pressure measures (obtained by the plosive consonant /p/, which estimates glottic pressure), as well as of airflow and acoustic voice measures (obtained by the vowel /a/ and the syllable /pá/). **Results:** Women presented higher values of fundamental frequency compared with those of men. No differences were identified in the evaluation of aerodynamic measures between the groups. **Conclusion:** Values of aerodynamic measures do not differ between male and female singers.

#### Autor para correspondência:

Patrícia de Freitas Lopes Genilhú  
Departamento de Fonoaudiologia,  
Faculdade de Medicina, Universidade  
Federal de Minas Gerais – UFMG  
Av. Alfredo Balena, 190, sala 249,  
Santa Efigênia, Belo Horizonte (MG),  
Brasil, CEP: 30130-100.  
E-mail: fonolopes@gmail.com

Recebido em: Novembro 11, 2017

Aceito em: Janeiro 24, 2018

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>1</sup> Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

**Fonte de financiamento:** nada a declarar.

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



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## INTRODUÇÃO

A qualidade vocal de um indivíduo é produto da interação de forças aerodinâmicas, caracterizadas pelo fluxo aéreo expirado, com as forças mioelásticas da laringe, além das contribuições do filtro do trato vocal<sup>(1)</sup>. A laringe funciona como um transdutor de energia aerodinâmica em energia acústica. O fluxo de ar é transformado em energia acústica, por meio dos ciclos de abertura e fechamento das pregas vocais. É o sistema respiratório que fornece a energia necessária para a fonação, portanto, alterações neste sistema podem afetar profissionais que utilizam a voz como instrumento de trabalho<sup>(2)</sup>.

A produção da voz tem uma função multidimensional, e avaliando os diversos parâmetros vocais é possível: 1. quantificar melhor a qualidade da voz; 2. compreender os efeitos de um tratamento, seja ele cirúrgico, medicamentoso ou fonoterápico; e 3. correlacionar os diferentes dados da avaliação vocal, para uma melhor compreensão dos mecanismos funcionais envolvidos na fonação<sup>(2-3)</sup>.

É muito importante realizar a avaliação das medidas aerodinâmicas de cantores, pois eles utilizam a respiração como a base para a adequada produção da qualidade da voz cantada. O aumento do fluxo aéreo e da pressão subglótica são acionadas a todo o instante e qualquer ineficiência respiratória, ou laríngea, pode prejudicar a produção do canto<sup>(4)</sup>. A literatura relata que cantores se diferenciam da população em geral nos valores das medidas aerodinâmicas devido ao treinamento muscular que eles realizam<sup>(5)</sup>. Cantores tendem a apresentar menores valores de fluxo aéreo e pressão subglótica do que não cantores, mostrando que estes profissionais apresentam uma maior eficiência aerodinâmica<sup>(6)</sup>.

Em uma pesquisa realizada com cantores de diferentes estilos musicais, observou-se que as medidas aerodinâmicas de pressão subglótica e de volume de ar expirado mostraram-se diferentes, pois cada cantor realiza adaptações vocais particulares ao idioma, tipo de música, interpretação e características próprias do indivíduo<sup>(4)</sup>.

O ato de cantar exige controle e precisão da respiração e da fonação, portanto, maior eficiência do fluxo de ar na glote<sup>(6)</sup>. A falta de harmonia em uma das funções desses sistemas pode gerar desequilíbrios e afetar a capacidade de manter uma qualidade sonora adequada<sup>(7)</sup>. Quando se tem um bom treinamento respiratório no canto, pode-se dizer que o fluxo de ar na glote é utilizado de forma adequada.

A análise aerodinâmica da voz está se tornando cada vez mais viável e comum no cenário da clínica vocal, como resultado de avanços científicos. As primeiras medidas aerodinâmicas foram diretas, portanto invasivas, já que mediam a pressão subglótica por meio de punção da membrana cricóideia<sup>(8)</sup>. O avanço tecnológico permitiu a extração das medidas aerodinâmicas de forma indireta, e parâmetros de fluxo aéreo e pressão subglótica passaram a ser estimados a partir de medidas da pressão intraoral<sup>(9)</sup>.

As diferenças anatômicas e funcionais na laringe e as características acústicas da voz de homens e mulheres já foram analisadas pela literatura de forma aprofundada<sup>(10-12)</sup>. Poucos estudos, porém, analisaram as diferenças nos parâmetros aerodinâmicos de fluxo aéreo e pressão aérea subglótica relacionadas ao

gênero<sup>(13-15)</sup>, e a literatura não apresenta nenhuma pesquisa que tenha analisado estas diferenças em cantores.

Compreender as características acústicas e aerodinâmicas da voz em cantores, e as diferenças destes aspectos relacionadas ao gênero, são importantes para subsidiar o treinamento vocal de cantores. Sabe-se que as diferenças anatômicas do aparelho fonador masculino e feminino interferem nas características acústicas da voz<sup>(10-12)</sup> e nos parâmetros aerodinâmicos da voz falada<sup>(13-15)</sup>, mas as diferenças geradas pelo gênero nos parâmetros acústicos e aerodinâmicos da voz de cantores ainda não foram analisadas pela literatura da área. Supõe-se que homens e mulheres cantores possuem diferentes medidas acústicas e aerodinâmicas da voz, em decorrência das diferenças anatômicas da laringe e do aparelho respiratório.

O objetivo deste estudo é comparar os valores dos parâmetros acústicos e aerodinâmicos de homens e mulheres cantores.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal, observacional, comparativo, com amostra de conveniência, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob o número CAAE 48085815.2.0000.5149. Todos os indivíduos foram informados quanto aos objetivos e procedimentos do estudo e, após concordância, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participaram da pesquisa 60 indivíduos de ambos os gêneros, sendo 30 homens com idade de 19 a 48 anos (média de 28,6 anos) e 30 mulheres com idade de 18 a 36 anos (média de 26,1 anos). Os grupos foram pareados por idade ( $p=0,208$ ), gênero musical e tempo de experiência em voz cantada. Todos os participantes foram recrutados em escolas de canto.

Foram critérios de inclusão ser cantor profissional ou amador; sem queixas e/ou alterações vocais; com presença de laringe normal; e com faixa etária de 18 a 55 anos, por ser o período de maior estabilidade vocal, eliminando assim, quaisquer alterações relacionadas à fase da muda vocal ou ao avanço da idade. Foram excluídos os participantes que informaram ser fumantes, mulheres grávidas ou no período menstrual.

Para avaliação laríngea, foi realizado exame de videolaringoscopia de alta velocidade, que capta com precisão e nitidez as fases de abertura e fechamento glótico, utilizando o equipamento SL da Kay PentaxTM, model 6103, Lincoln Park NJ USA, por um mesmo médico Otorrinolaringologista. Foram consideradas laringes normais aquelas cujos exames apresentaram fechamento glótico completo, ou nos casos das mulheres com fenda triangular posterior, e sem presença de lesões em ambas as pregas vocais.

Para avaliação da presença de queixa vocal e da qualidade da voz, todos os participantes foram avaliados por uma fonoaudióloga especialista em voz com mais de cinco anos de prática. Foram elegíveis os participantes sem queixa vocal e com qualidade vocal neutra.

Com relação às características da voz cantada, foram considerados cantores populares aqueles que indicaram o canto popular como seu gênero musical e cantores eruditos os participantes que informaram o erudito como seu gênero de canto. No grupo de mulheres cantoras, 21 (70%) eram do

gênero popular com tempo de experiência no canto variando de quatro a 12 anos (média de 7,3 anos), e nove (30%) eram cantoras líricas com tempo de experiência em voz cantada de três a 10 anos (média de 6,6 anos). No grupo de homens cantores, 19 (63,3%) eram cantores populares com o tempo de experiência no canto de cinco a 13 anos (média de 7,5 anos), e 11 eram cantores eruditos com a experiência em voz cantada variando de quatro a 15 anos (média de 6,9 anos).

As medidas acústicas e aerodinâmicas da fala foram mensuradas pelo programa CSL da Kay Pentax<sup>TM</sup>, model 6103, Lincoln Park NJ USA – módulo PAS instalado no computador da marca Dell<sup>®</sup>, modelo Optiplex GX260, com placa de som profissional marca Direct Sound<sup>®</sup> do Observatório de Saúde Funcional em Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da UFMG (OSF/UFMG). Para estas medidas, os participantes foram orientados a emitir a sílaba /pá/ em frequência e intensidade habituais, sete vezes consecutivas. De acordo com o manual *Phonatory aerodynamic system: a clinical manual Kay Pentax<sup>®</sup>*, estas emissões permitem a extração de medidas de pressão aérea (obtidas da consoante plosiva /p/ que estima a pressão glótica), e das medidas de fluxo aéreo e acústicas da voz (obtidas da vogal /a/ da sílaba /pá/)<sup>(16)</sup>.

O registro das medidas aerodinâmicas realizou-se com o auxílio de uma máscara facial de silicone colocada sobre a boca do participante. A máscara foi acoplada a um dispositivo conectado a um transdutor de pressão e a pressão intraoral foi medida por meio de um cateter de polietileno de pequeno diâmetro inserido na máscara através de um orifício lateral e posicionado na parte central da língua do participante. A outra extremidade do cateter foi conectada a um transdutor de pressão (Figura 1).

As medidas acústicas de intensidade vocal e frequência fundamental foram captadas por meio de um microfone do tipo condensador unidirecional, acoplado na parte posterior da máscara. Todos os sinais dos transdutores e do microfone foram enviados ao programa CSL para análise. As medidas acústicas e aerodinâmicas foram obtidas em ambiente acusticamente tratado, com ruído ambiental inferior a 50 dBNPS, definido por meio de um medidor de nível de pressão sonora da marca Instrutherm<sup>®</sup> modelo DEC-490.

Os parâmetros acústicos analisados foram:



**Figura 1.** Representação do equipamento Kay Pentax<sup>®</sup> model 6103 Lincoln Park NJ USA

- **Intensidade máxima:** valor máximo da intensidade, medido em dBNPS.
- **Intensidade média:** valor médio da intensidade, medido em dBNPS.
- **Intensidade média dos segmentos vozeados:** valor médio da intensidade considerando os segmentos vozeados, medido em dBNPS.
- **Frequência Fundamental:** valor médio da frequência fundamental, medido em Hz.

As medidas aerodinâmicas analisadas foram agrupadas em cinco categorias, e descritas a seguir:

#### 1. *Medida Temporal:*

- **Tempo de expiração:** medida referente ao tempo de fluxo de ar expirado, ou fluxo de ar positivo, medido em segundos.

#### 2. Medidas de pressão aérea:

- **Pico de pressão aérea:** esta medida é o maior valor de pressão aérea observado em um ou mais sílabas plosivas, medido em cm H<sub>2</sub>O.
- **Valor médio do pico de pressão aérea:** valor médio do Pico de Pressão Aérea, medido em cm H<sub>2</sub>O.

#### 3. Medidas de fluxo aéreo:

- **Pico de ar expirado:** valor máximo do fluxo de ar expirado, medido em litros/segundo.
- **Fluxo de ar vozeado:** medida que representa a média do fluxo de ar dos segmentos vozeados da fala, medido em litros/segundo.
- **Média do fluxo aéreo durante vocalização:** quociente resultante da divisão do volume total de ar expirado pela duração dos segmentos vozeados, medido em litros/segundo.

#### 4. Medida de volume

- **Volume expiratório:** valor total do volume de ar expirado, medido em litros.

#### 5. Medidas aerodinâmicas

- **Potência aerodinâmica:** produto entre o valor médio do pico de pressão aérea, o fluxo de ar vozeado e o valor de 0,09806, medido em *watts*.
- **Resistência aerodinâmica:** quociente resultante da divisão do valor médio do pico de pressão aérea pelo fluxo de ar vozeado, medido em cm H<sub>2</sub>O/ (litros/segundo). Esta medida

é equivalente à medida de Impedância acústica multiplicada pelo fator de conversão de 0,9806.

- **Impedância acústica:** quociente resultante da divisão do valor médio do pico de pressão aérea pelo fluxo de ar vozeado, medido em dyne segundo/cm<sup>5</sup>.
- **Eficiência aerodinâmica:** valor adimensional, definido em partes por milhão (p.p.m). Representa o resultado da divisão entre a potência acústica e a potência aerodinâmica.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 17.0. Primeiramente foi realizada uma

análise descritiva dos dados com medidas de tendência central e dispersão. Posteriormente, para os cruzamentos entre as variáveis analisadas, foi utilizado o teste não paramétrico para amostras independentes Mann-Whitney e considerado o nível de confiança de 95%.

## RESULTADOS

Mulheres cantoras apresentam maiores valores de frequência fundamental quando comparadas com homens cantores. As medidas aerodinâmicas não diferem em relação ao gênero dos cantores (Tabela 1).

**Tabela 1.** Comparação das medidas vocais da emissão habitual entre homens e mulheres cantores

Medidas		Mínimo	Máximo	Média	DP	Valor-p
<b>MEDIDAS ACÚSTICAS</b>						
Intensidade máxima (dB)	Homem	77,23	92,04	85,36	4,22	0,529
	Mulher	78,91	95,11	86,28	4,52	
Intensidade média (dB)	Homem	75,37	89,30	83,11	3,97	0,620
	Mulher	77,22	92,83	83,99	4,27	
Intensidade média dos seguimentos vozeados (dB)	Homem	75,37	89,30	83,11	3,97	0,620
	Mulher	77,22	92,83	84,00	4,28	
Frequência Fundamental (Hz)	Homem	96,94	221,07	166,75	31,87	0,023*
	Mulher	126,43	245,71	186,49	32,37	
<b>MEDIDA TEMPORAL</b>						
Tempo de expiração (s)	Homem	0,62	1,31	0,95	0,17	0,192
	Mulher	0,48	1,30	1,00	0,18	
<b>MEDIDAS DE PRESSÃO</b>						
Pico de pressão aérea (cm H2O)	Homem	4,41	13,94	9,58	3,06	0,813
	Mulher	4,82	13,94	9,47	2,88	
Valor médio do pico de pressão aérea (cm H2O)	Homem	3,81	13,49	8,94	2,83	0,501
	Mulher	4,41	13,49	8,59	2,76	
<b>MEDIDAS DE FLUXO AÉREO</b>						
Pico de ar expirado (l/s)	Homem	0,14	0,59	0,31	0,12	0,646
	Mulher	0,11	0,48	0,31	0,10	
Fluxo de ar vozeado (l/s)	Homem	0,08	0,44	0,19	0,08	0,414
	Mulher	0,08	0,34	0,21	0,08	
Média do fluxo aéreo durante a vocalização (l/s)	Homem	0,08	0,42	0,18	0,08	0,354
	Mulher	0,08	0,33	0,19	0,08	
<b>MEDIDA DE VOLUME</b>						
Volume expiratório (l)	Homem	0,05	0,47	0,18	0,09	0,295
	Mulher	0,06	0,40	0,21	0,10	
<b>MEDIDAS AERODINÂMICAS</b>						
Potência aerodinâmica (watts)	Homem	0,04	0,44	0,17	0,09	0,941
	Mulher	0,04	0,44	0,18	0,11	
Resistência aerodinâmica (cm H2O/(l/s)	Homem	12,76	67,75	45,26	13,52	0,304
	Mulher	19,95	67,47	41,63	12,14	
Impedância acústica (ds/cm <sup>5</sup> )	Homem	13,02	69,12	45,87	14,30	0,387
	Mulher	20,35	68,80	42,53	12,43	
Eficiência aerodinâmica (ppm)	Homem	101,09	324,12	202,16	76,26	0,662
	Mulher	90,39	376,30	211,94	76,78	

Teste Mann-Whitney. \*Significância estatística = p-valor <0,05

Legenda: DP = desvio padrão

## DISCUSSÃO

A voz cantada exige uma refinada coordenação entre os sistemas respiratório e fonatório. A capacidade de controlar com precisão e eficiência os fluxos aéreos e a pressão subglótica é importante para o cantor produzir adequadamente o seu repertório musical<sup>(7)</sup>.

A mínima pressão aérea necessária para provocar a vibração das pregas vocais é descrita como limiar de pressão fonatória (Phonation Threshold Pressure – PTP)<sup>(17)</sup>, e a literatura afirma que a variação da pressão aérea em uma conversação habitual varia de 0,3 a 1,2 KPa, mas no canto estes valores são superiores<sup>(18)</sup>, evidenciando que a voz cantada apresenta exigências aerodinâmicas maiores do que a fala<sup>(2)</sup>. Autores que compararam as características de tamanho dos nódulos vocais com parâmetros aerodinâmicos em cantores e não cantores, encontraram que os não cantores possuem uma correlação positiva entre o tamanho da lesão e os parâmetros de fluxo aéreo. Tal correlação não foi observada em cantores<sup>(5)</sup>, sugerindo que o treino da voz cantada favorece o desenvolvimento de mecanismos aerodinâmicos particulares, presentes inclusive em situações de alterações glóticas.

O avanço tecnológico está tornando a avaliação aerodinâmica da voz cada vez mais comum na clínica vocal<sup>(19)</sup>. As análises aerodinâmicas podem ser utilizadas para detalhar a fisiologia fonatória e determinar mecanismos funcionais compensatórios em quadros disfônicos<sup>(20)</sup>. A literatura descreve que os valores das medidas aerodinâmicas possuem uma boa concordância teste-reteste<sup>(20)</sup> e são sensíveis para avaliar quadros disfônicos, devendo ser um instrumento complementar de avaliação da voz<sup>(3)</sup>.

Os resultados desta pesquisa mostraram que mulheres apresentam valores do parâmetro acústico de frequência fundamental (F0) mais elevado do que os homens. Tais resultados são concordantes com a literatura<sup>(15,21)</sup> e podem ser justificados pelo fato de as pregas vocais de mulheres e homens se diferenciarem em relação ao tamanho e número de ciclos de vibração por segundo<sup>(22)</sup>. O comprimento natural da prega vocal e o tamanho da laringe em indivíduos do gênero feminino são inferiores quando comparados aos do gênero masculino, tornando, assim, a frequência fundamental habitual menor nos homens<sup>(23)</sup>.

Os valores médios de F0 descritos na literatura para mulheres brasileiras jovens são de 206Hz<sup>(21)</sup>, 215,42Hz<sup>(24)</sup> e 208,28Hz<sup>(15)</sup>. Para homens jovens brasileiros, a literatura descreve os valores de 120Hz<sup>(21)</sup>, de 127,61Hz<sup>(24)</sup> e 136,56Hz<sup>(15)</sup>. Os valores de F0 observados nesta pesquisa para mulheres e homens jovens foram, respectivamente, de 186,49Hz e 166,75Hz. Tais resultados são diferentes dos observados na literatura, com valores aumentados para o gênero masculino e diminuídos para o gênero feminino. As diferenças encontradas podem ser justificadas pelo fato de esta pesquisa avaliar a F0 de cantores, que podem apresentar ajustes vocais distintos em função das práticas da voz cantada. Estudos futuros são necessários para compreender se os ajustes vocais da voz cantada são realmente importantes para justificar modificações de F0.

As medidas aerodinâmicas são essenciais para estudos das bases fisiológicas da produção da voz<sup>(25)</sup>. A avaliação aerodinâmica com extração das medidas de fluxo de ar, pressão aérea e volume pulmonar é recomendada como parte de uma avaliação multidimensional da voz pela Associação Americana

de Fonoaudiólogos (*American Speech-Language-Hearing Association - ASHA*)<sup>(26)</sup>.

A presente pesquisa mostra que mulheres e homens cantores não apresentam diferenças nas medidas aerodinâmicas relacionadas aos parâmetros de tempo de expiração; pressão aérea; fluxo de ar; volume de ar expirado; potência e eficiência aerodinâmica; e impedância acústica. Com falantes do português brasileiro, autores descrevem que as medidas aerodinâmicas de homens e mulheres se diferenciam pelos parâmetros de resistência laringea (resultado da divisão dos valores de pressão subglótica pelos valores de fluxo aéreo) e eficiência laringea (resultado da divisão dos valores de intensidade da voz pelos valores de pressão aérea e fluxo de ar), sendo tais valores maiores no gênero feminino<sup>(15)</sup>. Tais achados, apesar de serem obtidos com população brasileira, não podem ser diretamente comparados com os desta pesquisa, por terem sido extraídos de um equipamento de medição aerodinâmica distinto, cujos parâmetros e unidades de medida são diferentes dos utilizados para o desenvolvimento deste estudo.

A literatura evidencia que as medidas aerodinâmicas em falantes do inglês se diferenciam com relação ao gênero nos valores de fluxo aéreo, que são maiores nos homens<sup>(27)</sup> ou nas mulheres<sup>(13)</sup>, enquanto as medidas de pressão aérea foram sensíveis ao gênero em situações de vozes disfônicas<sup>(14)</sup>. Apesar de estes estudos utilizarem os mesmos equipamentos de medidas aerodinâmicas, as versões do *software* de análise foram diferentes<sup>(13,27)</sup>, e analisou-se também vozes disfônicas<sup>(14)</sup>. Com relação à língua materna dos participantes, as pesquisas avaliaram falantes do inglês americano<sup>(14,27)</sup> e do inglês australiano<sup>(13)</sup>. Todas estas variáveis podem justificar as diferenças observadas na literatura. Estudos de medidas aerodinâmicas relacionadas ao gênero em cantores não foram encontrados na literatura.

Compreender as características aerodinâmicas e acústicas da voz de mulheres e homens cantores é importante para definir parâmetros vocais e respiratórios na produção da voz cantada.

Os resultados desta pesquisa mostram que homens e mulheres cantores apresentaram as mesmas características aerodinâmicas da voz, evidenciando que, ao contrário da voz falada, em que o gênero interfere nos valores de fluxo aéreo<sup>(13,27)</sup> e de pressão aérea<sup>(14)</sup>, na voz cantada os parâmetros aerodinâmicos de cantores do gênero masculino e feminino são os mesmos. Tais resultados sugerem que o treino da voz cantada desenvolve mecanismos respiratórios específicos para o canto, que parecem não sofrer interferência das diferenças anatômicas do aparelho fonador de homens e mulheres. Estudos futuros com homens e mulheres cantores considerando-se os diferentes gêneros musicais são importantes, para uma melhor compreensão dos mecanismos fonatórios e respiratórios envolvidos no canto e como os distintos estilos de voz cantada podem influenciar os parâmetros acústicos e aerodinâmicos da voz de cantores.

## CONCLUSÃO

Mulheres cantoras apresentam maiores valores de frequência fundamental que homens. Os valores das medidas aerodinâmicas não se diferenciam entre mulheres e homens cantores falantes do português brasileiro.

## REFERÊNCIAS

1. Jiang JJ, Maytag AL. Aerodynamic measures of glottal function: what extra can they tell us and how do they guide management? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;22(6):450-4. <http://dx.doi.org/10.1097/MOO.000000000000107>. PMID:25254405.
2. Carroll LM, Sataloff RT, Heuer RJ, Spiegel JR, Radionoff SL, Cohn JR. Respiratory and glottal efficiency measures in normal classically trained singers. *J Voice*. 1996;10(2):139-45. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80040-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80040-3). PMID:8734388.
3. Yiu EML, Yuen YM, Whitehill T, Winkworth A. Reliability and applicability of aerodynamic measures in dysphonia assessment. *Clin Linguist Phon*. 2004;18(6-8):463-78. <http://dx.doi.org/10.1080/02699200410001703592>. PMID:15573484.
4. Stone RE Jr, Cleveland TF, Sundberg J, Prokop J. Aerodynamic and acoustical measures of speech, operatic, and Broadway vocal styles in a professional female singer. *J Voice*. 2003;17(3):283-97. [http://dx.doi.org/10.1067/S0892-1997\(03\)00074-2](http://dx.doi.org/10.1067/S0892-1997(03)00074-2). PMID:14513952.
5. Stepp CE, Heaton JT, Stadelman-Cohen TK, Braden MN, Jetté ME, Hillman RE. Characteristics of phonatory function in singers and non-singers with vocal fold nodules. *J Voice*. 2011;25(6):714-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.06.003>. PMID:21216129.
6. Connolly J, Gerwin H, Russell BA. The effects of vocal training on singers aerodynamic measures [Internet]. New York: State University of New York at Fredonia, Department of Speech Pathology & Audiology; 2013 [citado em 2017 Nov 11]. Disponível em: <http://www.fredonia.edu/studentexpo/connr.htm>
7. Lundy DS, Roy S, Casiano RR, Evans J, Sullivan PA, Xue JW. Relationship between aerodynamic measures of glottal efficiency and stroboscopic findings in asymptomatic singing students. *J Voice*. 2000;14(2):178-83. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80025-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80025-9). PMID:10875569.
8. Plant RL, Hillel AD. Direct measurement of subglottic pressure and laryngeal resistance in normal subjects and in spasmodic dysphonia. *J Voice*. 1998;12(3):300-14. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(98\)80020-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(98)80020-9). PMID:9763180.
9. Smitheran JR, Hixon TJ. A clinical method for estimating laryngeal airway resistance during vowel productions. *J Speech Hear Disord*. 1981;46(2):138-46. <http://dx.doi.org/10.1044/jshd.4602.138>. PMID:7253590.
10. Lovato A, Colle W, Giacomelli L, Piacente A, Righetto L, Marioni G, et al. Multi-Dimensional Voice Program (MDVP) vs Praat for assessing euphonic subjects: a preliminary study on the gender-discriminating power of acoustic analysis software. *J Voice*. 2016;30(6):765.e1-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.012>. PMID:26975896.
11. Yamauchi A, Yokonishi H, Imagawa H, Sakakibara KI, Nito T, Tayama N, et al. Quantitative analysis of digital videokymography: a preliminary study on age- and gender-related difference of vocal fold vibration in normal speakers. *J Voice*. 2015;29(1):109-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.05.006>. PMID:25228432.
12. Yamauchi A, Yokonishi H, Imagawa H, Sakakibara KI, Nito T, Tayama N, et al. Age and gender-related difference of vocal fold vibration and glottal configuration in normal speakers: analysis with glottal area waveform. *J Voice*. 2014;28(5):525-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.01.016>. PMID:24836359.
13. Goozée JV, Murdoch BE, Theodoros DJ, Thompson EC. The effects of age and gender on laryngeal aerodynamics. *Int J Lang Commun Disord*. 1998;33(2):221-38. <http://dx.doi.org/10.1080/136828298247884>. PMID:9709440.
14. Zhuang P, Sprecher AJ, Hoffman MR, Zhang Y, Fourakis M, Jiang JJ, et al. Phonation threshold flow measurements in normal and pathological phonation. *Laryngoscope*. 2009;119(4):811-5. <http://dx.doi.org/10.1002/lary.20165>. PMID:19263409.
15. Oliveira KV, Faria BS, Silva JPG, Reis C, Ghio A, Gama ACC. Análise das medidas aerodinâmicas no português brasileiro por meio do método multiparamétrico de avaliação vocal objetiva assistida (EVA). *Rev CEFAC*. 2013;15(1):119-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462012005000053>.
16. Stemple J, Weinrich B, Brehm SB. Phonatory aerodynamic system: a clinical manual. Chicago: Kay Pentax; 2008.
17. McHenry M, Evans J, Powitzky E. Singers phonation threshold pressure and ratings of self-perceived effort on vocal tasks. *J Voice*. 2013;27(3):295-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.12.013>. PMID:23462685.
18. Titze IR. Principles of voice production. 2nd ed. Iowa City: National Center for Voice and Speech; 2000.
19. Schaeffer N. Pre- and poststimulation study on the phonatory aerodynamic system on participants with dysphonia. *J Voice*. 2017;2(2):254.e1-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.06.020>.
20. Awan SN, Novaleski CK, Yingling JR. Test-retest reliability for aerodynamic measures of voice. *J Voice*. 2013;27(6):674-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.07.002>. PMID:24119644.
21. Felipe ACN, Grillo MHMM, Grechi TH. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(5):659-64. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992006000500013>.
22. Hollien H. Vocal fold dynamics for frequency change. *J Voice*. 2014;28(4):395-405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.12.005>. PMID:24726331.
23. Izadi F, Mohseni R, Daneshi A, Sandughdar N. Determination of fundamental frequency and voice intensity in Iranian men and women aged between 18 and 45 years. *J Voice*. 2012;26(3):336-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.05.008>. PMID:21889298.
24. Araujo SA, Grellet M, Pereira JC, Rosa MO. Normatização de medidas acústicas da voz normal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002;68(4):540-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992002000400014>.
25. Joshi A, Watts CR. Phonation Quotient in Women: A measure of vocal efficiency using three aerodynamic instruments. *J Voice*. 2017;31(2):161-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.06.007>. PMID:27430861.
26. ASHA: American Speech and Hearing Association. Committee on Instrumental Voice Assessment Protocols – IVAP. Recommended protocols for instrumental assessment of voice: draft summary of recommendations. Rockville: ASHA; 2015.
27. Zraick RI, Smith-Olinde L, Shotts LL. Adult normative data for the Kay Pentax Phonatory Aerodynamic System Model 6600. *J Voice*. 2012;26(2):164-76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.01.006>. PMID:21600731.

## Contribuições dos autores

*PFLG coletou e analisou os dados; ACCG organizou o texto e ambas revisaram criticamente o conteúdo do manuscrito.*