

Características da fonetografia em coristas de diferentes classificações vocais

Phonetography characteristics of choristers with different vocal classifications

Thatiana Francisco de Camargo¹, Daniela Aparecida Barbosa², Lídia Cristina da Silva Teles³

RESUMO

Objetivo: Caracterizar a dinâmica vocal por meio da fonetografia em coristas de diferentes classificações vocais. **Métodos:** Participaram 44 indivíduos, de 19 a 75 anos (média=51,9 anos) membros de um coral profissional; sendo, oito sopranos, 20 *mezzo-sopranos*, quatro tenores, sete barítonos e cinco baixos. Realizou-se a fonetografia, em sala acusticamente tratada. **Resultados:** Foram obtidas as médias das frequências mínimas e máximas, respectivamente: soprano 36st (130 Hz) e 72st (1084 Hz), *mezzo-soprano* 35st (124 Hz) e 68st (878 Hz); tenor 28st (85 Hz) e 65st (709 Hz), barítono 26st (74 Hz) e 59 (524 Hz) e baixo 26st (75 Hz) e 59st (513 Hz). Quanto às médias das intensidades mínimas e máximas, encontrou-se, respectivamente: soprano 64 dB e 131 dB, *mezzo-soprano* 75 dB e 123 dB, tenor 82 dB e 126 dB, barítono 75 dB e 121 dB e baixo 75 dB e 120 dB. Na análise estatística (Teste t de Student), observou-se diferença estatisticamente significativa entre as vozes femininas: soprano apresentou maior frequência máxima que *mezzo-soprano*. **Conclusão:** Tais achados indicam que a fonetografia permite o registro das características vocais relevantes para a classificação vocal de coristas, podendo auxiliar em uma classificação vocal adequada.

DESCRITORES: Voz/fisiologia; Acústica da fala; Avaliação; Qualidade da voz; Medida da produção da fala

INTRODUÇÃO

Na voz humana encontra-se a fonte sonora mais natural e antiga com a qual se pode produzir música.

A prática de canto em conjunto existe desde a Antigüidade e está presente em todas as culturas, em muitas tradições folclóricas e tribais. No Ocidente, os coros começaram efe-

tivamente no século VI, nas escolas de canto cristãs. No século XVIII, surgiram os corais amadores, nos quais as mulheres passaram a cantar; o que antes, tradicionalmente, era destinado aos homens. Festivais de corais tornaram-se muito comuns nos séculos XIX e XX, associados às instituições civis, acadêmicas e religiosas. As especificidades culturais podem ser observadas nos diferentes estilos de canto, na escolha das vozes, na tensão física e nas características acústicas da emissão, o que faz do canto coral, uma complexa e rica orquestra humana⁽¹⁻²⁾. O bom desempenho de um coral requer coesão do grupo, equilibrando harmoniosamente as vozes pertencentes a todos os registros vocais⁽³⁾.

Na voz cantada, utilizamos as mesmas estruturas que produzem a voz falada, porém, com diferentes ajustes devido às necessidades do canto. De modo simplificado, a respiração passa a ser mais profunda, as pregas vocais produzem ciclos vibratórios mais controlados e com maior energia acústica, as caixas de ressonância estão expandidas, promovendo uma maior amplificação do som básico⁽¹⁾.

No canto coral, as vozes são classificadas em: femininas – soprano (dó3 a lá4 ou 130 Hz a 440 Hz ou 36st a 57st), *mezzo soprano* (lá2 a mi4 ou 110 Hz a 330 Hz ou 33st a 52st) e contralto (sol2 a dó4 ou 98 Hz a 262 Hz ou 31st a 48st) e masculinas – tenor (dó2 a lá3 ou 65 Hz a 220 Hz ou 24st a 45st), barítono (lá1 a mi3 ou 108 Hz a 165 Hz ou 21st a 40st) e baixo (sol1 a ré3 ou 97 Hz a 147 Hz ou 19st a 38st), utili-

(1) Fonoaudióloga pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil; Especializanda em Motricidade Orofacial pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais – USP – Bauru (SP), Brasil.

(2) Fonoaudióloga pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil; Especializanda em Motricidade Orofacial pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais – USP – Bauru (SP), Brasil.

(3) Professora Doutora do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil; Fonoaudióloga do Laboratório de Fonética do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo – HRAC-USP – Bauru (SP), Brasil.

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil, com auxílio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Endereço para correspondência: Lídia Cristina da Silva Teles. Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB - USP) – Departamento de Fonoaudiologia. Al. Dr. Octávio Pinheiro Brizolla, 9-75, CEP:17012-901. E-mail: lidiaactm@usp.br

Recebido em: 10/7/2006; **Aceito em:** 15/2/2007

zando a notação norte-americana⁽⁴⁻⁶⁾.

Vários critérios são levados em consideração na classificação vocal, sendo eles: estrutura corporal, características anatômicas da laringe, aspectos funcionais da emissão e a personalidade do falante⁽¹⁾. Para diversos profissionais, como professores, regentes e preparadores de canto, fonoaudiólogos e médicos, a classificação vocal no canto coral é considerada um grande desafio. Recentemente, tais profissionais têm se beneficiado dos instrumentos de análise dos laboratórios de voz, onde a interdisciplinaridade viabiliza a otimização dos recursos⁽⁷⁾.

O avanço da tecnologia tem possibilitado a realização de avaliações com medidas acústicas em laboratórios de voz. Estas medidas quantificam o sinal sonoro, o que permite uma análise objetiva e oferece documentação para traçar a linha de base da voz de um indivíduo⁽⁸⁾. A intensidade e a frequência fundamental da voz são importantes parâmetros na avaliação anatômica e funcional da voz⁽⁹⁻¹⁰⁾, resultado da interação entre o comprimento, massa e tensão das pregas vocais durante a fonação, bem como do nível de pressão aérea subglótica⁽¹¹⁾.

Um estudo da intensidade vocal, em indivíduos normais encontrou o valor de 70,4 dB durante a emissão do /a/ sustentado para indivíduos sem alterações vocais⁽¹²⁾. Outro, realizado com coristas obteve valores de extensão dinâmica máxima de 48 dB (grupo feminino) e 52 dB (grupo masculino)⁽¹³⁾.

A frequência vocal também tem sido estudada por diversos pesquisadores. Sabe-se que as vozes femininas possuem uma maior frequência que as vozes masculinas. Pesquisas apontam valores médios de normalidade de vozes masculinas: 105,7 Hz⁽¹⁴⁾, 115,3 Hz⁽¹⁵⁾, 117 Hz⁽¹⁶⁾, 120 Hz⁽¹⁰⁾, 125 Hz⁽¹⁷⁾, 127,61 Hz⁽⁸⁾ e 134 Hz⁽¹⁷⁾ para homens e 206 Hz⁽¹⁰⁾, 215,42 Hz⁽⁸⁾ e 217 Hz⁽¹⁶⁾ para mulheres.

Uma vez que a intensidade e a frequência habitual vocal têm grande importância na classificação vocal, esta relação foi estudada em uma pesquisa longitudinal com 14 indivíduos (12 mulheres e dois homens), a fim de observar os efeitos do treinamento de canto na voz falada, concluindo, como esperado, que a frequência fundamental de fala dos grupos soprano e *mezzo* soprano foi significativamente maior que a dos grupos tenor, barítono e baixo⁽¹⁸⁾.

Dentre os métodos de avaliação da voz, a fonetografia possibilita o registro do perfil de extensão vocal, uma vez que correlaciona dois importantes parâmetros acústicos vocais: a frequência e a intensidade. Este exame permite visualizar graficamente, por meio do fonetograma, o campo dinâmico vocal, quantificando as extensões dinâmicas máximas (intensidades sonoras mínimas e máximas) sobre toda a extensão vocal⁽¹⁹⁾. Denomina-se extensão vocal o número de notas que um indivíduo pode emitir, da mais grave a mais aguda⁽²⁰⁾.

Na Europa, a avaliação objetiva da voz por meio da fonetografia, há muitos anos, tem sido utilizada por professores de canto e foniatras, mas ultimamente, tem recebido maior destaque tanto na avaliação clínica como na classificação das vozes no canto coral, por ser de fácil padronização e evidenciar os aspectos dinâmicos da voz⁽¹⁹⁾. Assim, a

fonetografia é uma ferramenta com grande potencial para descrever a performance vocal⁽²¹⁾.

Com finalidade tanto clínica quanto artística, pesquisadores investigaram as medidas da fonetografia de 60 indivíduos falantes, sem alterações vocais, não profissionais da voz, sendo 30 do gênero masculino e 30 do gênero feminino e idades variando entre 20 e 40 anos. A extensão vocal obtida foi de 20st a 39st (amostra masculina) e de 20st a 37st (amostra feminina), não sendo pesquisados os valores de intensidade da voz. Os autores constataram que a fonetografia consiste em um método de avaliação de grande utilidade para obtenção da performance máxima dos limites vocais⁽⁷⁾.

As variações da voz que ocorrem com o avançar da idade também podem ser observadas no exame da fonetografia. A fim de analisar tais vozes, estudiosos realizaram a avaliação da extensão vocal por meio da fonetografia em 40 idosos sem distúrbios vocais, com idades variando de 60 a 84 anos ($\bar{X} = 68,2$). Os resultados encontrados demonstraram expansão da frequência nos graves, redução da frequência nos agudos, redução da extensão vocal, restrição das intensidades mínimas e máximas e da extensão dinâmica máxima e redução da área do fonetograma⁽²²⁾.

Em relação ao perfil de extensão vocal em coristas amadores realizou-se a fonetografia em 91 indivíduos adultos (41 do gênero feminino e 50 do gênero masculino), constatando uma extensão vocal para o canto nas vozes femininas de 34,6st e nas vozes masculinas de 37st. A respeito da avaliação da extensão dinâmica máxima os valores obtidos foram de 60 dB para vozes femininas e 58 dB para as masculinas⁽¹³⁾. A análise dos resultados da fonetografia em indivíduos de diferentes classificações vocais proporciona aos cantores e aos profissionais que atuam com estes indivíduos maior conhecimento da dinâmica vocal do cantor, o que permite um melhor desempenho, sem prejudicar a saúde vocal.

Considerando a importância da realização da fonetografia, especialmente relacionada à classificação vocal, o presente estudo teve por objetivo analisar as características da fonetografia de coristas participantes de um coral profissional, a fim de aprofundar os conhecimentos sobre a dinâmica das vozes.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (FOB-USP) em 29/09/2004 sob o Protocolo de Pesquisa nº 109/204. Todos os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos deste estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Casuística

Participaram deste estudo 44 indivíduos, integrantes de um coral profissional da cidade de Bauru/SP, sendo 16 (36,4%) homens e 28 (63,6%) mulheres, com idades variando entre 19 e 75 anos ($\bar{X} = 51,86 \pm 13,55$ anos). De acordo com avaliação prévia, constatou-se que as vozes dos indivíduos da amostra não apresentavam alteração vocal. Quanto à

classificação vocal, tem-se, segundo a regente 8 (18,2%) sopranos, 20 (45,5%) *mezzo* sopranos, 4 (9,1%) tenores, 7 (15,8%) barítonos e 5 (11,4%) baixos (Tabela 1 e Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Caracterização dos participantes deste estudo quanto à classificação vocal, número de indivíduos por grupo, média e desvio padrão da idade, expressos em anos

Classificação Vocal		N	Idade (anos)	
			X	DP
Mulheres	Soprano	8	45,75	4,78
	<i>Mezzo</i> Soprano	20	55,33	6,58
Homens	Tenor	4	38	4,79
	Barítono	7	55,57	28,61
	Baixo	5	55,20	28,61

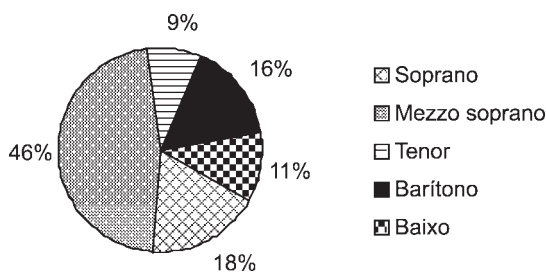


Figura 1. Caracterização do coral quanto à porcentagem de vozes nas diversas classificações vocais

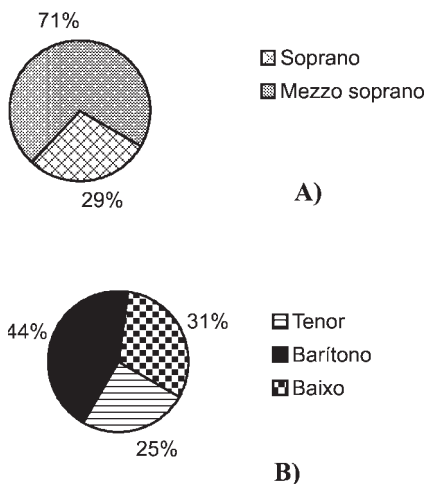


Figura 2. A) Porcentagem dos homens nas diferentes classificações vocais e B) Porcentagem das mulheres nas diferentes classificações vocais

Todos os participantes apresentaram experiência em canto de, no mínimo, sete anos e todos freqüentam ou já freqüentaram aulas de canto (Tabela 2).

Procedimentos

Avaliação Acústica - Fonetografia

Para a obtenção das medidas da fonetografia (Figura 3) foi solicitada a emissão da vogal /a/ prolongada em registro modal, por, no mínimo, 5 segundos, nas intensidades: mais

Tabela 2. Dados referentes à experiência em canto: valores médios de tempo de prática em canto em coral e tempo de aula de canto, expressos em anos, em coristas de diferentes classificações vocais

Grupo	Experiência em canto	
	Canto Coral X anos	Aula de canto X anos
Soprano	12,2	3,6
<i>Mezzo</i> soprano	20,3	1,2
Tenor	7,9	1,3
Barítono	24,6	0,8
Baixo	17,8	0,5

forte e mais fraca possível. O teste foi iniciado em C3 (131 Hz) para os homens e C4 (262 Hz) para as mulheres, em escala ascendente e posteriormente, descendente com duração média de 30 minutos.

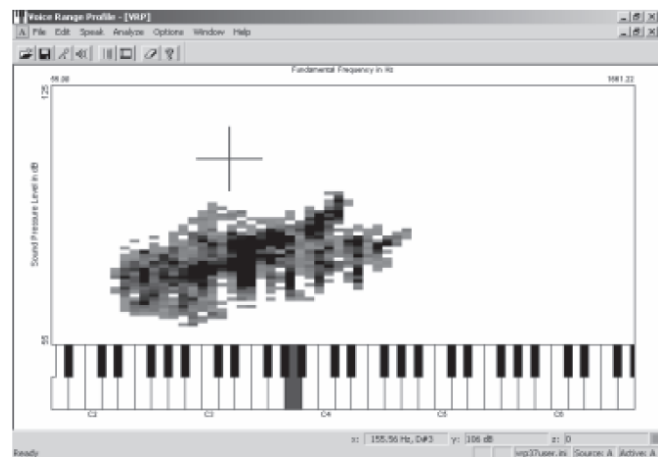


Figura 3. Fonetograma do programa VRP (Voice Range Profile) Kay Elemetrics, representando no eixo x (frequência, expressa em Hz e notas musicais) toda a extensão de frequência vocal de um indivíduo e no eixo y (intensidade, expressa em dB) as intensidades mínimas e máximas produzidas

Foram analisadas as seguintes medidas:

- 1) Frequência fundamental mínima e frequência fundamental máxima da voz: expressas em semitons (st) e em Hertz (Hz), que correspondem às notas mais agudas e mais graves da escala musical produzidas nas intensidades: forte e fraca;
- 2) Extensão vocal: expressa em semitons (st), que compreende o número total de semitons reproduzidos, analisada pela diferença existente entre frequência máxima e mínima; os valores de extensão vocal na literatura vêm sendo utilizados em semitons, possibilitando comparações posteriores.
- 3) Intensidade mínima e intensidade máxima: expressas em decibel (dB), obtidas a partir do ponto mais baixo da curva inferior e do ponto mais alto da curva superior do fonetograma;
- 4) Extensão dinâmica máxima (EDM): expressa em decibel (dB), considerada como sendo a maior diferença de in-

Tabela 3. Valores das médias e desvio padrão das frequências mínima e máxima, expressos em semitons (st) e Hertz (Hz) e valores de extensão vocal, expressos em semitons (st) dos grupos soprano, *mezzo* soprano, tenor, barítono e baixo

Grupo	Frequências					Extensão Vocal st X (DP)
	Mínima		Máxima		st X (DP)	
	st X (DP)	Hz X (DP)	st X (DP)	Hz X (DP)		
Soprano	36 (±2)	130 (±12)	72 (±3)	1084 (±226)	36 (±3)	
<i>Mezzo</i> soprano	35 (±3)	124 (±21)	68 (±5)	878 (±242)	34 (±5)	
Tenor	28 (±2)	85 (±8)	65 (±3)	709 (±118)	36 (±5)	
Barítono	26 (±2)	74 (±9)	59 (±5)	524 (±136)	33 (±5)	
Baixo	26 (±3)	75 (±12)	59 (±6)	513 (±194)	32 (±6)	

tensidade existente entre as curvas superior e inferior do fonetograma em uma mesma frequência;

- 5) Área do fonetograma: expressa em decibel por semitom e centímetro quadrado (dB.st e cm²), compreendida como sendo a área resultante da conexão entre todos os pontos da curva inferior e superior em relação à extensão vocal. As medidas de todas as frequências apresentadas na abscissa do fonetograma foram convertidas de Hertz para semitom a fim de permitir a realização do cálculo da área do fonetograma, por ser o semitom uma medida linear e apresentar intervalos regulares em escala musical de 12 semitons, o que não ocorre com o Hertz que é uma medida exponencial. Para análise da área do fonetograma, o programa realiza a conversão de dB.st para cm², utilizando o fator de conversão de 0.045 cm², onde 10dB correspondem a 15mm e 12st correspondem à 36mm⁽²³⁾. Para a conversão de Hertz (Hz) para semitons foi utilizada a fórmula:

$$st = \log_{\sqrt[12]{2}} \left(\frac{f}{r} \right)$$

Onde f corresponde ao cálculo dos valores médios para cada frequência e r ao valor referencial de 16.352 Hz⁽²⁴⁾.

Instrumentos

Para o exame da fonetografia foi utilizado o Programa *Voice Range Profile* (VRP) do laboratório de voz *Multi Speech*, da *Kay Elemetrics* e o microfone de cabeça unidirecional, marca RM – MZ3R, posicionado a uma distância de 3 cm da comissura labial do participante. O ambiente de gravação foi o laboratório de voz da Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB-USP, com sala acusticamente tratada.

A obtenção da área do fonetograma foi obtida por meio do programa de computador FONEWIN9 elaborado pelo Prof. Dr. René Pegoraro para o laboratório de Fonética do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP), a partir dos dados coletados no VRP.

Tratamento estatístico

Os dados obtidos por meio da fonetografia foram analisados estatisticamente, fornecendo as médias e o desvio pa-

drão das características analisadas. Para comparação entre os grupos utilizou-se o Teste T Student na análise de variância, considerando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Resultados da fonetografia

Frequências mínima e máxima e extensão vocal

Os resultados das medidas de frequência obtidos nas vozes femininas foram: grupo soprano médias de frequência mínima de 36st ±2st ou 130 Hz ±12 Hz; de frequência máxima 72st ±3st ou 1084 Hz ±226 Hz e de extensão vocal de 36st ±3st (Tabela 3 e Figura 4). O grupo *mezzo* soprano apresentou valores médios, de frequência mínima de 35st ±3st ou 124 Hz ±21 Hz e de frequência máxima de 68st ±5st ou 878 Hz ± 242 Hz. Os valores obtidos para a extensão vocal foram 34st ±5st. (Tabela 3 e Figura 4).

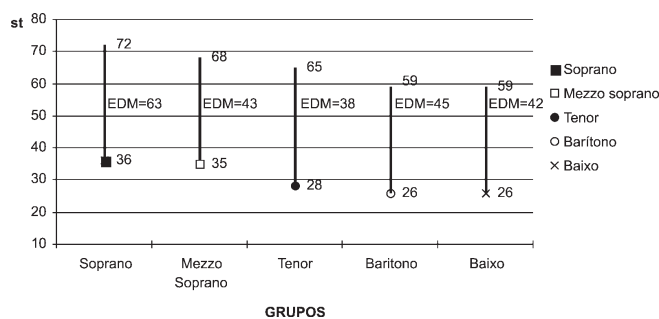


Figura 4. Valores das médias das frequências mínima e máxima e valores de extensão vocal, expressos em st, dos grupos de vozes femininas (soprano e *mezzo* soprano) e masculinas (tenor, barítono e baixo)

Com relação às vozes masculinas, no grupo tenor encontraram-se médias de frequência mínima de 28st ±2st ou 85 Hz ±8 Hz, da frequência máxima de 65st ±3st ou 709 Hz ±118 Hz e da extensão vocal de 36st ±5st. O grupo barítono obteve média da frequência mínima de 26st ±2st ou 74 Hz ±9 Hz, da frequência máxima 59st ±5st ou 524 Hz ±136 Hz e da extensão vocal 33st ±5st. O grupo baixo apresentou valores médios da frequência mínima de 26st ±3st ou 75 Hz ±12 Hz, da frequência máxima de 59st ±6st ou 513 Hz ±194 Hz e valores médios da extensão vocal de 32st ±6st. (Tabela 3 e Figura 4).

Intensidades mínima e máxima e extensão dinâmica máxima

A intensidade foi avaliada no fonetograma por meio das medidas das intensidades: mínima e máxima e da extensão dinâmica máxima (EDM) (Tabela 4 e Figura 5).

Tabela 4. Valores das médias e desvio padrão das intensidades mínima e máxima e da extensão dinâmica máxima (EDM), expressos em dB, dos grupos soprano, *mezzo* soprano, tenor, barítono e baixo

Grupos	Intensidades (dB)		
	Mínima X (DP)	Máxima X (DP)	EDM X (DP)
Soprano	64 (±12)	131 (±20)	63 (±32)
<i>Mezzo</i> soprano	75 (±5)	123 (±9)	43 (±9)
Tenor	82 (±5)	126 (±7)	38 (±9)
Barítono	75 (±6)	121 (±2)	45 (±6)
Baixo	75 (±5)	120 (±1)	42 (±6)

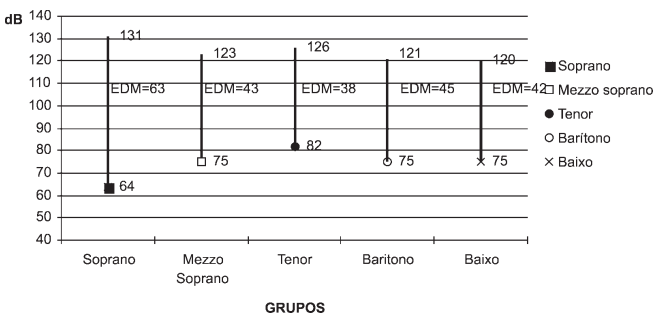


Figura 5. Valores das médias das intensidades mínima e máxima e extensão dinâmica máxima (EDM), expressos em dB, dos grupos de vozes femininas (soprano e *mezzo* soprano) e masculinas (tenor, barítono e baixo)

Nas vozes femininas, o grupo soprano apresentou média da intensidade mínima de 64 dB ±12 dB e da intensidade máxima de 131 dB ±20 dB. Os valores médios encontrados para a extensão dinâmica máxima foram de 63 dB ±32 dB. O grupo *mezzo* soprano tem como média da intensidade mínima 75 dB ±5 dB e da intensidade máxima 123 dB ±9 dB. A extensão dinâmica máxima deste grupo apresentou média de 43 dB ±9 dB (Tabela 4 e Figura 5).

Os grupos de vozes masculinas apresentaram as seguintes médias: o grupo tenor apresentou 82 dB ±5 dB, em relação à intensidade mínima; à intensidade máxima 126 dB ±7 dB e à extensão dinâmica máxima 38 dB ±9 dB. No grupo barítono, encontrou-se média da intensidade mínima igual a 75 dB ±6 dB; da intensidade máxima de 121 dB ±2 dB e da extensão dinâmica máxima de 45 dB ±6 dB. No grupo baixo a média da intensidade mínima foi de 75 dB ±5 dB, da intensidade máxima foi de 120 dB ±1 dB e da extensão dinâmica máxima de 42 dB ±6 dB (Tabela 4 e Figura 5).

Área do Fonetograma

Neste estudo, também foi calculada a área do fonetograma, expressa em dB.st e cm².

Nas vozes femininas têm-se: grupo soprano apresentando área do fonetograma de 1398,6 dB.st ± 488 dB.st ou 62,9 cm² ± 22 cm², já o grupo *mezzo* soprano com 979,6 dB.st ± 345,8 dB.st ou 44,1 cm² ± 15 cm² (Tabela 5 e Figura 6).

Tabela 5. Valores das médias e desvio padrão da área do fonetograma, expressos em dB.st e cm² dos grupos de vozes femininas (soprano e *mezzo* soprano) e masculinas (tenor, barítono e baixo)

Grupos	Área do Fonetograma	
	dB.st (DP)	cm ² (DP)
Soprano	1398,6 (±488)	62,9 (±22)
<i>Mezzo</i> soprano	979,6 (±345,8)	44,1 (±15)
Tenor	953,1 (±345,9)	42,9 (±15,6)
Barítono	1017,8 (±311,4)	45,8 (±13,6)
Baixo	898,7 (±214,7)	40,4 (±9,7)

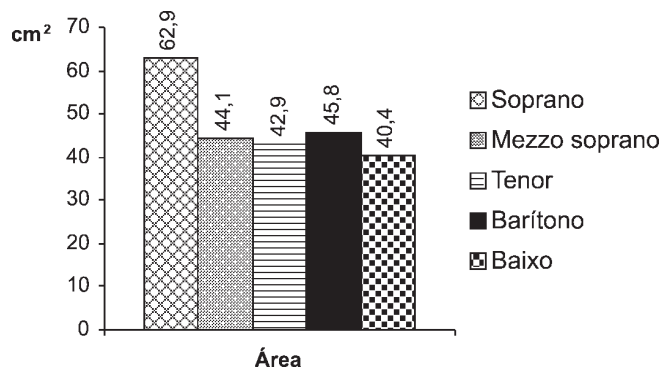


Figura 6. Valores das médias da área do fonetograma, expressos em cm², dos grupos de vozes femininas (soprano e *mezzo* soprano) e masculinas (tenor, barítono e baixo).

Com relação às vozes masculinas, no grupo tenor tem-se 953,1 dB.st ± 345,9 dB.st ou 42,9 cm² ± 15,6 cm². O grupo barítono apresentou valores médios de 1017,8 dB.st ± 311,4 dB.st ou 42,9 cm² ± 13,6 cm². Por fim, no grupo baixo, os valores médios registrados foram 898,7 dB.st ± 214,7 dB.st ou 40,4 cm² ± 9,7 cm² (Tabela 5 e Figura 6).

A comparação entre vozes femininas – soprano e *mezzo* soprano apresentou diferença estatisticamente significativa nas medidas de frequência máxima em st e em Hz (p<0,05) e para os valores de área em dB.st e cm² (p<0,05), revelando resultados maiores para o grupo soprano, quando comparado ao grupo *mezzo* soprano.

As análises comparativas entre os grupos tenor, barítono e baixo não indicaram diferenças estatisticamente significativas para nenhuma medida.

DISCUSSÃO

Este estudo possibilitou constatar a importância da avaliação vocal por meio da fonetografia tanto para fonoaudiólogos, como para regentes e cantores, pois os dados obtidos do fonetograma podem ser utilizados para a identificação de um potencial artístico para o canto⁽²²⁾.

De acordo com a classificação vocal citada na literatura⁽⁴⁾, as vozes femininas estão organizadas em soprano (36st a 57st), *mezzo* soprano (33st a 52st) e contralto (31st a 48st). No coral estudado, as vozes do grupo soprano apresentaram faixa de frequência de 36st a 72st e do *mezzo* soprano de 35st a 68st. Foi possível observar valores de frequência mínima, semelhantes, e valores de frequência máxima, maiores, comparados aos citados na literatura. Com relação às vozes masculinas, a classificação vocal divide-se em tenor (24st a 45st), barítono (21st a 40st) e baixo (19st a 38st). As vozes masculinas do presente estudo, tenor (28st a 65st), barítono (26st a 59st) e baixo (26st a 59st), apresentaram valores maiores tanto em relação à frequência mínima quanto à frequência máxima. Esta diferença dos valores de frequência máxima, obtidos nas vozes femininas e masculinas, pode ser justificada devido ao fato da classificação vocal encontrada na literatura considerar somente as emissões com qualidade vocal adequadas ao canto enquanto, na fonetografia realizada neste estudo, foram solicitadas as emissões mais agudas e mais graves, a fim de registrar o potencial máximo de fonação, independente da qualidade vocal.

O coral estudado é formado na sua maioria por vozes médias (72% das vozes femininas são *mezzo* sopranos e 44% das vozes masculinas são barítonos), o que difere da literatura ao relatar que a maioria das vozes são agudas, sendo aproximadamente 80% agudas, 15% médias e 5% graves⁽⁶⁾. Pesquisas apontam que as vozes de frequência baixa, tanto femininas como masculinas são raras⁽⁶⁾, o que pode ser observado nesta pesquisa, uma vez que no coral estudado, não foi possível a formação do grupo contralto devido à falta de vozes femininas graves.

Quanto à frequência fundamental habitual, os resultados apresentados apontaram que as vozes femininas possuem valores maiores que as vozes masculinas, conforme descrito na literatura⁽⁸⁾. Este dado resulta da diferente configuração anatômica da laringe entre homens e mulheres, sendo que as mulheres apresentam pregas vocais menores e mais delgadas e, conseqüentemente, produzem frequências mais altas.

Com relação às medidas de frequência obtidas por meio da fonetografia, os valores de frequência máxima foram: grupo soprano (1084 Hz / 72st), *mezzo* soprano (878 Hz / 68st), podendo observar que o grupo soprano apresentou, como esperado, frequências mais altas em relação ao grupo *mezzo* soprano, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Quanto às vozes masculinas, estas apresentaram os seguintes valores de frequência máxima: grupo tenor (709 Hz / 65st), barítono (524 Hz / 59st) e baixo (513 Hz / 59st), sendo que o resultado do teste estatístico não demonstrou diferença significativa, porém o valor destas análises é baixo devido ao pequeno número de indivíduos pertencentes a cada grupo. Observando os valores numéricos, verificou-se que o grupo tenor apresentou maior frequência máxima em comparação com os grupos barítono e baixo, como esperado devido à sua posição na classificação vocal. Os valores de frequência máxima de todos os grupos foram semelhantes aos referidos em pesquisa com coristas profissionais⁽²⁵⁾ e superiores aos do estudo realizado com coristas amadores: 493 Hz (grupo feminino) e 329 Hz (grupo masculino)⁽¹³⁾. Observan-

do essa diferença, é importante considerar a rotina de ensaios e treinamentos de técnicas vocais semanais praticados pelo grupo estudado, tendo em vista que o treino vocal é um dos fatores decisivos para a classificação vocal⁽²⁶⁾, pois permite ampliar o potencial vocal do cantor.

Quanto à frequência mínima, no presente estudo os grupos de vozes femininas apresentaram valores de 36st ou 130 Hz (soprano) e 35st ou 124 Hz (*mezzo* soprano), já os grupo de vozes masculinas apresentou 28st ou 85 Hz (tenor), 26st ou 74 Hz (barítono) e 26st ou 75 Hz (baixo). Tais resultados são maiores que os obtidos em um estudo realizado com 80 jovens coristas (59 mulheres e 21 homens) e estudantes de canto coral que apresentaram média de frequência mínima de 37,6 Hz para o grupo feminino e de 28,1 Hz para o grupo masculino⁽²⁵⁾. As vozes masculinas do presente estudo obtiveram valores maiores provavelmente por estes grupos serem compostos, na sua maioria, por idosos (média da idade no grupo tenor: $\bar{X} = 38$ anos, no barítono: $\bar{X} = 28,61$ e no baixo: $\bar{X} = 28,61$). Dentre as modificações que ocorrem na voz ao longo da idade, há redução da extensão vocal, da intensidade, da duração e do tempo de fonação^(6,22,27-28), aumento da frequência fundamental habitual em homens e diminuição em mulheres^(27,29-30).

Com relação à extensão vocal, faixa de variação da emissão da frequência mais alta a mais baixa, estudos apontam que há relação desta medida com a idade e com o tempo de atuação no canto coral e que há divergência entre os gêneros feminino e masculino⁽²⁸⁾. O valor de 34st encontrado no grupo *mezzo* soprano está de acordo com o valor obtido em um estudo com coristas amadoras (34,6st)⁽¹³⁾, e com outro estudo realizado com mulheres falantes normais (20st a 37st)⁽⁷⁾, porém situado na região de maiores valores, provavelmente, graças ao exercício do canto. Em relação às vozes masculinas, estas apresentaram valores de extensão vocal maiores que os obtidos nas vozes femininas. A extensão vocal obtida no grupo tenor (36st) assemelha-se à relatada em um grupo de homens coristas (37st)⁽¹³⁾ e em homens falantes normais (20st a 39st)⁽⁷⁾ e, da mesma forma, mais próxima às maiores extensões vocais por se tratar de vozes treinadas.

Com referência à intensidade vocal, a média dos valores de intensidade mínima e máxima das vozes femininas do grupo soprano (64 dB e 131 dB) e *mezzo* soprano (75 dB e 123 dB), e masculinas do grupo tenor (82 dB e 126 dB), barítono (75 dB e 121 dB) e baixo (75 dB e 120 dB) foram significativamente maiores quando comparada à média dos valores de intensidade mínima e máxima de mulheres (48,7 dB e 100,6 dB) e homens (50,8 dB e 98,3 dB) obtidos em um estudo com profissionais da voz⁽²⁵⁾. Provavelmente, esta diferença está relacionada a questões metodológicas, pois no presente estudo, as medições de intensidade foram realizadas com o microfone a uma distância de três cm da comissura labial do participante (conforme o recomendado pelo manual do programa VRP), enquanto que, no referido estudo⁽²⁵⁾ o microfone estava posicionado 30 cm distante da boca do indivíduo.

No presente estudo, constatou-se que os grupos cuja classificação vocal consiste em uma extensão vocal localizada nas frequências altas, possuem maiores valores de intensidade máxima, como observado no grupo soprano e tenor. A

literatura relata que ocorre um aumento da amplitude (maior intensidade) nas altas frequências quando comparado às baixas frequências, justificando o encontrado neste estudo⁽³¹⁻³³⁾.

A extensão dinâmica máxima, medida da intensidade correspondente à maior faixa de variação da intensidade (mínima e máxima) numa mesma frequência, dos coristas avaliados foi 63 dB (sopranos) e 43 dB (*mezzo* sopranos), 38 dB (tenor), 45 dB (barítono) e 42 dB (baixo). Em um estudo de coristas amadores, utilizando o VRP, foram encontrados valores médios de extensão dinâmica máxima de 60 dB para vozes femininas e 58 dB para masculinas⁽¹³⁾. O valor da extensão dinâmica máxima das vozes femininas se assemelha ao obtido no grupo soprano, já o valor das vozes masculinas foi maior que os registrados nos demais grupos deste estudo. O estudo citado apresenta cantores com idade média de 29 anos (grupo masculino) e 33 anos (grupo feminino), o que provavelmente contribuiu para os valores altos de extensão dinâmica máxima, pois como citado anteriormente, o avançar da idade leva a uma redução da intensidade da voz^(6,21,27-28).

Em relação à área do fonetograma, verificou-se que o grupo soprano apresentou área significativamente maior ($p < 0,05$) que os demais grupos, (soprano 62,9 cm², *mezzo* soprano 44,1 cm², tenor 42,9 cm², barítono 45,8 cm² e baixo 40,4 cm²). Este dado era esperado uma vez que o grupo soprano apresentou valores maiores de frequência máxima, de extensão vocal, de intensidade máxima, de extensão dinâmica máxima e menor valor de intensidade mínima consequentemente, um gráfico com uma área maior. Ao compararmos os nossos achados com os de um estudo realizado com jovens coristas, área de 26,5 cm² do grupo feminino e 29,1 cm² do masculino, observamos que todos os grupos da presente pesquisa apresentaram valores maiores. Tal fato é justificado pelo tempo de treino vocal, uma vez que os jovens coristas têm menor tempo de treinamento (em média, dois anos) que os participantes da presente pesquisa (em média, 17 anos). Em um estudo longitudinal foram registradas semestralmente, durante dois anos, as características da voz cantada de estudantes de canto, comprovando que o treinamento de téc-

nicas vocais, voltadas para esta arte tem um efeito significativo na voz cantada, especialmente para o aumento da faixa de frequências e intensidade máxima⁽¹⁸⁾.

A fonetografia é um instrumento útil para avaliação vocal dos coristas, pois permite verificar de forma objetiva a tessitura vocal de maior conforto e facilidade para o canto, com base nos valores de extensão vocal e extensão dinâmica máxima. A possibilidade de associar a frequência à intensidade proporciona ao profissional que irá classificar as vozes observar, não apenas a região de frequência, mas também o controle laríngeo que o corista possui para cada nota.

Assim, a Fonoaudiologia possui um importante instrumento para auxiliar os regentes no momento da classificação vocal, utilizando dados objetivos, que possibilitam que as vozes sejam classificadas adequadamente. Assim, uma boa classificação vocal facilita a emissão do cantor e realça as qualidades da voz, evitando que o profissional utilize registros inadequados, prevenindo o aparecimento de lesão nos órgãos fonadores⁽⁶⁾.

CONCLUSÃO

Nas vozes femininas, as coristas do grupo soprano, como esperado, obtiveram diferença estatisticamente significativa, apresentando maior frequência máxima (st e Hz) e maior área (dB.st e cm²) que as coristas do grupo *mezzo* soprano.

A realização deste trabalho possibilitou observar que a fonetografia permite o registro das características vocais relevantes (frequências e intensidades mínima e máxima, extensão vocal e extensão dinâmica máxima) para a classificação vocal de coristas. Os valores obtidos foram semelhantes aos citados na literatura, sendo necessário considerar as peculiaridades de cada grupo, como idade e tempo de experiência, além da forma de realização do exame.

O uso da fonetografia pode auxiliar na classificação vocal adequada, permitindo ao cantor o uso vocal sem esforço e com melhor desempenho, garantindo saúde e longevidade da voz.

ABSTRACT

Purpose: To characterize, by phonetography, the vocal dynamics of choristers with different vocal classifications. **Methods:** Forty-four professional choir singers with ages between 19 and 75 years (average: 51.9 years old) participated in the study. The group included eight sopranos, 20 mezzo-sopranos, four tenors, seven baritones and five basses. The phonetography was carried out in an acoustically treated room. **Results:** The averages of minimum and maximum frequency rates were obtained, respectively: soprano 36st (130 Hz) and 72st (1084 Hz), mezzo-soprano 35st (124 Hz) and 68st (878 Hz); tenor 28st (85 Hz) and 65st (709 Hz), baritone 26st (74 Hz) and 59st (524 Hz) and bass 26st (75 Hz) and 59st (513 Hz). Regarding the averages of minimum and maximum intensity rates, the following values were obtained, respectively: soprano 64 dB and 131 dB, mezzo-soprano 75 dB and 123 dB, tenor 82 dB and 126 dB, baritone 75 dB and 121 dB and bass 75 dB e 120 dB. Statistical analysis (Student's t-test) showed significant differences between female and male voice rates: soprano voices presented larger frequency maximum than mezzo-soprano. **Conclusion:** Data showed that phonetography allows the register of relevant vocal characteristics, helping the appropriate vocal classification of choristers.

KEYWORDS: Voice/physiology; Speech acoustics; Evaluation; Voice quality; Speech production measurement

REFERÊNCIAS

1. Behlau M, Rehder MI. Higiene vocal para o canto coral. Rio de Janeiro: Revinter; 1997.
2. Troup GJ. The physics of the singing voice. Measurements on the voices and vocal apparatus of trained singers, and their interpretation. *Phys Reports*. 1981;74(5):379-401.
3. Hoffman-Ruddy B, Lehman J, Crandell C, Ingram D, Sapienza C. Laryngostroboscopic, acoustic, and environmental characteristics of high-risk vocal performers. *J Voice*. 2001;15(4):543-52.
4. Junker D et al. Convenção Internacional de Regentes de Coros. Anais. Brasília; 1999.
5. Cleveland TF. Acoustic properties of voice timbre types and their influence on voice classification. *J Acoust Soc Am*. 1977;61(6):1622-9.
6. Perelló J. Canto-dicción: (foniatria estética). 2a ed. Barcelona: Editorial Científico-Médica; 1982.
7. Vargas AC, Costa AG, Hanayama EM. Perfil de extensão vocal em indivíduos falantes normais do português brasileiro. *Rev Cefac*. 2005;7(1):108-16.
8. Araújo SA, Grellet M, Pereira JC, Rosa MO. Normatização de medidas acústicas da voz normal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002;68(4):540-4.
9. Horii Y. Vocal shimmer in sustained phonation. *J Speech Hear Res*. 1980;23(1):202-9.
10. Felipe ACN, Grillo MHMM, Grechi TH. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(5):659-64.
11. Carrara-de Angelis E. Voz nos distúrbios neurológicos. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO, organizadores. *Tratado de fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p. 57-90.
12. Weatherley CC, Worrall LE, Hickson LM. The effect of hearing impairment on the vocal characteristics of older people. *Folia Phoniatr Logop*. 1997;49(2):53-62.
13. Hacki T. [Vocal capabilities of nonprofessional singers evaluated by measurement and superimposition of their speaking, shouting and singing voice range profiles]. *HNO*. 1999;47(9):809-15. German.
14. Emanuel FW, Whitehead RL. Harmonic levels and vowel roughness. *J Speech Hear Res*. 1979;22(4):829-40.
15. Murry T, Doherty ET. Selected acoustic characteristics of pathologic and normal speakers. *J Speech Hear Res*. 1980;23(2):361-9.
16. Sanderson RJ, Maran AG. The quantitative analysis of dysphonia. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1992;17(5):440-3.
17. Pegoraro-Krook MI, Castro VC. Normative Speaking Fundamental Frequency (SFF) characteristics of Brazilian male subjects. *Braz J Med Biol Res*. 1994;27(7):1659-61.
18. Mendes AP, Brown WS Jr, Rothman HB, Sapienza C. Effects of singing training on the speaking voice of voice majors. *J Voice*. 2004;18(1):83-9.
19. Estienne F. *Voz falada, voz cantada: avaliação e terapia*. Rio de Janeiro: Revinter; c2004.
20. Buder EH, Wolf T. Instrumental and perceptual evaluations of two related singers. *J Voice*. 2003;17(2):228-44.
21. Coleman RF. Sources of variation in phonetograms. *J Voice*. 1993;7(1):1-14. Review.
22. Teles-Magalhães LC, Pegoraro-Krook MI, Pegoraro R. Study of the elderly females' voice by phonetography. *J Voice*. 2000;14(3):310-21.
23. Schutte HK, Seidner W. Recommendation by the Union of European Phoniaticians (UEP): standardizing voice area measurement/phonetography. *Folia Phoniatr (Basel)*. 1983;35(6):286-8.
24. Coleman RF, Mabis JH, Hinson JK. Fundamental frequency-sound pressure level profiles of adult male and female voices. *J Speech Hear Res*. 1977;20(2):197-204.
25. Siupsinskiene N. Quantitative analysis of professionally trained versus untrained voices. *Medicina (Kaunas)*. 2003;39(1):36-46.
26. Miller R. Laryngeal structure and function. In: Miller R, editor. *The structure of singing*. New York: Schirmer Books; 1986. p. 241-58.
27. Sataloff RT, editor. *Professional voice: the science and art of clinical care*. 2nd ed. San Diego: Singular Publishing Group; c1997.
28. Bastos PRJ, Ferreira KL, Camargo ZA, Pinho SMR. Extensão vocal de cantores de coros evangélicos amadores. In: Pinho SMR, organizador. *Temas em voz profissional*. Rio de Janeiro: Revinter; 2006. p. 65-81.
29. Motta LB. *Aprimoramento vocal na terceira idade [monografia]*. Porto Alegre: Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica; 1999.
30. McGlone R, Hollein H. Vocal pitch characteristics of aged women. *J Speech Hear Res*. 1963;6:164-70.
31. Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical measurement of speech and voice*. 2nd ed. San Diego: Singular Thomson Learning; c2000.
32. Rossing TD, Sundberg J, Ternstrom S. Acoustic comparison of voice use in solo and choir singing. *J Acoust Soc Am*. 1986;79(6):1975-81.
33. Joliveau E, Smith J, Wolfe J. Vocal tract resonances in singing: the soprano voice. *J Acoust Soc Am*. 2004;116(4 Pt 1):2434-9.