

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

Paulo Sérgio Menegon

Padrões de Respiração em Estilos de Canto e de Fala

DOUTORADO EM LINGUÍSTICA APLICADA E ESTUDOS DA LINGUAGEM

São Paulo

2023

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Paulo Sérgio Menegon

Padrões de Respiração em Estilos de Canto e de Fala

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Professora Doutora Sandra Madureira.

São Paulo

2023

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução parcial ou total desta Tese de Doutorado através de fotocópias ou meios eletrônicos.

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

e-mail: _____

Menegon, Paulo Sérgio

Padrões de respiração em estilos de canto e de fala / Breathing patterns in singing and speaking styles. Paulo Sérgio Menegon. São Paulo, 2023.

Tese de Doutorado -Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL). Linha de Pesquisa: Linguagem Educação e Tecnologia Orientadora: Profa. Dra. Sandra Madureira.

1. Análise de padrões respiratórios. 2. Expressividade do canto. 3. Expressividade da fala. 4. Análise perceptiva. 5. Análise acústica.

1. Analysis of breathing patterns. 2. Singing expressiveness. 3. Expressiveness of speech. 4. Perceptual analysis. 5. Acoustic analysis.

Paulo Sérgio Menegon

Padrões de Respiração em Estilos de Canto e de Fala

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Professora Doutora Sandra Madureira.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Dedicatória

À minha mãe,
Rosa Carrasco Menegon,
por me inspirar sempre a caminhar,
sendo sempre para mim um exemplo de vida.

Agradecimento Especial

Agradeço muito todo o suporte, zelo reflexivo e presteza na condução deste trabalho por parte da minha orientadora, professora doutora Sandra Madureira.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mario Augusto de Souza Fontes, pelas contribuições para a realização da análise estatística da pesquisa, participação na banca de qualificação e pelo constante estímulo ao meu trabalho, indicando-me sempre algo impulsionador.

Ao Prof. Dr. Amaury Flavio Silva, pelas sugestões significativas e muito relevantes, além do acompanhamento e participação na banca de qualificação.

Aos sujeitos da pesquisa, por disponibilizarem o seu tempo na participação das gravações.

Aos juízes, por participarem dos testes de percepção.

Ao cantor Camilo Namour, pela generosidade de difundir esta pesquisa entre os colegas da classe artística, sendo essencial para sua viabilização.

À minha esposa e à minha filha, pelo incentivo constante e me valorizarem no tempo em que me dediquei à realização deste trabalho.

Ao meu pai, Nelson Menegon (*in memoriam*), que sempre me incentivou a me aprimorar constantemente.

À Maria Lucia dos Reis, funcionária da secretaria do Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PEPG-LAEL), da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, pelas orientações e colaboração.

À Fatima de Albuquerque, secretária do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC), pela colaboração e apoio.

Ao Prof. Dr. Tony Berber Sardinha e à Profa. Dra. Maximina Maria Freire em boa parte do tempo em que estiveram na Coordenação do PEPG-LAEL, pela disponibilidade, atendimento e orientações para encaminhamento de todos os trâmites necessários para a realização desta pesquisa.

Prof. Dr. Plínio Barbosa, por disponibilizar o *Script ExpressionEvaluator*.

Às professoras doutoras Maria Francisca Lier de Vitto e Zuleica Camargo, pelo acompanhamento em aulas.

Aos funcionários da Secretaria de Bolsas, da Secretaria Acadêmica de Pós-Graduação e do DTI, pelo apoio e orientações.

À Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e à Fundação São Paulo, pelo apoio para a realização desta pesquisa.

À Marcia Martins, secretária do Centro de Pesquisa, Recursos e Informação em Linguagem (CEPRIL), pelo apoio e colaboração.

Aos amigos que conheço desde o início desta jornada, Dilton Serra, Juliana Andreassa da Lomba, Rafael Scarpelli, Marcia Polaczek, Marta Tanuri, Livia Lapastina Silva, Alice Crochiquia, Anna Smirnova e Renata Passeti, pelo apreço e incentivo de sempre.

À Lucia Esteves, que representou, com determinação, o CUCA-Coral da PUC-SP, bem como a todos os cantores que participaram do Coral da PUC-SP, com quem desfrutei contínuas práticas na busca de um canto saudável e musical.

Ao Maestro Renato Teixeira Lopes, por me convidar para ser orientador vocal da PUC-SP e contínua amizade.

Ao Prof. Carmo Barbosa, que me orienta vocalmente desde o início da minha carreira e me estimula a aprimorar continuamente minha prática.

Ao Prof. Me. Sérgio Moreira, coordenador da área de música da FMU|FIAMFAAM, por me apoiar em meu aprimoramento, nos projetos de música, bem como nas aulas que realizo.

Aos colegas, professores de música da FMU|FIAMFAAM, com os quais compartilho estratégias didáticas para melhor servir os nossos alunos.

E finalmente, aos meus alunos da FMU|FIAMFAAM, que desenvolvem o seu aprendizado com suas belas vozes e musicalidade.

RESUMO

A voz cantada e a falada são frutos de mecanismos de produção aerodinâmicos, fonatórios e articulatórios, envolvendo o funcionamento de órgãos do aparelho fonador, que funciona como um instrumento de sopro, transformando a corrente de ar egressiva proveniente dos pulmões em sonoridades. Tendo os estilos de voz cantada e falada, como pano de fundo, o objetivo deste trabalho é investigar os padrões respiratórios, as características acústicas e os efeitos impressionantes do fraseado musical e elocucional nos ouvintes. Os padrões respiratórios são analisados por meio de técnica plestimográfica, utilizando o dispositivo RespTrack, desenvolvido na Universidade de Estocolmo, para a realização de três medidas: duração do ciclo respiratório, duração do período de inalação e amplitude da inalação. A análise acústica utiliza o *script* ExpressionEvaluator (Barbosa, 2009), que extrai 12 medidas acústicas, englobando frequência fundamental, intensidade, declínio espectral e LTAS. A análise perceptiva é realizada por meio de aplicação de teste de diferencial semântico, incluindo os descritores: agradabilidade da voz, qualidade da interpretação e impacto emocional. O *corpus* de pesquisa é o texto da canção “Melodia Sentimental”, de Heitor Villa-Lobos, com o poema de autoria de Dora Alencar Vasconcellos, que foi uma poetiza e diplomata brasileira. São analisadas produções de canto e leitura do texto da canção de três cantores (um barítono e dois baixos) e três cantoras (duas sopranos e uma mezzo-soprano), além de cantores líricos brasileiros profissionais nas idades entre 25 a 58 anos. Os resultados dos três tipos de análise são confrontados por meio de análise estatística multidimensional a fim de serem verificadas as correspondências entre as variáveis quantitativas (medidas respiratórias, acústicas e perceptivas) e qualitativas (estilos vocais). O estilo de voz cantada apresentou maior amplitude da fase de inspiração e durações de inspiração, bem como ciclos respiratórios maiores do que na voz falada. Acusticamente, no estilo de voz cantada, os fatores mais influentes foram as medidas de variação de f_0 , de mediana de f_0 e do valor máximo de f_0 ao passo que na voz falada foram o declínio espectral de intensidade ao longo de intervalos de frequências do espectro sonoro e a taxa de variação de f_0 . Os resultados da análise perceptiva da expressividade das performances vocais demonstraram que no estilo de voz cantada os descritores da qualidade da interpretação e da agradabilidade da voz se destacaram, enquanto, no estilo de voz falada, foram os descritores de impacto emocional e de qualidade da interpretação. A análise experimental dos padrões respiratórios por meio de técnica plestimográfica evidenciou a relevância da contribuição da respiração abdominal para o canto. Esse resultado reforça a importância da respiração abdominal no treinamento de cantores.

Palavras-chave: análise de padrões respiratórios; expressividade do canto; expressividade da fala; análise perceptiva; análise acústica.

ABSTRACT

The singing and spoken vocal styles derive from aerodynamic, phonatory and articulatory mechanisms, involving the participation of the organs of the vocal tract that functions as a wind instrument, transforming the egressive airstream from the lungs into sonorities. Having as background the singing and spoken voice styles, the objective of this work is to analyze breathing patterns, acoustic parameters and impressionistic perceptions. The breathing patterns were analyzed by a plethysmography technique using the RespTrack device developed at the University of Stockholm for measuring the duration of the breathing cycle, the duration of the inhalation interval; the amplitude of inhalation interval. The acoustic analysis uses the ExpressionEvaluator script (Barbosa, 2009), that extracts twelve acoustic measures, comprising the fundamental frequency, intensity, and spectral tilt. The perceptual analysis was performed by a semantic differential test, including three descriptors (Voice Pleasantness, Quality of the Interpretation and Emotional Impact). The research corpus is the lyrics of the song “Melodia Sentimental” by Heitor Villa-Lobos, with a poem by Dora Alencar Vasconcellos, who was a Brazilian poetess and diplomat. The research subjects, aged to 25 to 58, were three male professional lyric singers (one baritone and two basses) and three female professional lyric singers (two soprano and one mezzo-soprano). The results of the three types of analyses were submitted to multidimensional statistical analysis to investigate the correspondences between the quantitative variables (respiratory, acoustic and perceptual measures) and qualitative variables (voice style). The singing voice style showed a more extensive inhalation range, longer inhalation intervals and breathing cycles than the spoken voice. Acoustically, in the singing voice style, the more influential factors were f_0 variability, f_0 median and f_0 maximum value and in the spoken voice the long term average spectrum and the rate of f_0 variation. The results of the perceptual test on vocal performance expressivity showed that in the singing voice style the descriptors “Quality of Interpretation” and “Voice Pleasantness” got the highest scores and in the spoken voice style the descriptors “Emotional Impact” and “Quality of Interpretation” were the ones that got the highest scores. The experimental analysis of the breathing patterns by the plethysmography technique demonstrated the relevance of the contribution of the abdominal breathing mechanism for singing. This result reinforces the importance of the abdominal breathing technique in singing training.

Key-words: Analysis of breathing patterns; Singing expressiveness; Expressiveness of speech; Perceptual analysis; Acoustic analysis.

ABREVIATÕES UTILIZADAS PARA VARIÁVEIS NA ANÁLISE

ABREVIATURA	VARIÁVEL	MÉTODO	OBSERVAÇÃO
AmplINA	Amplitude da inalação do abdômen	Respiratório	RespTrack
AmplINS	Soma da amplitude da inalação	Respiratório	RespTrack
AmplINT	Amplitude da inalação do torax	Respiratório	RespTrack
DurlINA	Duração da inalação do abdômen	Respiratório	RespTrack
DurBGA	Duração do ciclos respiratórios do abdômen	Respiratório	RespTrack
DurBGS	Soma da duração dos ciclos respiratórios	Respiratório	RespTrack
DurBGT	Duração do ciclos respiratórios do torax	Respiratório	RespTrack
DurlINS	Soma da inalação	Respiratório	RespTrack
DurlINT	Duração da inalação do torax	Respiratório	RespTrack
NumBGA	Número de ciclos respiratório do abdômen	Respiratório	RespTrack
NumBGM	Média do número de ciclos respiratórios	Respiratório	RespTrack
NumBGS	Soma do número dos grupos respiratórios	Respiratório	RespTrack
NumBGT	Número de ciclos respiratório do torax	Respiratório	RespTrack
assimdff0div10	assimetria de f0	Acústico	ExpressionEvaluator
assimf0	assimetria de derivada de f0	Acústico	ExpressionEvaluator
assiminclinnespec	assimetria de declínio espectral	Acústico	ExpressionEvaluator
assimint	assimetria de intensidade	Acústico	ExpressionEvaluator
desvpaddf0	desvio padrão da derivada de f0	Acústico	ExpressionEvaluator
desvpadinclinespec	desvio padrão de declínio espectral	Acústico	ExpressionEvaluator
medderivf0	média de derivada de f0	Acústico	ExpressionEvaluator

medinclinespec	média de declínio espectral	Acústico	ExpressionEvaluator
mednf0	mediana de f0	Acústico	ExpressionEvaluator
quan995f0	avaliar o limite superior de f0	Acústico	ExpressionEvaluator
sampquartisf0	semiamplitude entre quartis de f0	Acústico	ExpressionEvaluator
AV	Agradabilidade da Voz	Perceptivo	SurveyMonkey
QI	Qualidade da Interpretação	Perceptivo	SurveyMonkey
IE	Impacto Emocional	Perceptivo	SurveyMonkey

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Extraído do Site “Meu diário”, link: http://explorandolamusica.weebly.com/ do INSTITUTO DE ESTUDOS SECUNDÁRIOS (ISUCH) da Universidade do Chile (Diretor: Jorge Morán Abac).....	25
Figura 2 – Partes do aparelho fonador: laringe e cavidades ressoadoras. Figura extraída de Hewlett e Mackenzie Beck (2006).....	27
Figura 3 – Imagem da estrutura larínge. Fonte: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539821/figure/article-20117.image.f1/?report=objectonly . Data da pesquisa: 16/05/2022.....	29
Figura 4 – Esquema representando as partes respiratória, fonatória e articulatória do Aparelho Fonador com designação de suas funções. Figura extraída de Hewlett e Mackenzie Beck.....	30
Figura 5 – Figura extraída de Vieira (2004) para ilustrar o modelo Fonte-Filtro (Fant, 1970).....	31
Figura 6 – ilustração do Efeito Bernoulli sobre as pregas vocais é apresentada. Fonte: Vieira (2004).....	33
Figura 7 – Músculos da Respiração. NETTER: Frank H. Netter Atlas De Anatomia Humana. 5 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2011.....	36
Figura 8 – ilustração da expansão máxima dos pulmões e à direita a contração máxima. Figura extraída de Hewlett e Mackenzie Beck	42
Figura 9 – Foto do RespTrack, versão SN 102.....	55
Figura 10 – De cima para baixo em figura adaptada, oscilograma, registros dos movimentos respiratórios do tórax, do abdômen e da soma dos dois movimentos.....	56
Figura 11 – Gráfico da duração e amplitude da inspiração um ciclo respiratório. Fonte: Barbosa e Madureira (2018).....	56
Figura 12 – Gráfico da duração em ms do momento de inspiração e do ciclo respiratório.....	62
Figura 13 – Gráfico da duração momento da inspiração.....	64
Figura 14 – Gráfico da duração do ciclo respiratório.....	64
Figura 15 – Box Plot referente à amplitude da inspiração.....	65
Figura 16 – Projeção das variáveis acústicas nas dimensões 1 e 2 do espaço vetorial.....	69
Figura 17 – Agrupamentos dos enunciados segundo a aplicação do método FAMD.....	70
Figura 18 – Distribuição dos enunciados segundo a aplicação do método FAMD nas dimensões 1 e 2 do espaço vetorial. O F corresponde ao centróide do estilo de voz falada e o C ao centróide do estilo de voz cantada.....	71
Figura 19 – Deslizador de escala contínua de 0 a 100 na plataforma online de questionários de pesquisa SurveyMonkey.....	76

Figura 20 – <i>Clusters</i> hierárquicos resultantes da aplicação do MFA (Multiple Factor Analysis).....	79
Figura 21 – Distribuição dos estímulos referentes aos sujeitos de pesquisa no espaço vetorial. À direita do gráfico os cantores melhor avaliados e à esquerda os pior avaliados.....	80
Figura 22 – Estilo de voz cantada: Variáveis concernentes aos descritores semânticos do teste de percepção (Gc1), variáveis acústicas (Gc2) e variáveis respiratórias (Gc3) nas dimensões 1 (DIM 1) e 2 (DIM2) do espaço vetorial.....	81
Figura 23 – <i>Clusters</i> hierárquicos da derivados da aplicação do MFA (Multiple Factor Analysis) aos resultados das análises perceptiva e acústica dos trechos de voz falada da terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental” por 3 falantes do sexo feminino e 3 do sexo masculino.....	85
Figura 24 – Distribuição dos estímulos referentes aos trechos de voz falada dos locutores no espaço vetorial.....	86
Figura 25 – Estilo de voz falada: Variáveis referentes aos descritores semânticos do teste de percepção (Gc1), variáveis acústicas (Gc2) e as variáveis respiratórias (RespTrek) (Gc3) nas dimensões 1 (DIM 1) e 2 (DIM2) do espaço vetorial.....	87
Figura 26 – Estilo de voz falada: Distribuição das variáveis semânticas(Gc1), acústicas (Gc2) e respiratórias (Gc3) nos eixos das dimensões 1 e 2 do espaço vetorial.....	89
Figura 27 – Estilo de voz falada: Contribuição do grupo de variáveis para a explanação dos dados. O grupo das variáveis respiratórias teve maior relevância (Gc3), seguido das variáveis acústicas (Gc2) e dos descritores semânticos (Gc1).....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Correspondências entre parâmetros físicos nos níveis de produção, percepção e acústico	39
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão referentes à duração do momento de inspiração.....	63
Tabela 2 – Médias e desvios padrões referentes à duração do ciclo respiratório.....	63
Tabela 3 – Médias e desvios padrões referentes à amplitude da inspiração.....	65
Tabela 4 – Medidas acústicas, índice de correlação (porcentagem de representação) e grau de significância nas dimensões 1 e 2 (método FAMD)..	69
Tabela 5 – Descritores semânticos, sujeitos e valores médios referentes à avaliação das performances vocais realizada pelos juízes em relação as variáveis de análise.....	78
Tabela 6 – Dimensões, Variáveis, Coeficientes de correlação e Níveis de Significância.....	82
Tabela 7 – Descritores semânticos, sujeitos da pesquisa e valores médios referentes à avaliação das performances vocais realizada pelos juízes em relação às variáveis de análise.....	84
Tabela 8 – Dimensões, Variáveis, Coeficientes de Correlação e Níveis de Significância.....	88
Tabela 9 – Dimensões, Variáveis, Coeficientes de Correlação e Níveis de Significância.....	91

LISTA DE FERRAMENTAS UTILIZADAS

1. PRAAT – <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
2. R – <http://www.r-project.org/>
3. Rcomander – <http://cran.r-project.org/>
4. FactoMineR – <http://factominer.free.fr/>
5. Excel – <http://office.microsoft.com/pt-br/excel/>
6. Word – <http://office.microsoft.com/pt-br/word/>
7. SurveyMonkey – <https://www.surveymonkey.com/>
8. Google – <http://www.google.com.br/>
9. Windows – <http://windows.microsoft.com/pt-br/windows/home>
10. RespTrack, versão SN 102 – <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1467649/FULLTEXT01.pdf>
11. Microfone Shure Headset SM7B – <https://www.shure.com/pt-BR>
12. Cabine acústica do LIAAC-PUC/SP – <https://www5.pucsp.br/liaac/>
13. Script ExpressionEvaluator – https://www.researchgate.net/publication/315049806_Scripts_for_the_Acoustic_Analysis_of_Speech_Data
14. Adobe Reader – <http://www.adobe.com/br/>

Os endereços eletrônicos foram acessados em 6 de janeiro de 2023.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
 1. A PRODUÇÃO DA VOZ	24
1.1. A produção da voz humana segundo a Teoria Acústica da Produção da Fala	30
 2. OS PADRÕES RESPIRATÓRIOS NA VOZ CANTADA E FALADA.....	35
2.1. O mecanismo de respiração.....	36
2.2. O mecanismo respiratório em estilo de voz falada	39
2.3. O mecanismo respiratório na voz cantada	41
2.4. Aspectos respiratórios diferenciados na voz falada e na voz cantada.....	44
 3. METODOLOGIA.....	48
3.1. <i>Corpus</i>	49
3.2. Sujeitos da pesquisa.....	52
3.2.1. Os sujeitos do sexo feminino.....	53
3.2.2. Os sujeitos do sexo masculino	53
3.3. Gravação do <i>corpus</i>	54
3.3.1. Procedimentos metodológicos	54
3.3.1.1. Gravação dos dados acústicos.....	54
3.3.1.2. Edição dos dados acústicos	54
3.3.1.3. Registro dos padrões respiratórios.....	54
3.3.1.4. Técnica de análise dos padrões respiratórios.....	55
3.3.1.5. Etapas da pesquisa	57
3.3.1.6. Técnica de análise dos parâmetros acústicos	57
3.3.1.7. Técnica de análise perceptiva.....	59
3.3.1.8. Testes estatísticos	60
 4. ANÁLISE DOS PADRÕES RESPIRATÓRIOS DE VOZ CANTADA E FALADA	61
4.1. Resultados referentes aos padrões respiratórios.....	62
4.2. Discussão dos resultados da análise dos padrões respiratórios	66

5. ANÁLISE ACÚSTICA DAS AMOSTRAS DE VOZ CANTADA E FALADA.....	67
5.1. Resultados referentes aos padrões acústicos	68
5.2. Discussão dos resultados da análise acústica	72
 6. ANÁLISE PERCEPTIVA DOS EFEITOS IMPRESSIVOS DAS INTERPRETAÇÕES EM VOZ CANTADA E FALADA.....	73
6.1. O método utilizado para avaliar as impressões auditivas das performances em voz cantada e falada	74
6.1.1. <i>Corpus</i>	74
6.1.2. A construção do experimento perceptivo	75
6.2. O teste perceptivo sobre a performance vocal em voz cantada	77
6.2.1. Descrição do experimento.....	77
6.2.2. Resultados do experimento	77
6.3. O teste perceptivo sobre a performance vocal em estilo de voz falada	83
6.4. .Confrontação dos estilos de voz cantada e falada em relação ao papel dos padrões respiratórios abdominais e torácicos.....	90
6.5. 6.5 Discussão dos resultados da avaliação perceptiva	92
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
 ANEXOS	103

INTRODUÇÃO

A adequada utilização da musculatura torácica e da abdominal para a realização do canto lírico é de grande relevância para conferir qualidade à expressividade vocal.

Desde as primeiras orientações dadas aos meus alunos, como professor de canto lírico, deixo muito clara a importância de um trabalho eficaz com a respiração para que as estratégias vocais, que se transformam no que chamamos, no campo da música, de linha de canto, alcancem plenitude. Essa linha de canto nada mais é que uma emissão de voz que se reflete numa uniformidade vocal na tessitura da voz do tom grave ao agudo e numa boa articulação das palavras conforme assinalado em orientações para a eficiência de performances vocais (Celletti, 1991, 1989; Medlyn, 2016; Edwards, 2014; Elme, 2015).

A tessitura é um termo utilizado em música para indicar a extensão das notas que uma voz ou um instrumento musical tem capacidade de emitir nos seus limites entre o extremo grave e extremo agudo. No caso da voz cantada, a tessitura abrange o limite dessa extensão, uma vez que a emissão vocal apresenta qualidade no controle do timbre de determinada voz, podendo, assim, manifestar toda a capacidade da voz durante a expressividade e interpretação musical.

Concomitante ao trabalho respiratório, dois outros aspectos devem ser enfatizados: uma postura ereta e um relaxamento dos músculos abdominais e torácicos para que a mecânica respiratória ocorra de forma adequada. Esses três aspectos, respiração, postura e relaxamento, formam um alicerce tripartite para a execução do canto. Entre as estratégias de ensino para promover esse alicerce, o recurso às metáforas sonoras pode ser eficaz para produzir efeitos expressivos (Canheti e Camargo, 2016; Menegon e Madureira, 2016; Salomão, 2016).

Uma respiração bem treinada, voltada a um trabalho de controle de ar adequado à voz cantada, bem como a outras formas de manifestação pela voz, como a voz falada, narrada ou declamada, promove uma voz saudável e contribui para a saúde vocal da prega vocal.

Além disso, aplicada ao canto lírico, a respiração aprimorada resulta em uma prega vocal mais encorpada. O cantor, ao utilizar adequadamente a respiração e treinar continuamente a voz, promove um aumento no volume da prega vocal, conforme resultados identificados em exames, como os de nasofibroscopia. O treino

vocal é semelhante a qualquer outra atividade física de outros órgãos musculares (bíceps, tríceps, panturrilha, coxa), que podem ser fortalecidos com os respectivos exercícios físicos.

Como cantor e professor de canto, meu interesse em avaliar instrumentalmente os padrões respiratórios do abdômen e do tórax em relação à realização da altura das notas, por exemplo no uso de tons mais agudos, advém da intenção de contribuir para o aprimoramento dos exercícios vocais e para a ampliação do embelezamento da qualidade vocal no canto lírico.

Salomão (2008) aponta que a qualidade vocal é mais difícil de ser avaliada do que os aspectos da dinâmica vocal. Para a sua avaliação, concorrem, além das características respiratórias, as acústicas e as perceptivas. Essas características determinam a expressividade oral não somente na voz cantada, mas também na falada.

Abordando a investigação da expressividade em dois estilos orais (canto e leitura) por meio de análise dos padrões respiratórios, das características acústicas e das impressões perceptivas, instrumentalizamos nossa pesquisa sobre a voz cantada e falada e abrimos caminho para obter dados experimentais.

Os objetivos gerais da pesquisa são verificar as diferenças entre padrões respiratórios no canto e na fala; verificar as diferenças entre características acústicas do canto e da fala; investigar as impressões das performances do canto e da fala nos ouvintes. Como objetivos específicos, postulamos (1) investigar se há diferenças de participação do abdômen e do tórax na execução do canto; (2) investigar se a performance dos sujeitos varia em relação aos estilos de voz cantada e falada.

Para realizar tais objetivos, investigamos as características de produção de um mesmo texto, nesse caso, o canto e a leitura em voz alta da letra da Canção “Melodia Sentimental”, de Heitor Villa-Lobos, e poema de Dora Vasconcellos. Para isso, visamos delinear as estratégias de produção oral condicionadas por natureza estilística, ou seja, por ajustes entre forma e conteúdo que, implementados pelos sujeitos, revelam características de sua expressividade oral.

Como questões de pesquisa, postulamos: como as características dos padrões respiratórios e acústicos, que se apresentam nas atividades de canto e fala em um mesmo texto produzido por um mesmo falante, evidenciam percepções diferenciadas

nos ouvintes?; de que maneira características respiratórias e acústicas se correlacionam com avaliações da expressividade oral no canto e na fala?

Com base nas questões de pesquisa levantadas, postulamos as seguintes hipóteses: os padrões respiratórios variam de acordo com o estilo (voz cantada/ voz falada), a forma interpretativa (a construção da expressividade no fraseado musical/ na fala) e as características dos perfis vocais.

Seguem-se a esta Introdução, seis Capítulos e as Considerações Finais.

No Capítulo 1, abordamos a produção da voz pelo aparelho fonador sob as perspectivas fisiológica e da análise acústica da produção da fala, também conhecida como teoria da fonte e do filtro.

No Capítulo 2, abordamos os mecanismos da respiração nos estilos da voz cantada e da voz falada, seus efeitos na fonação, além dos controles aeróbicos executados com a participação das musculaturas envolvidas na inspiração e expiração.

No Capítulo 3, apresentamos a natureza, os métodos, as técnicas e as ferramentas de análise utilizados para realização da pesquisa, englobando os procedimentos de escolha de coleta de dados, o *corpus* de pesquisa, a digitalização a edição e o armazenamento dos dados, os perfis dos sujeitos, os estilos de fala abordados, as análises dos padrões respiratórios, dos parâmetros acústicos e dos descritores perceptivos, as ferramentas de análise respiratória, acústica e perceptiva, assim como o método estatístico aplicado.

No Capítulo 4, apontamos os resultados da análise dos padrões respiratórios nos estilos de voz cantada e falada.

No Capítulo 5, apresentamos os resultados da análise acústica das amostras de voz cantada e falada.

No Capítulo 6, apontamos os resultados da análise perceptiva dos efeitos expressivos das interpretações em voz cantada e em voz falada.

Nas Considerações Finais, retomamos os objetivos e as questões de pesquisa, comentamos os achados, destacamos as principais conclusões dos experimentos realizados, apontamos os potenciais desdobramentos e tecemos comentários sobre a continuidade da pesquisa.

CAPÍTULO 1

A PRODUÇÃO DA VOZ

Neste capítulo, apresentamos considerações sobre a produção da voz em uma perspectiva das ciências da fala.

A principal forma de comunicação do ser humano é a voz, isso implica a ação dos órgãos respiratórios, fonatórios e articulatórios, seja para a produção da voz falada ou da voz cantada. Assim, decorrente do funcionamento do “aparelho fonador” humano, um aparelho de sopro dotado de extrema plasticidade, a produção sonora acontece.

Para o canto, toda essa estrutura do aparelho fonador é convertida em um instrumento musical. É o corpo que canta e produz as frases musicais. Na teoria musical, o termo fraseado tem a sua origem no uso da definição de frase musical, que é a união de duas semifrases que, por sua vez, são a união de dois motivos, pequenos agrupamentos melódico-rítmicos de dois (mais frequente) a quatro compassos, formando-se, assim, a semifrase, e conseqüentemente a frase musical, que pode, assim, contemplar de quatro a oito compassos. Conforme demonstra a Figura 1 a seguir.

Para Riemann (1900), a frase musical tem de ser considerada como uma entidade musical separada dentro de uma linha melódica. Para Stoffer (1985), a frase musical integra um nível em uma hierarquia complexa capaz de descrever tanto a descrição formal e representação interna da música.

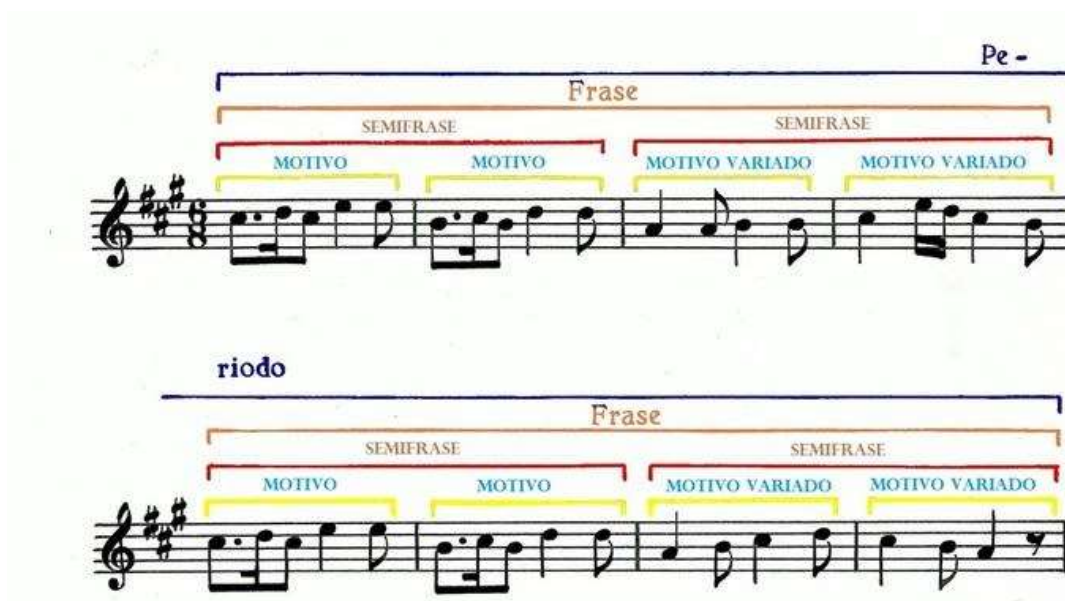


Figura 1 – Extraído do Site “Meu diário”, link: <http://explorandolamusica.weebly.com/> do Instituto de Estudos Secundários (ISUCH) da Universidade do Chile (Diretor: Jorge Morán Abac).

No caso da fala, o aparelho fonador viabiliza a comunicação entre as pessoas, visto que é um meio para a expressão de sentidos que, ao mesmo tempo em que veicula informações, também impressiona por suas características prosódicas (Bolinger, 1986).

Historicamente, os primeiros relatos sobre a voz cantada mencionados em obras elaboradas por monges, como nos descreve Duey (1951), surgiram no século XIII. Nesses estudos, as vozes cantadas eram classificadas de acordo com a altura (pitch) do som. Do século XVI em diante, proliferaram os estudos da análise da laringe, da produção da voz na sua comunicação.

O aprimoramento dos estudos científicos, a partir da segunda metade do século XIX, e, principalmente, o trabalho apresentado por Manuel Garcia II em 1840 à Academia des Sciences da França sobre estudos da voz cantada em relação aos registros vocais, gerou conhecimento sobre a produção da voz, contemplando a musculatura intrínseca da laringe.

Para compreensão das questões fisiológicas envolvidas na produção da voz, é necessário recorrer ao funcionamento do aparelho fonador que compreende as partes respiratória, fonatória e articulatória conforme consideradas em obras de fonética, entre elas, as que foram utilizadas como base para a descrição de seus respectivos órgãos constituintes e funções de Heffner (1960); Hewlett e Mackenzie Beck (2006); Laver (1994) e Barbosa e Madureira (2015).

Na coluna vertebral, encontra-se uma das fronteiras da faringe, em sua parte de trás, enquanto na parte da frente estão a laringe, a epiglote e a língua. Na Figura 2, é mostrado o aparelho fonador em suas partes, laríngea e supralaríngea.

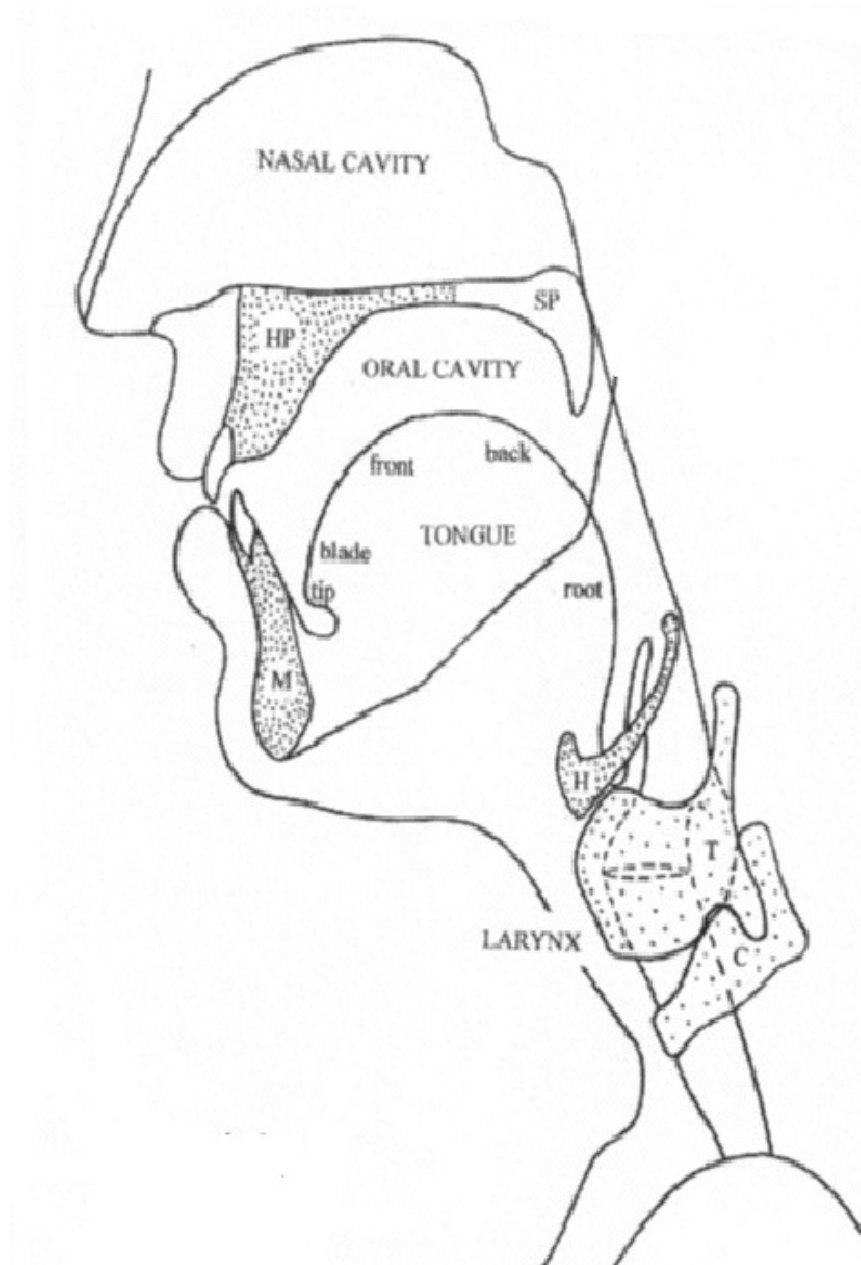


Figura 2 – Partes do aparelho fonador: laringe e cavidades ressoadoras.

Figura extraída de Hewlett e Mackenzie Beck (2006).

Dentre os órgãos que participam da respiração e da emissão vocal, na caixa torácica, há os pulmões que se encontram envoltos por uma membrana serosa, a pleura, que, através dos brônquios, ligam-se à traquéia.

Entre as partes respiratória e ressoadora do aparelho fonador, encontra-se a parte laríngea onde estão situadas as pregas vocais. A laringe forma um elo entre a parte inferior e superior do aparelho fonador, sendo a parte superior responsável pela diferenciação entre os sons.

Em sua parte superior, a traqueia une-se à laringe, onde estão localizadas as pregas vocais. A cartilagem cricoide apresenta forma circular e está situada logo acima do primeiro anel da traqueia.

As pregas vocais possuem, quando em tamanho adulto, por volta de 15 a 20mm no homem e 9 a 13mm na mulher e formato de dobras ou pregas, as pregas vocais são constituídas por músculos revestidos por mucosa. As pregas vestibulares estão situadas acima das pregas vocais, separadas pelo ventrículo laríngeo, um curto espaço entre as pregas vocais falsas e as verdadeiras. O espaço entre as pregas vocais é denominado glote e os movimentos de abertura e fechamento das pregas vocais são chamados respectivamente de abdução e adução.

As pregas vocais estão situadas entre a cartilagem tireoide na parte frontal e as aritenoides na parte posterior. A tireoide é a maior cartilagem da laringe, é a cartilagem em que as extremidades anteriores das pregas vocais estão fixadas em sua superfície interna, chamada trivialmente como “pomo de Adão”, uma saliência laríngea, mais saliente na parte externa do pescoço dos homens, mas também presente no pescoço feminino.

As aritenoides são pares de pequenas cartilagens situadas na borda inclinada da cartilagem cricoide. As pregas vocais estão fixas nas aritenoides. As cartilagens aritenoides realizam movimentos rápidos de rotação, sendo essa ação essencial para o afastamento e a aproximação das pregas vocais.

No topo da laringe, encontra-se a epiglote, uma cartilagem com pouca participação na produção vocal. Também na parte superior da laringe há o osso hioide, o único osso do corpo humano que não está articulado a outro osso.

Apoiada no osso hioide, a língua é composta por um grupo de diversos músculos e se estende até a ponta superior da epiglote. A Figura 3, a seguir, apresenta a estrutura laríngea situada acima da traqueia.

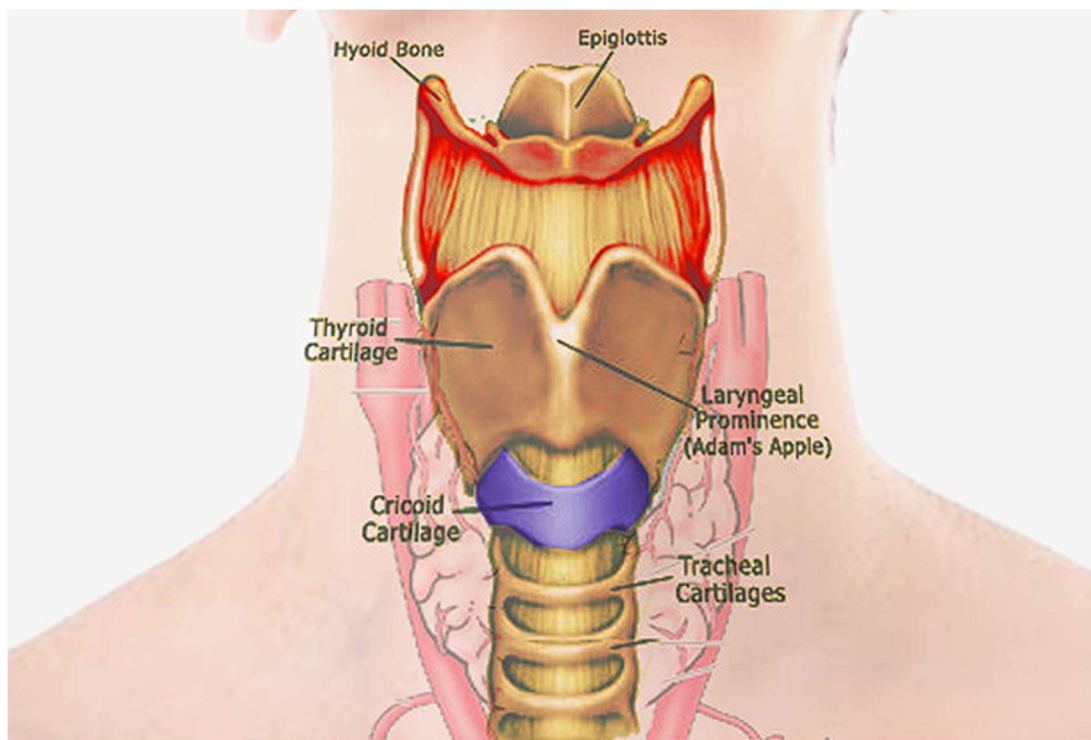


Figura 3 – Imagem da estrutura laríngea acima. Fonte:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539821/figure/article-20117.image.f1/?report=objectonly> .

Data da pesquisa: 16/05/2022.

O trato vocal funciona como um filtro que se torna fonte efetiva de amplificação sonora, que nomeamos costumeiramente de “caixa de ressonância” do aparelho fonador, que da mesma forma participa das cavidades faríngea e oral, outras cavidades como a nasal são ressoadores sonoros. Assim, nessa ordem, esse ressoar tem participação final com o véu palatino (ou palato mole) na parede superior da parte oral da faringe e exerce função de um portão de entrada para a cavidade nasal. Concluindo nessa ação acústica, está o palato duro, uma extensão rígida do palato mole, chegando até os lábios.

A Figura 4, extraída de Hewlett e Mackenzie Beck (2006), apresenta um resumo das principais funções das partes constituintes do aparelho fonador, bem como demonstra o sistema respiratório com o provimento da corrente de ar, a modulação da corrente de ar e a ressonância da corrente de ar.

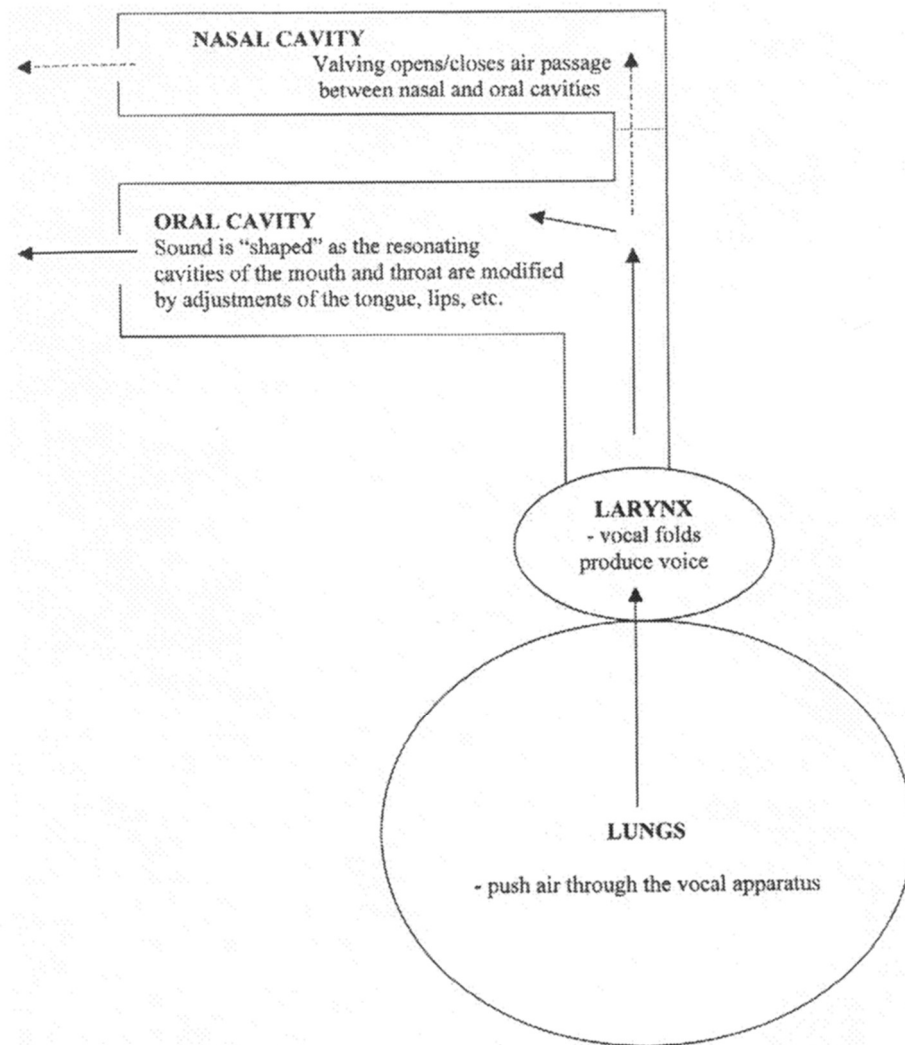


Figura 4 – Esquema representando as partes respiratória, fonatória e articulatória do Aparelho Fonador com designação de suas funções. Figura extraída de Hewlett e Mackenzie Beck (2006).

1.1. A produção da voz humana segundo a Teoria Acústica da Produção da Fala

Para compreendermos melhor como se desencadeia a produção sonora pelo aparelho fonador, recorreremos à Teoria Acústica de Produção da Fala, também conhecida como o modelo Fonte-Filtro (Fant, 1970). O modelo considera três elementos: a fonte sonora, o filtro acústico e a ressonância. Em Vieira (2004), esses elementos são ilustrados em uma figura que reproduzimos como Figura 5.

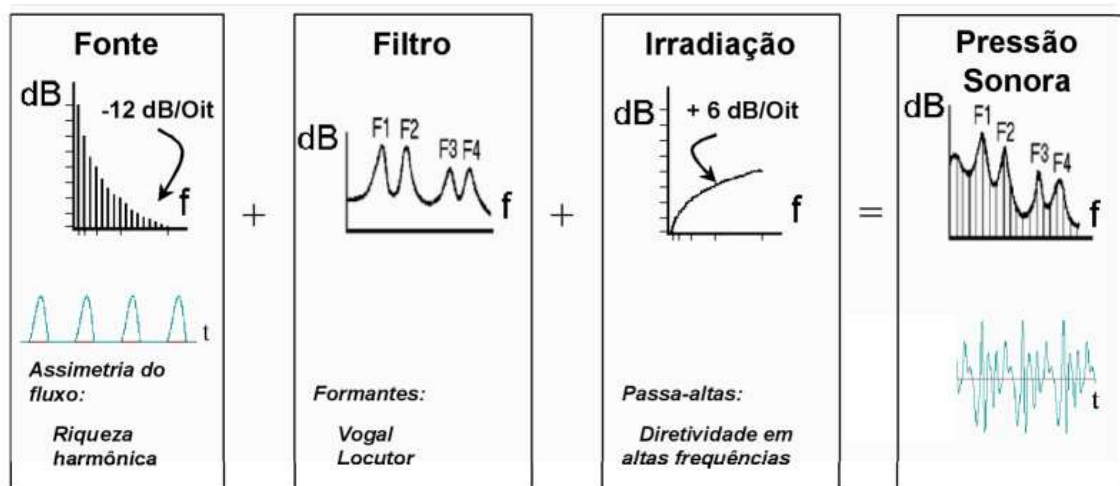
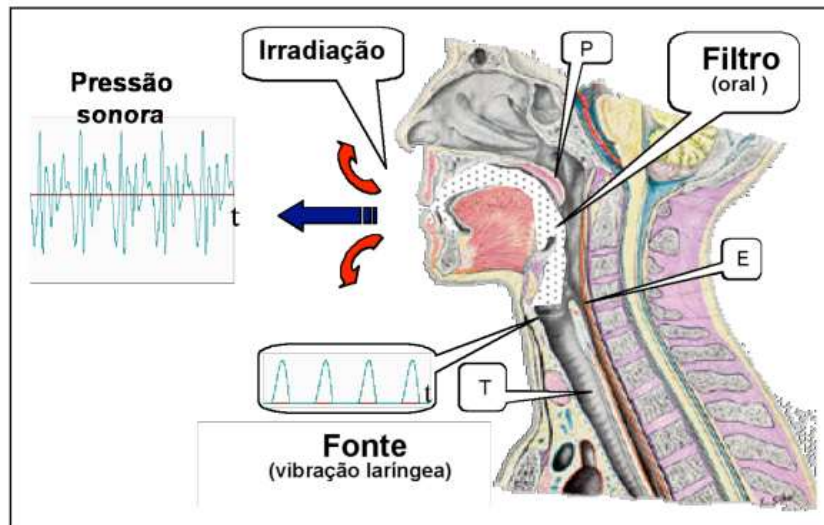


Figura 5 – Figura extraída de Vieira (2004) para ilustrar o modelo Fonte-Filtro (Fant, 1970).

A parte superior da Figura 5 corresponde ao corte sagital do Aparelho Fonador. O “T” corresponde à traqueia, o “P”, ao palato mole, e o “E”, ao esôfago. Na parte inferior, da esquerda para a direita, são apresentados o espectro glotal (Fonte), o efeito de transferência do trato vocal (Filtro), a irradiação e a onda sonora.

A vibração das pregas vocais (vibração laringea) é assinalada como fonte sonora, e as cavidades ressoadoras, como filtro. O trato vocal estende-se das pregas vocais fechadas até os lábios/narinas e compreende as quatro cavidades de ressonância: a faríngea, a bucal, a nasal e a labial (quando os lábios estiverem protruídos).

Quando as pregas vocais vibram, produzem uma fonte sonora que ressoa nas cavidades que compõem o trato vocal: a laringo-faringe, a orofaringe, a naso-faringe, a cavidade nasal e, quando os lábios estão protruídos, a cavidade labial. Outro tipo de fonte sonora é o ruído que pode ser gerado entre articuladores estreitados ou entre as pregas vocais estreitadas.

Desse modo são geradas as ondas sonoras. Quando a fonte sonora é a vibração das pregas vocais, as ondas são classificadas como quase-periódicas, pois ocorrem pequenas variações entre um ciclo e outro. Quando são geradas por fonte de ruído são aperiódicas, é o caso, por exemplo, das fricativas não vozeadas, quando apresentam fonte de voz e de ruído, como das fricativas e africadas vozeadas, que compreendem os componentes periodicidade e aperiodicidade.

As ondas são classificadas como periódicas e complexas porque possuem características que se repetem no tempo e porque são formadas por meio de uma sobreposição de harmônicos. Daí o termo “onda complexa”. O som de um diapasão não é formado por uma sobreposição de harmônicos, ou seja, é uma onda simples, uma senoide.

A vibração das pregas vocais acionada pela corrente de ar produz uma série de harmônicos, múltiplos inteiros uns dos outros. Sob a ação da corrente de ar egressiva, as pregas vocais abrem momentaneamente, mas, quando a velocidade do ar se torna maior, a pressão diminui, e as pregas vocais são forçadas a se fechar, sugadas pela ação da corrente de ar. Essa ação pode ser explicada pelo Efeito de Bernoulli.

Na Figura 6, uma ilustração do Efeito Bernoulli sobre as pregas vocais é apresentada. A figura extraída de Vieira (2004) foi adaptada de Hirano (1981).

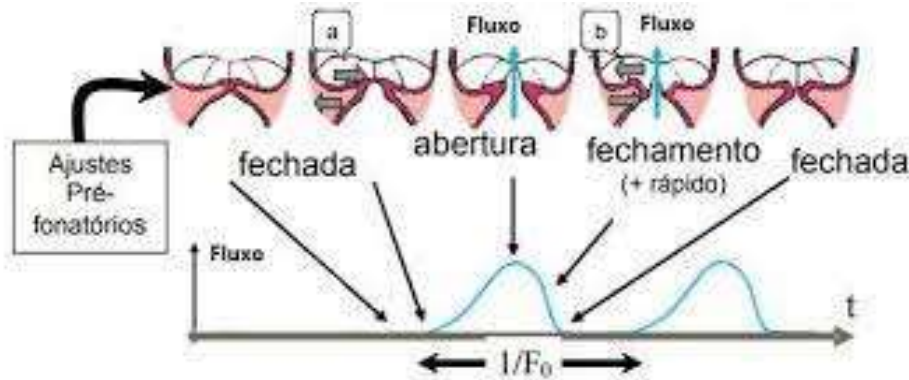


Figura 6 – Fonte: Vieira (2004).

As frequências geradas pela fonte de voz são transformadas ao passar pelo trato vocal (filtro). Assim, o trato vocal funciona como caixa de ressonância, reforçando, conforme suas características de configuração, a intensidade de certas frequências geradas pela fonte de voz, que é produzida pela vibração das pregas vocais.

O fenômeno da ressonância ocorre no interior do trato vocal onde se formam as ondas estacionárias, que são oscilações periódicas geradas por intermédio de ondas de frequência e amplitude iguais se propagando em direções opostas: uma onda incidente e outra refletida. Assim, a superposição entre a onda incidente e a refletida forma as ondas estacionárias que causam reforço em certas regiões de frequência, constituindo os formantes.

Os formantes são faixas de frequência amplificadas no trato vocal, correspondem às ressonâncias do trato ou, em outras palavras, às ondas estacionárias que se formam no trato vocal. Todos os sons, vocálicos e consonantais, gerados pelo aparelho fonador podem ser analisados em termos de seus formantes. A qualidade das vogais pode ser definida pelos os três primeiros formantes (F_1 , F_2 e F_3). Os formantes das consoantes podem ter dois tipos de fonte: fonte de voz e fonte de ruído. Fricativas não vozeadas, por exemplo, apresentam apenas fontes de ruído, enquanto as fricativas vozeadas conjugam fontes de voz e de ruído. As fontes de voz são produzidas por estreitamentos entre articuladores e as de voz pela vibração das pregas vocais. Os formantes 3, 4 e 5 são importantes na descrição de características individuais dos falantes.

A apresentação dos fundamentos da teoria acústica da produção da fala, a descrição das bases metodológicas em análise experimental de fala e os procedimentos de análise acústica dos sons do português são explicitados em Barbosa e Madureira (2015).

No canto, de acordo com Sundberg (2001), ocorre o fenômeno denominado “formante do cantor”. Esse tipo de formante está relacionado à presença de um envelope espectral cujo pico se aproxima a 3kHz. Essa característica é encontrada na produção de canto por cantores líricos, além de atrelada ao agrupamento dos formantes 3, 4 e 5. No estudo desenvolvido por Sundberg (*op. cit.*), no qual foram calculados o nível de diferença entre o primeiro e terceiro formantes, essa diferença foi maior para cantores treinados em comparação a cantores sem treinamento.

No âmbito da voz falada e cantada, a riqueza da variabilidade das emissões vocais está relacionada às características intrínsecas e extrínsecas. As características intrínsecas são determinadas fisiologicamente. As dimensões das diferentes partes do aparelho fonador, por exemplo, fazem que uma mesma vogal tenha propriedades diferenciadas quando emitida por um homem, uma mulher ou uma criança.

As características extrínsecas dependem de ajustes realizados pelos falantes, sendo esses ajustes motivados, entre outros fatores, pela região e/ou grupo social ao qual pertencem ou aos efeitos de sentido que queiram produzir.

CAPÍTULO 2

OS PADRÕES RESPIRATÓRIOS NA VOZ CANTADA E FALADA

2.1. O mecanismo de respiração

Os órgãos do mecanismo respiratório fornecem a corrente de ar para a produção dos sons pelo aparelho fonador, seja em voz cantada ou falada. A corrente de ar pode ser iniciada pelas ações da laringe, do véu palatino ou dos pulmões e a direção do ar pode ser egressiva ou ingressiva. Na maioria das línguas do mundo, entretanto, o mecanismo usual é o pulmonar egressivo.

A parte respiratória do aparelho fonador humano é constituída pelo diafragma, pulmões, brônquios, bronquíolos e traqueia. A corrente de ar é responsável pela produção dos sons da fala, podendo ser ingressiva ou egressiva.

O mecanismo de respiração compreende movimentos de inspiração e de expiração coordenados, os quais são regulados por duas categorias musculares. A primeira categoria refere-se aos músculos intercostais subdivididos em externos e internos, como se segue: músculos intercostais externos, atuantes na inspiração, além de músculos intercostais internos atuantes na expiração. A segunda categoria é formada pelos músculos do diafragma e dos abdominais. Na Figura 7, estão indicados os músculos dessas duas categorias.

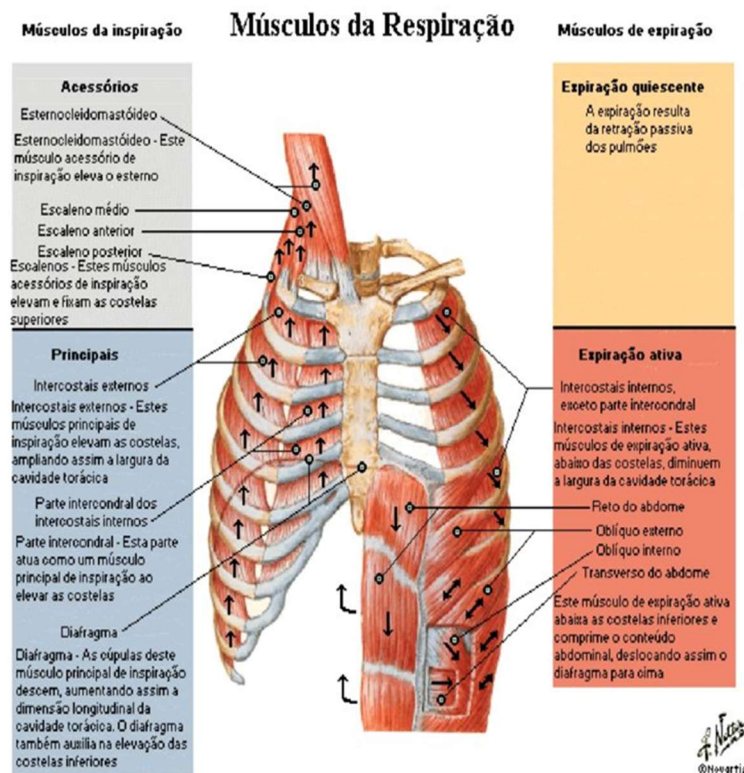


Figura 7 – NETTER: Frank H. Netter Atlas De Anatomia Humana. 5 ed. Rio de Janeiro, Elsevier (2011).

A Figura 7 ilustra uma numerosa gama de músculos que atuam coparticipes às musculaturas, abdominal, diafragmática e intercostal. A capacidade pulmonar tem como fator importante a flexibilidade da caixa torácica que, por meio dos músculos torácicos, propicia a respiração, com a ação da expansão e contração dos pulmões, que ocorre na elevação ou redução das costelas.

Como musculaturas envolvidas com os músculos da inspiração, observam-se as seguintes musculaturas com papel acessório:

- músculos esternocleidomastoideos – são usados na ventilação pulmonar, capazes de erguer os ossos temporais, a nuca e as costelas nas suas regiões anteriores.
- músculos escalenos – são três músculos implicados na respiração, anterior, médio e posterior, o escaleno anterior age subindo as vértebras C3 e C6 até a primeira costela. Fundamental para a respiração, o escaleno médio incorpora-se na primeira costela, e sua ação nas vértebras C3 a C7 causa a suspensão da primeira costela. A elevação da segunda costela é desencadeada na atuação do escaleno posterior, ao agir nas vértebras C4 a C6 até a segunda costela.

Quanto aos músculos principais, temos:

- músculos intercostais externos – são os músculos de maior importância para aumentar o volume da caixa torácica e estão nos espaços circunscritos entre as costelas adjacentes.
- músculos intercostais internos na sua porção intercondral – também são importantes, desempenham o papel de modificar a dimensão anteroposterior da cavidade torácica e estão incorporados internamente aos espaços intercostais entre o sulco costal e a borda superior de duas costelas diferentes.
- músculo diafragma – o diafragma opera ao modificar o volume da sua porção movimentando-se para cima e para baixo e, por isso, expandindo e contraindo os pulmões, o diafragma é de suma importância para a realização da respiração.

Separando as cavidades abdominal e torácica, o diafragma constitui-se de uma cúpula direita e de uma esquerda que se erguem até o nível do quarto espaço intercostal.

Com relação aos músculos da expiração, as seguintes musculaturas estão envolvidas: intercostais internos, exceto parte intercondral, músculo reto do abdômen, como nas partes do abdômen oblíquo externo e oblíquo interno.

Por ser um processo passivo (quiescente), a expiração, ao contrário da inspiração, que é ativa, é o resultado do recuo elástico dos músculos e dos pulmões. Os intercostais externos e o diafragma relaxam na expiração habitual.

Dessa forma, a expiração converte-se ativa quanto os retos abdominais e os músculos intercostais internos são induzidos, de tal modo que as costelas inferiores descem, movendo o diafragma mais para cima, enquanto simultaneamente movem as costelas superiores para baixo e para dentro, encurtando mais o tamanho da cavidade torácica. Todos esses movimentos são ocasionados durante a ação no músculo reto do abdômen, como nas partes do abdômen oblíquo externo e oblíquo interno, como no transverso do abdômen.

O aumento no volume do ar deve-se à pressão subglótica que a corrente de ar pulmonar egressiva exerce sobre a parte laríngea do aparelho fonador onde as pregas vocais ao vibrarem produzem uma fonte sonora que tem como correlato acústico a frequência fundamental (acústica) e, como correlato perceptivo-auditivo, o *pitch* (sons graves, médios ou agudos). A fonte sonora, filtrada pelo trato vocal, resulta no som final que chega até os nossos ouvidos conforme explicitado na Teoria Acústica de Produção da Fala (Fant, 1970).

Dependendo de a pressão de ar subglótica ser menor ou maior, a consequência no nível acústico será a variação da intensidade e, em termos perceptivo-auditivos, implicará em *loudness* fraca, média ou forte. Observamos essas correspondências no quadro a seguir, oriundo de Grice e Baumann (2007).

Quadro 1 – Correspondências entre parâmetros físicos nos níveis de produção, percepção e acústico.

Percepção	Produção	Acústica
<i>Pitch</i>	Vibrações da prega vocal	Frequência fundamental Medida: Hertz (Hz)
<i>Loudness</i>	Esforço articulatorio e pressão de ar subglotal	Intensidade Medida: decibel (dB)

Traduzido e adaptado de Grice e Baumann (2007).

É importante salientar que são claras as diferenças entre fala habitual, fala interpretada (narrada ou declamada) e cantada. Entre a primeira e a última ocorre um aumento no volume pulmonar, ou seja, no primeiro caso, consome-se menos ar ao passo que, na fala interpretada, o consumo de ar é maior.

Pelo fato de as frases musicais cantadas frequentemente serem mais longas do que as frases faladas e apresentarem uma alternância de dinâmica e intensidade vocal, um maior consumo aeróbico se faz necessário e, conseqüentemente, há necessidade de maior volume pulmonar para o exercício do canto e menos inspirações do que na fala.

2.2. O mecanismo respiratório em estilo de voz falada

Sobre o mecanismo respiratório em estilo de voz falada, Winkworth et al. (1994) argumentam que a fonação na fala habitual se inicia com um volume de ar um pouco menor do que em situações de fala em que se emprega esforço vocal maior, como em atuações dramáticas. Nas situações de fala com intensidade mais forte de voz, a variação do volume pulmonar utilizado aumenta.

Para Henderson et al. (1965), há diferenças entre a leitura e a fala espontânea em relação à distribuição da respiração, uma vez que, para os autores, isso se deve a diferentes restrições relacionadas ao contexto de fala e à carga cognitiva.

Grosjean e Collins (1979) apontam dois fatores intermediários nas ocorrências das respirações, em tarefa de leitura: há a taxa de elocução e restrições de complexidade sintática. Entretanto, Whalen e Kinsella-Shaw (1997) não encontraram evidências de que a complexidade sintática influenciasse o padrão respiratório, mas

esses autores argumentam haver uma forte relação entre a duração dos enunciados e a duração da inspiração.

Autesserre et al. (1989), Guaïtella (1993), Horii & Cooke (1978) e Fuchs et al. (2008) argumentam, em seus estudos, a favor de semi-independência do sistema respiratório em relação à produção da fala: a profundidade da inspiração não estaria relacionada diretamente à duração da fala subsequente, havendo a possibilidade de compensação, utilizando-se o volume de reserva expiratório.

Rochet-Capellan e Fuchs (2013) analisaram os padrões respiratórios na fala espontânea em língua alemã com sujeitos do sexo feminino e encontraram algumas evidências de interação entre planejamento de fala e o controle respiratório. O número de sílabas e a duração dos grupos respiratórios aumentaram com o número de frases faladas, e a amplitude e duração da inspiração variou de acordo com a duração do grupo respiratório e com a tipologia da frase.

Rochet-Capelan e Fuchs (2014) analisaram padrões respiratórios em interações e aventaram a possibilidade de exercerem o papel de unidades organizacionais de conversação. Os padrões respiratórios foram relacionados a eventos conversacionais, observadas as interações entre tomadas de turno e movimentos de inspiração.

Włodarczak & Heldner (2017) investigaram, na fala espontânea, a coordenação entre a linguagem verbal (fala e expressões de feedback verbal) e não verbal (acenos de cabeça) e argumentam a favor de que a respiração segue o princípio da economia (Lindblom, 1990). Os autores também constataram que, na diminuição dos níveis pulmonares, o gesto corporal predomina sobre o *feedback* verbal. Acenos de cabeça ocorreram mais produtivamente perto do início do movimento inspiratório. O *feedback* verbal e os acenos de cabeça não se mostraram funcionalmente equivalentes. De acordo com as intenções comunicativas, os falantes adaptaram seus comportamentos para minimizar o esforço respiratório, o que revela haver influências de restrições de ordem comunicativa e respiratória.

Barbosa e Madureira (2018) contrastaram o uso de padrões respiratórios em três estilos de voz falada (leitura, narração e comentário). A análise compreendeu parâmetros de duração e de amplitude relativos aos ciclos respiratórios. Foram medidas as durações do ciclo de respiração, da inspiração, da amplitude da inspiração

do início do ciclo respiratório e duração do pico de inspiração até o início da fala. Os resultados apontaram diferenças entre homens e mulheres em relação às medidas de duração do ciclo respiratório relacionadas às diferenças fisiológicas de volume torácico.

Os homens apresentaram fase de inspiração maiores do que as mulheres e demoraram mais para iniciar a fala em relação ao início do ciclo respiratório e ao pico de inspiração. A leitura diferenciou-se da narração e do comentário por serem os ciclos respiratórios mais curtos. A coordenação entre fala e respiração mostrou-se diferenciada na leitura, mas não foram encontradas diferenças entre narração e comentário. Os resultados apontam a relevância do papel das restrições estilísticas e expressivas na implementação dos padrões respiratórios nas produções de fala.

Madureira et al. (2019) desenvolveram um estudo de caso sobre os padrões respiratórios e acústicos por meio de um experimento em leitura e canto. Os resultados apontaram diferenças entre esses dois estilos em termos de duração da fase inspiratória; duração do ciclo respiratório e amplitude da inspiração, além de medidas de frequência fundamentais.

Outro experimento sobre a caracterização de padrões respiratórios e características acústicas no canto e na fala foi realizado por Barbosa et al. (2020), no qual foram analisadas produções de seis sujeitos nos estilos de leitura e canto, bem como verificada a avaliação de juízes quanto ao impacto emocional em canto e leitura. Os resultados apontaram a relevância da duração dos ciclos respiratórios e da amplitude de inspiração, da frequência fundamental e da inclinação espectral para a diferenciação entre canto e leitura. Os trabalhos de Madureira et al. (2019) e de Barbosa et al. (2020) apontaram para a maior amplitude de inspiração, maior duração dos ciclos respiratórios e efeito impressionante mais emotivo no canto.

2.3. O mecanismo respiratório na voz cantada

Os movimentos respiratórios na realização da voz cantada precisam ser controlados para possibilitar uma apurada emissão vocal. Os estudos dos mecanismos respiratórios têm apontado que a função da musculatura abdominal age em prol de uma eficácia na voz cantada (Sapienza et al., 2002; Sundberg, 2001; Watson et al., 1989; Sundberg, 1992).

A parede abdominal e o diafragma constituem um grupo de músculos pareados que agem de forma similar para a inalação e a expiração. Existem dois grupos de músculos pareados envolvidos na inspiração e expiração, que são os intercostais inspiratórios e expiratórios, que produzem tanto as forças inspiratórias quanto as expiratórias.

Existem professores de canto que argumentam a favor da utilização do controle respiratório abdominal também na voz falada, seja na interpretada ou no habitual, como forma de manter a musculatura das pregas vocais o mais saudável possível.

Salomoni et al. (2016) salientam que cantores clássicos profissionais muitas vezes defendem as vantagens de um controle ativo do abdômen no desempenho do canto. Presume-se que isso evite o encurtamento do diafragma, eleve a caixa torácica e, assim, promova a geração eficiente de pressão subglótica durante a fonação.

Sundberg & Thalén (2015) aponta que o controle respiratório é exercido sob o comando da musculatura abdominal, que ativa a musculatura diafragmática, contraindo-a. Essa contração do diafragma exerce pressão sobre o abdômen e, em consequência, a parede abdominal é impulsionada para frente quando esse movimento é executado com bastante amplitude. Segue, na Figura 8, uma ilustração sobre o movimento de contração e de expansão pulmonar extraída de Hewlett e Mackenzie Beck (2006).

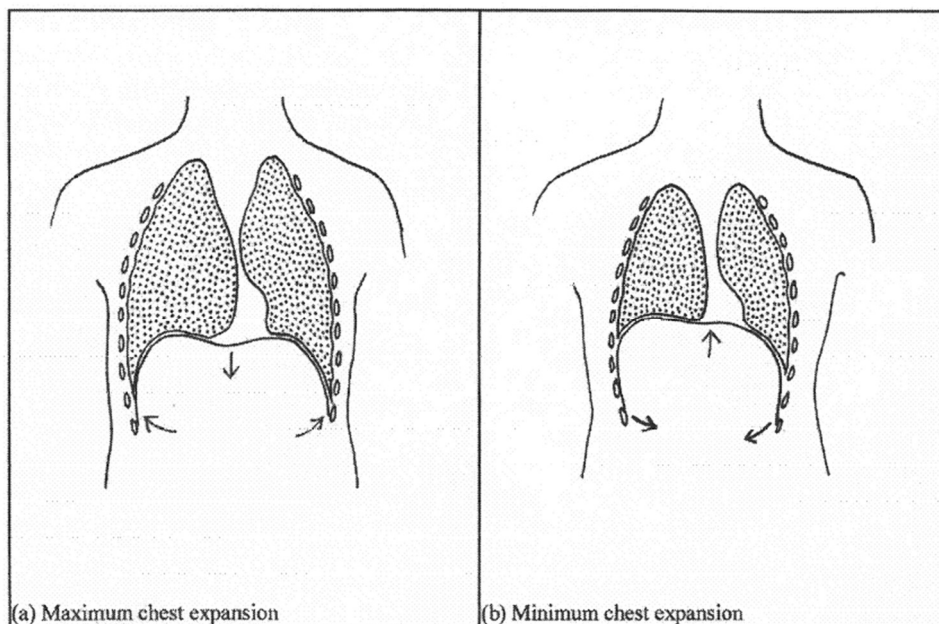


Figura 8 – À esquerda, ilustração da expansão máxima dos pulmões e à direita a contração máxima.

Figura extraída de Hewlett e Mackenzie Beck (2006).

Ao contrário, na expiração, aplica-se a força adequada para que a quantidade de ar promova a contração dos músculos da parede abdominal, ativando a musculatura diafragmática e impelindo o diafragma para cima. Concomitantemente a esses procedimentos musculares coordenados, a atuação dos músculos intercostais integra o conjunto de estratégias de técnica respiratória na voz cantada.

A realização do canto exige um controle respiratório refinado (Sundberg, 1992) sobre a musculatura abdominal que é implementado de acordo com a duração da frase musical cantada e com a altura da nota musical. Quanto mais aguda for a nota, maior força de impulso na relação muscular abdômen/diafragma na expiração é necessária, ou seja, quanto mais aguda a nota musical, mais necessária a força de impulso de subida do diafragma e quanto mais grave, menos necessária.

Dois aspectos relevantes relacionados ao controle respiratório a serem observados nas emissões de voz cantada são o volume de ar pulmonar e a pressão subglótica.

A capacidade pulmonar total é alcançada pela ação do primeiro grupo muscular, que são os músculos intercostais, que aumentam e diminuem o volume pulmonar, auxiliados pelo trabalho dos músculos abdominais e do diafragma.

Na produção da voz cantada, o cantor utiliza estratégias para controlar o movimento expiratório. Nesse sentido, é importante aprofundar a compreensão do que ocorre no aparelho fonador durante essa atividade.

A parte inferior do aparelho fonador é constituída pelo diafragma, músculos abdominais, intercostais e pelos pulmões. Com constituição esponjosa, os pulmões possuem uma estrutura composta por sacos aéreos, que chamamos de alvéolos pulmonares, os quais permitem a realização das trocas gasosas. Os pulmões estão localizados na caixa torácica cuja elasticidade é possibilitada pela ação dos músculos intercostais, pelo diafragma e pelos músculos abdominais, como explicitado anteriormente.

A ação dos músculos abdominais, intercostais e do diafragma altera o volume pulmonar durante a inspiração e a expiração. Os músculos intercostais têm papel mais direto na manutenção do volume pulmonar do que os músculos abdominais e do diafragma. O diafragma tem papel relevante no movimento inspiratório, visto que sua retração acarreta numa sucção de ar para o interior do pulmão.

É muito importante destacar a relação de equilíbrio entre a pressão subglótica e a quantidade do volume pulmonar no movimento expiratório. Quando falamos de equilíbrio, estamos nos referindo ao fato de a qualidade da produção sonora se manter inalterada, mesmo quando o volume pulmonar diminui ao final de uma frase musical, ou seja, quando o volume do ar nos pulmões é menor.

Para conceber como compreendemos situações que diferenciam características de determinados volumes pulmonares, utilizamos as seguintes terminologias: capacidade residual funcional (doravante CRF); capacidade pulmonar total (doravante CPT); e capacidade vital (doravante CV).

A CRF refere-se ao volume pulmonar que atinge o seu equilíbrio entre as forças inspiratórias e expiratórias. A CRF é muito importante tanto na respiração silente, que corresponde à porção de ar reservada para a nossa respiração natural, quanto para a respiração durante a fonação.

A CPT ocorre quando, seguido a uma inspiração máxima, os pulmões possuem uma determinada quantidade de ar. A CV, por outro lado, refere-se ao volume residual de ar logo depois de uma inspiração máxima. Diferencia-se de acordo com a altura, o sexo e a idade dos indivíduos.

Os cantores têm de aprender a lidar com a CRF e a CPT. Durante a produção de cada frase musical, após uma inspiração máxima, é necessário controlar o fluxo expiratório, aproveitando a capacidade residual funcional ao final da frase musical. Consideramos que a contínua utilização da CPT com frequência em todas as frases musicais favoreçam a saúde e o desenvolvimento das pregas vocais.

2.4. Aspectos respiratórios diferenciados na voz falada e na voz cantada

Na voz falada, a participação dos músculos intercostais na compensação das forças expiratórias após uma inspiração profunda é maior do que a do diafragma que, em geral, mantém-se passivo, mas o inverso ocorre na compensação de forças expiratórias profundas que exigem uma participação maior do diafragma (Sundberg & Thalen, 2015).

A relevância do diafragma na fase de expiração tanto para a produção da fala quanto a do canto é apontada por Sundberg, Andersson e Hultqvist (1999) e Lindblom e Sundberg (2005). Em relação à estratégia de aumentar a projeção da voz no canto lírico, Thorpe et al. (2001) encontraram evidências fisiológicas e acústicas: maior ativação dos músculos abdominais, maior extensão lateral torácica e pequena diminuição lateral abdominal e acusticamente aumento de energia na faixa de frequências de 2 a 4 kHz em relação à faixa de frequência inferior.

Os volumes pulmonares na fala devem ser avaliados por meio de duas perspectivas: o da fala habitual e o da fala produzida com intensidade mais forte. Na primeira situação de fala habitual, a fonação origina-se de um volume de ar um pouco acima da capacidade residual funcional. Na segunda situação, a faixa de variação do volume pulmonar utilizado é maior, exigindo maior pressão subglótica somada a um maior consumo de ar. Isso ocorre porque, ao ativarmos os músculos abdominais após uma inspiração maior, com o abdômen pressionado, a pressão nos pulmões se eleva, elevando a pressão subglótica.

Na situação da voz cantada, lembrando que, geralmente, as frases cantadas são mais longas do que as faladas, o consumo de ar no canto é usualmente maior do que na fala espontânea, resultando num volume pulmonar bastante alto no começo das frases musicais cantadas, por vezes próximo a 100% da capacidade pulmonar total.

No canto, a pressão subglótica sempre aumenta concomitantemente com a intensidade da fonação, e as notas mais agudas são produzidas com pressão subglótica maior do que nas notas mais graves. Estudos como o de Proctor (1974) e de Sundberg (1992) tratam desse aspecto e confirmam esses dados.

Uma premissa na aprendizagem do canto é que se deve evitar desperdício de ar e se exercer um controle de ar eficaz durante a expiração. Desse modo, o controle aerodinâmico no canto implica a utilização de menos momentos de inspiração do que a fala.

A variação da pressão subglótica deriva, em ordem de importância, da intensidade das forças expiratórias ativas e passivas e da resistência glótica, ou seja, da resistência que a glote fechada exerce sobre a passagem da corrente de ar pulmonar egressiva (Sundberg & Thalen, 2015).

A intensidade da fonação é determinada principalmente pela pressão subglótica, ao passo que a frequência de fonação depende da ação da musculatura laríngea. O aumento da pressão subglótica induz a elevação da frequência de fonação, sendo o resultado acústico o aumento da frequência fundamental.

Sundberg (1993) revela que a pressão subglótica é determinada por forças musculares, forças de elasticidade e de gravidade. As forças musculares são exercidas pelos músculos intercostais da cavidade torácica. Os músculos intercostais inspiratórios (externos) expandem a caixa torácica elevando a caixa torácica, assim fornecendo uma força muscular inspiratória, ao passo que os músculos intercostais expiratórios (internos) diminuem a caixa torácica. Quando a parede abdominal está em expansão no decorrer da inspiração, é um indicativo preciso de que o diafragma foi ativado.

Além dos músculos intercostais, o diafragma é um músculo importante para a respiração. Quando contraídos, os músculos abdominais pressionam o abdômen para cima, de modo que o diafragma que constitui a base da caixa torácica se move para cima e o volume pulmonar diminui. Portanto, os músculos da parede abdominal são relevantes para a expiração.

A parte respiratória do aparelho fonador também é responsável pela produção de forças elásticas. A elasticidade dos pulmões exerce sempre uma força expiratória, ao passo que a elasticidade da caixa torácica exerce função expiratória quando o volume pulmonar é alto, e inspiratória quando o volume pulmonar é baixo.

Proctor (1980) argumenta que as forças de elasticidade são complementadas pela ativação dos músculos respiratórios que dependem fortemente do volume pulmonar em constante variação. Por sua constituição esponjosa, os pulmões tendem a encolher e são impedidos de fazê-lo porque estão circundados por um vácuo. Sendo assim, os pulmões exercem uma força expiratória totalmente passiva que aumenta conforme a quantidade de ar inalado.

A caixa torácica, portanto, exerce forças elásticas. Quando diminuída pela força dos músculos intercostais expiratórios, ela tende a se expandir novamente para retornar ao volume residual. São necessários ajustes na pressão subglotal para se modular a frequência e a intensidade da voz. As forças de elasticidade dos pulmões

e da caixa torácica coadunam-se para aumentar ou diminuir a pressão dentro dos pulmões.

Existem diferenças quanto às forças de elasticidade exercidas no canto e na fala. Frequentemente na fala utilizamos volumes pulmonares bastante pequenos, em que as forças de elasticidade não são muito fortes. Já no canto inspiramos fazendo com que os pulmões tenham a sua capacidade total utilizada, e, durante a expiração, em geral, finalizamos um ciclo respiratório com os pulmões com a capacidade praticamente esgotada.

Watson e Hixon (1985) argumentam que no canto a pressão subglótica deve ser variada com muita precisão, o que ocasiona grande demanda para o sistema respiratório. A pressão subglótica é um dos principais parâmetros fisiológicos para avaliação da pressão subglotal. Quando cantamos uma nota em pianíssimo (pp), as demandas de atividade compensatória dos músculos inspiratórios são bastante altas, e, para uma nota em fortíssimo (ff), é necessária uma boa quantidade de atividade expiratória muscular para suprir essa ação musical. Isso ocorre, inclusive, quando falamos mais forte do que o habitual.

Outra ação diferenciada da pressão subglótica ocorre nas mudanças de tom. Nos casos de produção de tons mais altos, na terminologia musical, que denominamos notas mais agudas, as pregas vocais alongam-se, ou seja, tons altos são produzidos com as pregas vocais esticadas, exigindo maior pressão subglótica do que nos casos em que as pregas vocais estão mais distendidas (Titze, 1989).

Um cantor profissional ajusta a pressão subglótica para cada nota, levando em consideração tanto a intensidade quanto a altura do tom (Sundberg, 1992). O cantor com excelente habilidade vocal a utiliza com bastante precisão para cantar todas as notas afinadas e, para isso, ajusta a pressão subglótica com maestria.

Quanto à voz falada, há diferenças entre a fala neutra e a enfática. Em fala neutra, as proeminências são realizadas pela variação da frequência fundamental e pelo aumento da duração. Na fala enfática, entretanto, a intensidade também exerce um papel importante, ocasionando aumentos súbitos da pressão subglótica. Na fala habitual, as mudanças na intensidade vocal, normalmente estão vinculadas a mudanças na frequência fundamental geral, ou seja, quando a intensidade aumenta, também a frequência é aumentada.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Este capítulo compreende informações sobre a elaboração do *corpus* de pesquisa, o local e a forma de realização da coleta, os equipamentos e *softwares* utilizados para gravação e análise dos dados, os sujeitos da pesquisa, os procedimentos e as técnicas de análise, bem como os testes estatísticos utilizados. Os sujeitos da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1) e a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da PUCSP.

3.1. *Corpus*

Como *corpus* de pesquisa, foi escolhida a letra da canção intitulada “Melodia Sentimental” que integra a obra *A Floresta do Amazonas*, de autoria de Heitor Villa-Lobos. A letra da canção aborda as temáticas do luar, do amor e do sonhar e foi escrita pela poetisa Dora Vasconcelos na década de 1950 para o filme intitulado *Green Mansions*, dirigido por Mel Ferrer, como consta a seguir:

Melodia Sentimental

Acorda, vem ver a lua
Que dorme na noite escura
Que fulge tão bela e branca
Derramando doçura
Clara chama silente
Ardendo meu sonhar

As asas da noite que surgem
E correm no espaço profundo
Oh, doce amada, desperta
Vem dar teu calor ao luar

Quisera saber-te minha
Na hora serena e calma
A sombra confia ao vento
O limite da espera
Quando dentro da noite
Reclama o teu amor

Acorda, vem olhar a lua
 Que brilha na noite escura
 Querida, és linda e meiga
 Sentir teu amor e sonhar

A divisão dos enunciados do soneto para fins de análise foi guiada pelo critério definido por Laver (1994) que os define como a sonoridade entre pausas silenciosas. O texto da “Melodia Sentimental” apresenta 20 versos. Ao serem gravados, entretanto, resultaram em 42 enunciados, 25 deles são referentes à leitura e 17, referentes à canção, pois a divisão dos enunciados foi realizada com base na ocorrência de pausas silenciosas.

Na leitura, alguns versos foram divididos em duas partes (versos 5, 9, 12, 14, e 17) ou três partes (verso 1) e versos subsequentes (versos 15 e 16) foram realizados sem pausa silenciosa interveniente. No canto, os versos 5 e 6 formaram um só enunciado. O mesmo aconteceu com os versos 13 e 14 e 15 e 16.

A localização das pausas na fala e no canto ocorreu nos pontos sinalizados pelas barras inclinadas nas transcrições do texto. Foram consideradas pausas silenciosas, de respiração e pausas perceptivas sinalizadas por descontinuidades provocadas por alterações de *pitch* e alongamentos. Cores diferenciadas foram introduzidas para contemplar os locais onde os sujeitos da pesquisa introduziram as pausas. Os sujeitos de pesquisa estão representados pelas seguintes cores das barras inclinadas:

Sujeito 1: /

Sujeito 2: /

Sujeito 3: /

Sujeito 4: /

Sujeito 5: /

Sujeito 6: /

No estilo de voz falada, a distribuição das pausas ocorreu da seguinte maneira:

Acorda// vem ver a lua//
 Que dorme na noite escura//
 Que fulge tão bela e branca//
 Derramando doçura//
 Clara chama silente//
 Ardendo meu sonhar//

As asas da noite/ que surgem//
 E correm/ no espaço profundo//
 Oh! Doce/ amada// desperta//
 Vem dar teu calor ao luar//

Quisera saber-te minha//
 Na hora serena e calma//
 A sombra confia ao vento//
 O limite da espera//
 Quando dentro da noite//
 Reclama o teu amor//

Acorda// vem olhar a lua//
 Que brilha na noite escura//
 Querida// és linda e meiga//
 Sentir teu amor// e sonhar//

No estilo de voz cantada, a distribuição das pausas ocorreu da seguinte maneira:

Acorda, vem ver a lua//
 Que dorme na noite escura//
 Que fulge tão bela e branca//

Derramando doçura//

Clara chama silente//

Ardendo meu sonhar//

As asas da noite/ que surgem//

E correm no espaço/ profundo//

Oh, doce amada,/ desperta//

Vem dar/ teu calor ao luar//

Quisera saber-te minha//

Na hora serena e calma//

A sombra confia ao vento//

O limite da espera//

Quando dentro da noite//

Reclama o teu amor//

Acorda, vem olhar/ a lua//

Que brilha na noite escura//

Querida,/ és linda e meiga//

Sentir/ teu amor e/ sonhar//

3.2. Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos de pesquisa são profissionais do canto lírico, com idades entre 25 a 58 anos, todos brasileiros, sendo três vozes femininas e três masculinas. Seguem os perfis dos sujeitos de pesquisa femininos e masculinos. A numeração atribuída aos sujeitos de pesquisa não é a mesma que consta do Capítulo 6, dedicado à análise das performances vocais dos cantores, uma vez que, nesse capítulo, não se considerou, para a numeração dos sujeitos, a ordem por sexo do sujeito, sendo esta aleatória para se evitar a identificação dos sujeitos.

3.2.1. Os sujeitos do sexo feminino

SF1 – Soprano lírico – Nascida em São Paulo, graduada em música (Canto Lírico), estuda canto há 19 anos e tem rotina de estudo de canto duas vezes por semana, apresenta-se como solista uma ou duas vezes por semestre, ministra aulas de canto em Escola de Música particular três vezes por semana.

SF2 – Mezzo-soprano – Nascida em São Paulo, graduada em música (Canto Lírico). Estuda canto há 12 anos e tem rotina de estudo de canto cinco vezes por semana, apresenta-se como solista uma ou duas vezes por semestre, ministra aulas de canto em Escola de Música particular duas vezes por semana.

SF3 – Soprano dramático – Nascida em Belo Horizonte (MG), é doutora e graduada em música (Canto Lírico). Iniciou os estudos aos 22 anos, é profissional do canto, canta como profissional há 14 anos, atua em Coral profissional há 11 anos, com rotina de ensaios semanais de Coral, com carga diária de horas cantadas em torno de quatro horas. Além disso, apresenta-se em Óperas encenadas anualmente, bem como em alguns Concertos Musicais com o Coral e como solista. Ministra aulas em Universidade pública.

3.2.2. Os sujeitos do sexo masculino

SM1 – Baixo – Nascido no Pará, com Curso técnico em Canto Lírico. Estuda canto há 30 anos, canta em Coral profissional desde 1995, com rotina de ensaios semanais de Coral, com carga diária de horas cantadas em torno de quatro horas. Participa de inúmeras apresentações em Concertos Musicais com o Coral, bem como em uma ou duas Óperas encenadas anualmente.

SM2 - Barítono – Nascido em Itapeva (SP), graduado em música (Canto Lírico). Estuda canto há 16 anos, é profissional do canto há 12 anos. Canta em Coral Lírico profissional desde 2011, com rotina de ensaios semanais de Coral, com carga diária de horas cantadas em torno de quatro horas. Participa de inúmeras apresentações em Óperas encenadas anualmente, além de alguns Concertos Musicais com o Coral.

SM3 – Baixo-barítono – Nascido em São Paulo, é mestre e graduado em música (Canto Lírico). Estuda canto há 35 anos, é profissional do canto há 32 anos. Cantou em Coral por 31 anos. Participou em diversas óperas encenadas, bem como em diversos Concertos de Música. Como profissional do canto lírico, continua participando de Recitais e Concertos de Música, em torno de 15 participações anualmente. Ministra aulas de canto diariamente em uma Universidade particular.

3.3. Gravação do *corpus*

3.3.1. Procedimentos metodológicos

Nesta seção abordamos os procedimentos de gravação, digitalização e edição dos dados acústicos, além do registro dos padrões respiratórios. Também são apresentadas as ferramentas, as técnicas e etapas de análise dos padrões respiratórios, dos dados acústicos e do teste perceptivo.

3.3.1.1. Gravação dos dados acústicos

As gravações em áudio foram realizadas com microfone Shure Headset SM7B em cabine acústica no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

3.3.1.2. Edição dos dados acústicos

Os dados foram editados no *software* PRAAT, versão 6.0.23 Copyright 1992-2016, desenvolvido por Paul Boersma e David Weenink, da Universidade de Amsterdam. A taxa de amostragem foi 22.050 Hz.

3.3.1.3. Registro dos padrões respiratórios

Foram efetuados os registros dos movimentos respiratórios com o aparelho RespTrack, versão SN 102, o qual foi desenvolvido por Johan Stark, do Laboratório de Fonética, do Departamento de Linguística da Universidade de Estocolmo. Foram feitas gravações concomitantes em áudio com o auxílio do PRAAT, *software*

desenvolvido por Paul Boersma e David Weenink, da Universidade de Amsterdam. A versão utilizada foi 6.0.35.

A Figura 9, a seguir, apresenta uma foto da versão SN102 do aparelho RespTrack.



Figura 9 – Foto do RespTrack, versão SN 102

Fonte: Manual do RespTrack produzido por Johan Stark do Laboratório de Fonética da Universidade de Estocolmo.

O RespTrack captura os movimentos de respiração dos sujeitos por meio de dois cintos, um colocado no tórax e outro no abdômen. Os cintos possuem, em uma das faces, fios condutores elétricos dispostos em forma de zigue-zague, que registram os movimentos respiratórios do tórax e do abdômen, bem como a soma dos dois, transformando os movimentos respiratórios em voltagens de -2 a +2.

O RespTrack gera quatro colunas de valores referentes aos movimentos do tórax, do abdômen, do tórax somado ao do abdômen e da sincronização que assinala o sinal do começo da gravação. Os valores da coluna de sincronização, depois de suavizados, são transferidos para um arquivo .txt e podem ser lidos, transpostos, visualizados, equalizados e sincronizados no PRAAT.

3.3.1.4. Técnica de análise dos padrões respiratórios

Os dados são analisados com a técnica desenvolvida por Watson (1980) *Respiratory Inductance Plethysmography* (RIP), a qual permite a medição dos ciclos respiratórios por meio de sensores indutivos em uma ponte de impedância por meio de dois cintos elásticos colocados sobre o tórax e abdômen, bem como conectados a um aparelho que transforma os movimentos respiratórios em níveis de tensão elétrica.

Na Figura 10, a seguir, apresentamos uma tela com o oscilograma e os gráficos concernentes aos movimentos respiratórios do tórax, do abdômen e da soma dos movimentos respiratórios do tórax e do abdômen, obtidos com a técnica de pletismografia com o auxílio do RespTrack desenvolvido na Universidade de Estocolmo.

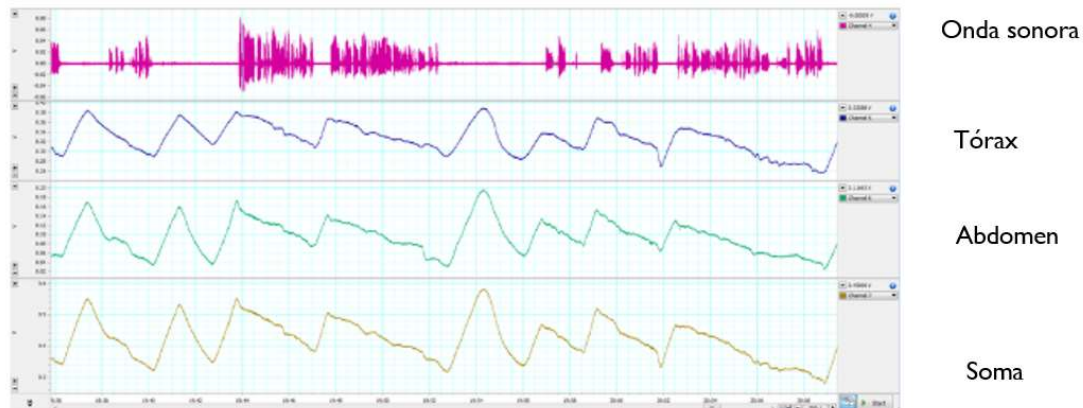


Figura 10 – De cima para baixo em figura adaptada, oscilograma, registros dos movimentos respiratórios do tórax, do abdômen e da soma dos dois movimentos.

Fonte: Włodarczak & Heldner (2015).

Com o RIP, foram realizadas as seguintes medidas: a duração do ciclo de respiração, a duração da inspiração e a da amplitude da inspiração. A Figura 11, a seguir, ilustra a duração do ciclo da respiração, a duração da inspiração e a amplitude da inspiração de um ciclo respiratório.

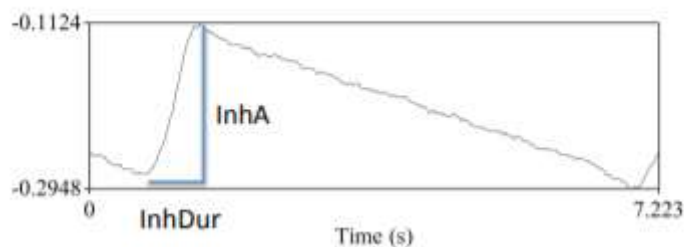


Figura 11 – Gráfico da duração e amplitude da inspiração um ciclo respiratório.

Fonte: Barbosa e Madureira (2018).

3.3.1.5 Etapas da pesquisa

A análise dos padrões respiratórios compreendeu as seguintes etapas:

- gravação dos padrões respiratórios na fala com o RespTrack simultaneamente com gravação de áudio;
- geração de valores sobre a atividade respiratória torácica, abdominal e a soma da torácica com a abdominal;
- exportação dos valores para uma planilha em Excel;
- sincronização da onda da soma torácica e abdominal com a de áudio no PRAAT;
- medição dos parâmetros de duração e amplitude dos movimentos respiratórios.

Foram extraídas as seguintes medidas nesse estudo:

- duração do ciclo respiratório (Dur-CR);
- duração do momento de inspiração (Dur-MI);
- amplitude normalizada da inspiração (AMP-I). A normalização foi realizada em referência ao máximo de amplitude.

3.3.1.6. Técnica de análise dos parâmetros acústicos

Foram extraídas automaticamente medidas de parâmetros acústicos com o *script* ExpressionEvaluator desenvolvido por Barbosa (2009) e executado no PRAAT. O ExpressionEvaluator extrai medidas normalizadas de parâmetros acústicos. São consideradas as seguintes medidas:

- frequência fundamental – f0 (mediana, semiampitude entre quartis, assimetria e quantil 99,5%), 1ª derivada de f0 (média, desvio padrão e assimetria);
- intensidade (assimetria);
- declínio espectral (média, desvio padrão e assimetria);
- espectro de Longo Termo (desvio padrão).

A seguir definimos as características das medidas efetuadas conforme *script* por Barbosa (2009):

- mediana de f_0 ($mednf_0$): medida que permite avaliar o valor habitual de f_0 , incluindo procedimentos de suavização;
- semiampitude entre quartis de f_0 ($sampquartif_0$): medida que permite avaliar a variação dos valores de f_0 , excluindo-se valores espúrios;
- quantil 99,5% ($quan995f_0$): medida que permite avaliar o limite superior de f_0 , excluindo-se valores espúrios; os valores de frequência fundamental são normalizadas por meio do cálculo de *Zscore* do dobro da mediana, acrescido dos valores de desvio padrão;
- assimetria de f_0 ($assimdff_0div10$): medida da assimetria de distribuição de f_0 , baseada na razão entre diferença entre média e mediana/semiampitude entre quartis de f_0 ;
- média de derivada de f_0 ($medderivf_0$): medida da derivada, que representa a taxa de variação de f_0 . Derivada média alta indica variações abruptas e derivada média baixa variações suaves;
- desvio padrão da derivada de f_0 ($desvpaddf_0$): medida do desvio padrão da derivada de f_0 ;
- assimetria de derivada de f_0 ($assimf_0$): medida da assimetria da distribuição das da derivada de f_0 ;
- assimetria de intensidade ($assimint$): medida de intensidade normalizada, baseada na proporção de intensidade no intervalo de frequências de 0-1250Hz/1250-4000 Hz5;
- média de declínio espectral ($medinclinespec$ -Slope LTAS): média de valores da proporção de intensidade nos intervalos de 0-1 kHz/1-4kHz. Considerada importante medida do nível de tensão laríngea do estímulo aferido;
- desvio padrão de declínio espectral ($desvpadinclinespec$): medida do desvio padrão de declínio espectral; desvio padrão das medidas normalizadas de intensidade ao longo de intervalos de frequências do espectro sonoro.

- assimetria de declínio espectral (assiminclinespec): medida de assimetria de distribuição das medidas de declínio espectral;
- desvpadLTAS = desvio padrão de espectro de longo termo (ELT): desvio padrão das medidas normalizadas de intensidade ao longo de intervalos de frequências do espectro sonoro.

3.3.1.7. Técnica de análise perceptiva

O trecho selecionado para a composição do teste perceptivo foi a terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental”. Como estímulos, foram utilizadas as gravações do canto e da fala. A escolha da terceira estrofe visou contemplar um trecho no qual o intérprete já ultrapassara o desafio de iniciar a linha melódica.

Para a confecção dos estímulos do teste perceptivo, os áudios foram editados no PRAAT, versão 6.0.23. Como descritores semânticos, foram selecionados: Agradabilidade da Voz (AV), a Qualidade da Interpretação (QI) e o Impacto Emocional (IE). Esses descritores se coadunam com as características que se destacam no uso da voz performática conforme aponta Medlyn (2016).

O teste foi aplicado a 32 juízes no teste de percepção de voz cantada e a 31 juízes no teste de percepção de voz falada. Os juízes receberam instruções para avaliar os efeitos impressionantes causados pelas interpretações dos locutores partindo dos descritores semânticos selecionados.

Os estímulos foram apresentados em forma de áudios no ambiente online de testes do *software* SurveyMonkey, que é uma plataforma de questionários, cujo teste desse trabalho está em forma de questionário de diferencial semântico com escala contínua de 0 a 100.

Foi preparada uma planilha da qual constavam: a identificação das gravações, as variáveis correspondentes aos descritores semânticos, os julgamentos dos juízes em relação aos descritores semânticos, além das medidas acústicas extraídas com a aplicação do ExpressionEvaluator (Barbosa, 2009). O grupo das variáveis perceptivas foi denominado Gc1, o das variáveis acústicas (Gc2) e o das variáveis respiratórias (Gc3).

3.3.1.8. Testes estatísticos

Para a realização dos testes estatísticos com as medidas acústicas, utilizamos o R, um ambiente de desenvolvimento integrado, com os pacotes RComander, desenvolvido por Natasha A. Karp, e o FactoMineR, desenvolvido por Husson, Josse, Lê e Mazet (2013).

Utilizamos a estatística multivariada com o método FAMD (*Factor Analysis of Mixed Data*), que utiliza o PCA (*Principal Component Analysis*) e o MCA (*Multiple Correspondance Analysis*) para o cálculo da proximidade dos grupos de variáveis.

O método FAMD é um tipo de método de análise de componentes principais que trata variáveis contínuas e categóricas, o que permite avaliar a influência dessas variáveis na análise da variabilidade. Esse método permite estudar as semelhanças entre os estímulos, considerando-se variáveis mistas e as relações entre todas as variáveis. Além disso, empregamos o método MFA (*Multiple Factor Analysis*) que descreve um conjunto de indivíduos por um conjunto de variáveis quantitativas e/ou qualitativas estruturadas em grupo.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DOS PADRÕES RESPIRATÓRIOS DE VOZ CANTADA E FALADA

Neste capítulo, apresentamos os resultados da análise dos padrões respiratórios tomando-se por base as medidas de duração do ciclo de respiração, a duração da inspiração e a amplitude da inspiração. Para isso, foram utilizados gráficos, tabelas com as médias e desvios padrão das medidas, *box plots* e valores de significância para demonstrar as diferenças encontradas entre os estilos de voz cantada e falada.

4.1. Resultados referentes aos padrões respiratórios

A seguir, na Figura 12, são apresentados os gráficos de colunas com as medidas de duração do momento de inspiração e do ciclo respiratório.

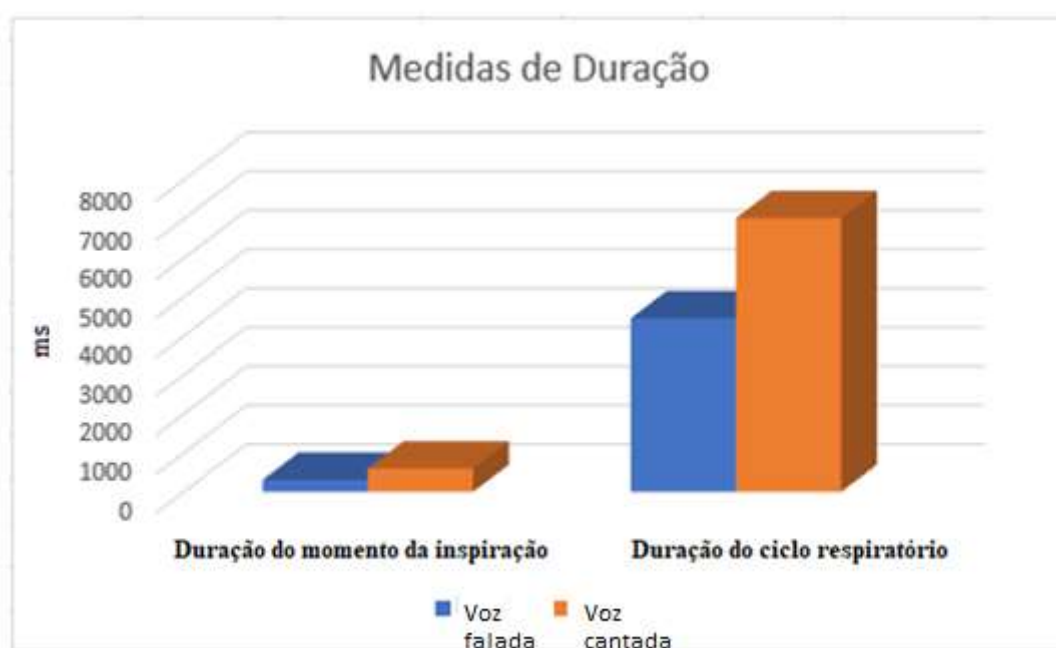


Figura 12 – Gráfico da duração em ms do momento de inspiração e do ciclo respiratório.

Nas Tabelas 1 e 2, a seguir, são apresentadas as médias e os desvios padrões referentes, respectivamente, à duração do momento de inspiração e do ciclo respiratório.

Tabela 1 – Média e desvio padrão referentes à duração do momento de inspiração.

Estilo	Medida	Média (DP)
Voz falada	DUR-MI	311 (135)
Voz cantada	DUR-MI	603 (160)

Tabela 2 – Médias e desvios padrões referentes à duração do ciclo respiratório.

Estilo	Medida	Média (DP)
Voz falada	DUR-CR	4.455 (1238)
Voz cantada	DUR-CR	7027 (1228)

Conforme pode ser visualizado nos gráficos de colunas da Figura 12 e nos valores apresentados nas Tabelas 1 e 2, os resultados mostram que as durações da inspiração e do ciclo respiratório se revelaram maiores no canto. Para verificação da dispersão dos valores de duração, foi possível recorrer aos *box plots*, referentes ao parâmetro de duração de momento de inspiração e do ciclo respiratório contemplados nas Figuras 13 e 14.

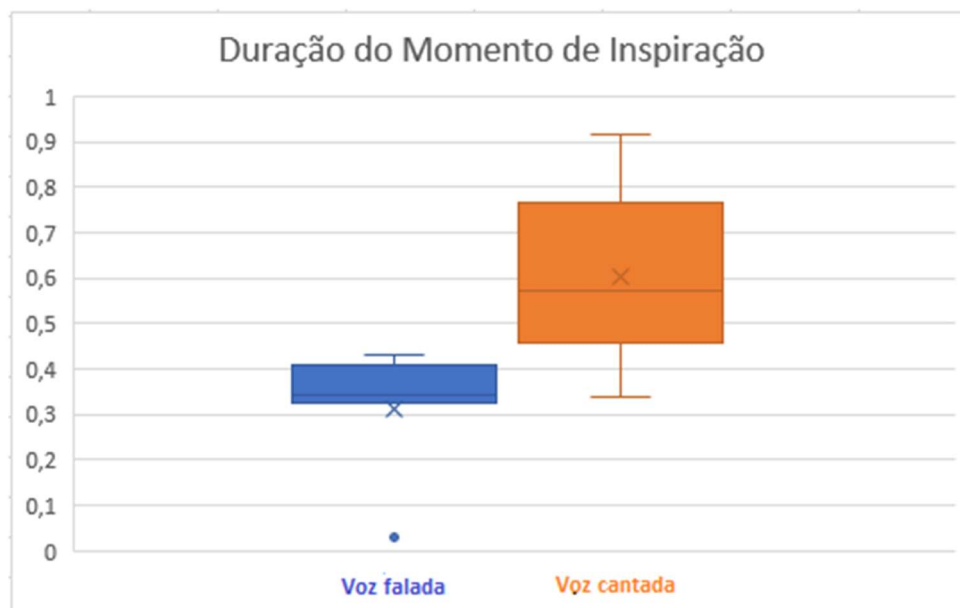


Figura 13 – Gráfico da duração do momento da inspiração.

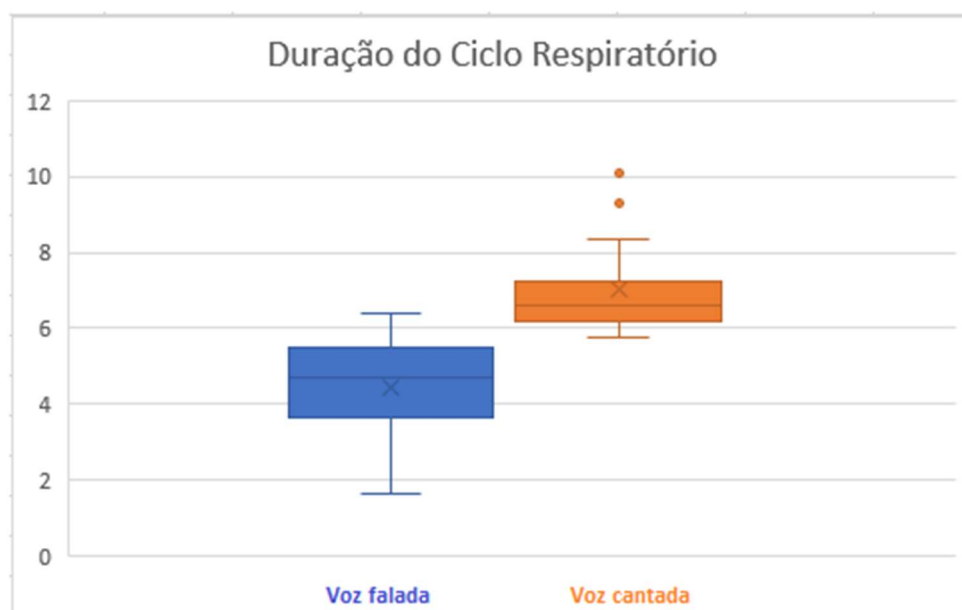


Figura 14 – Gráfico da duração do ciclo respiratório.

Na Figura 13, observa-se que a média dos valores de duração do ciclo respiratório no estilo de voz cantada é mais alta, e a dispersão é maior, ou seja, há mais variação. Na Figura 14, a média dos valores de duração do ciclo respiratório no estilo de voz cantada também é mais alta do que no estilo de voz falada, mas a variação inter-sujeitos é menor.

Quanto à amplitude da inspiração, a Tabela 3 apresenta as médias e os desvios-padrões e a Figura 15, o *box plot*.

Tabela 3 – Médias e desvios padrões referentes à amplitude da inspiração

Estilo	Medida	Média (DP)
Voz falada	AMP-I	0,22 (0,22)
Voz cantada	AMP-I	0,49 (0,07)

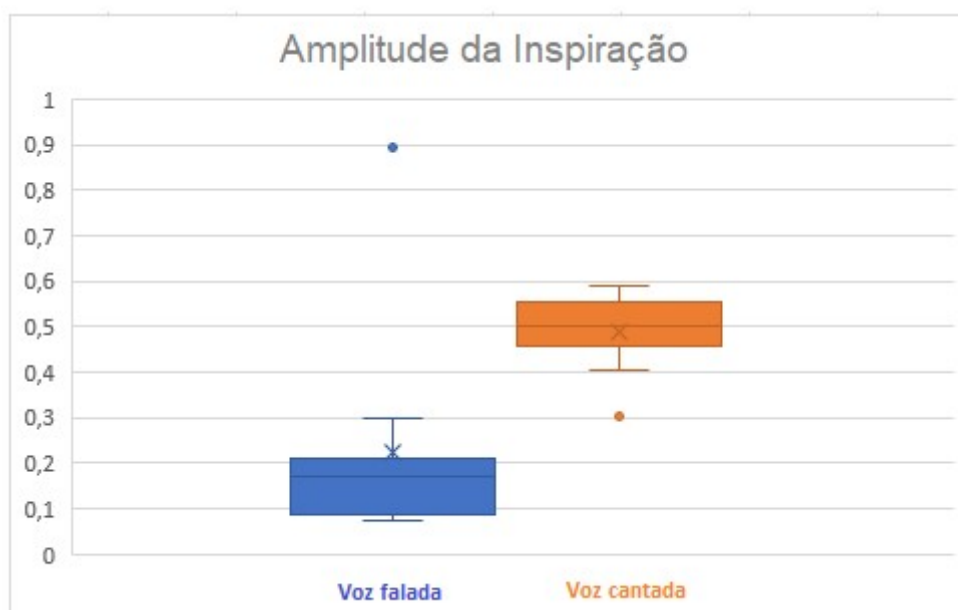


Figura 15 – *Box Plot* referente à amplitude da inspiração.

Conforme os valores apresentados na Tabela 3 e a dispersão dos gráficos em torno da média na Figura 15, os resultados mostram que as durações da inspiração e do ciclo respiratório se revelaram maiores no canto. Nos *box plots* da Figura 15, nota-se uma dispersão um pouco maior em torno da média em referência ao estilo de canto, o que indica que houve maior variação entre os falantes em relação à amplitude da inspiração.

A maior variação inter-falantes em termos dos valores de duração da inspiração (maior desvio-padrão) no estilo de voz cantada e a menor variação em relação às durações dos ciclos respiratórios (menor desvio-padrão) revelam estratégias de controle aerodinâmico. Por um lado, a maior variação da duração da inspiração no estilo de voz cantada reflete o planejamento individual do controle de ar necessário para a implementação dos fraseados musicais, ao passo que a menor variação em relação às durações dos ciclos respiratórios contempla as restrições impostas pela efetivação do fraseado musical ao longo do tempo.

4.2 Discussão dos resultados da análise dos padrões respiratórios

A coordenação entre fala e respiração mostrou-se diferenciada entre os estilos de voz cantada e falada. Na voz falada, as durações da fase da inspiração e do ciclo respiratório, bem como a amplitude da inspiração foram menores do que na voz cantada.

Na voz cantada, os ciclos respiratórios foram cerca de 3 segundos mais longos. Os valores mais elevados obtidos para a voz cantada estão coerentes com os achados sobre a ativação dos músculos abdominais na atividade de canto lírico profissional (Thorpe et al., 2001).

A variação da fase inspiratória no estilo de voz falada foi menor do que a do estilo de voz cantada, implicando mais ciclos para a tarefa da voz cantada (4 a mais) do que para a de voz falada. O maior número de ciclos respiratórios pode ter sido motivado pelo fato de certas partes no estilo de voz cantada terem exigido maior suporte devido a implementações de natureza melódica.

Em relação às medidas registradas para os sujeitos masculinos no trabalho de Barbosa e Madureira (2018), a leitura ficou mais próxima da narração/comentário em termos da duração dos ciclos respiratórios, e a canção mais próxima da narração/comentário em termos de duração da fase inspiratória e da amplitude da fase inspiratória.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE ACÚSTICA DAS AMOSTRAS DE VOZ CANTADA E FALADA

Neste capítulo apresentamos os resultados da análise dos parâmetros acústicos dos dados de voz cantada e falada submetidos ao teste estatístico FAMD. As medidas dos parâmetros acústicos foram extraídas com o *script* ExpressionEvaluator, desenvolvido por Barbosa (2009). Após a apresentação dos resultados da análise acústica, passamos à confrontação entre as características dos estilos de voz cantada e falada.

5.1 Resultados referentes aos padrões acústicos

Os parâmetros acústicos “semiampitude entre quartis de f_0 ”, “quantil 99,5% de f_0 ” e “mediana de f_0 ” foram determinantes na distinção entre voz cantada e falada segundo resultado da aplicação do método estatístico FAMD. Esses parâmetros acústicos, seguem especificados:

- mediana de f_0 (frequência fundamental): medida que pode ser considerada como a f_0 habitual do falante. Sua extração prevê a suavização de valores. Trata-se de uma medida que evita erros de detecção do valor de f_0 que podem ser frequentes, sobretudo os que mudam o valor para uma oitava abaixo ou acima;
- semiampitude entre quartis de f_0 : medida de variação dos valores de f_0 , excluindo-se valores espúrios (por motivos de normalização, foi dividida pela metade, justificando a atribuição do termo “semiampitude”). O termo amplitude refere-se à variação da medida;
- quantil 99,5% de f_0 : valores de frequência fundamental normalizados por meio do cálculo de Z score da mediana (dobro), acrescido do valor de desvio padrão. Essa medida busca, sem valores espúrios, detectar o limite superior de f_0 do falante;

Na Tabela 4, a seguir, são apresentados os valores referentes aos três fatores preponderantes (variáveis acústicas) nas dimensões 1 e 2 do espaço vetorial e, na Figura 16, a distribuição das variáveis acústicas obtidas com a aplicação do *script* ExpressionEvaluator.

Tabela 4 – Medidas acústicas, índice de correlação (porcentagem de representação) e nível de significância nas dimensões 1 e 2 (método FAMD).

Dimensão 1			Dimensão 2		
Acoustic Measures	Correlation	p value	Acoustic Measures	Correlation	p value
sampquartisf0	0,9110	0	medinclinespec	0,5726	0,0001
mednf0	0,8716	0	assimdf0div10	0,5216	0,0004
quan995f0	0,8687	0	assimin	-0,4193	0,0057

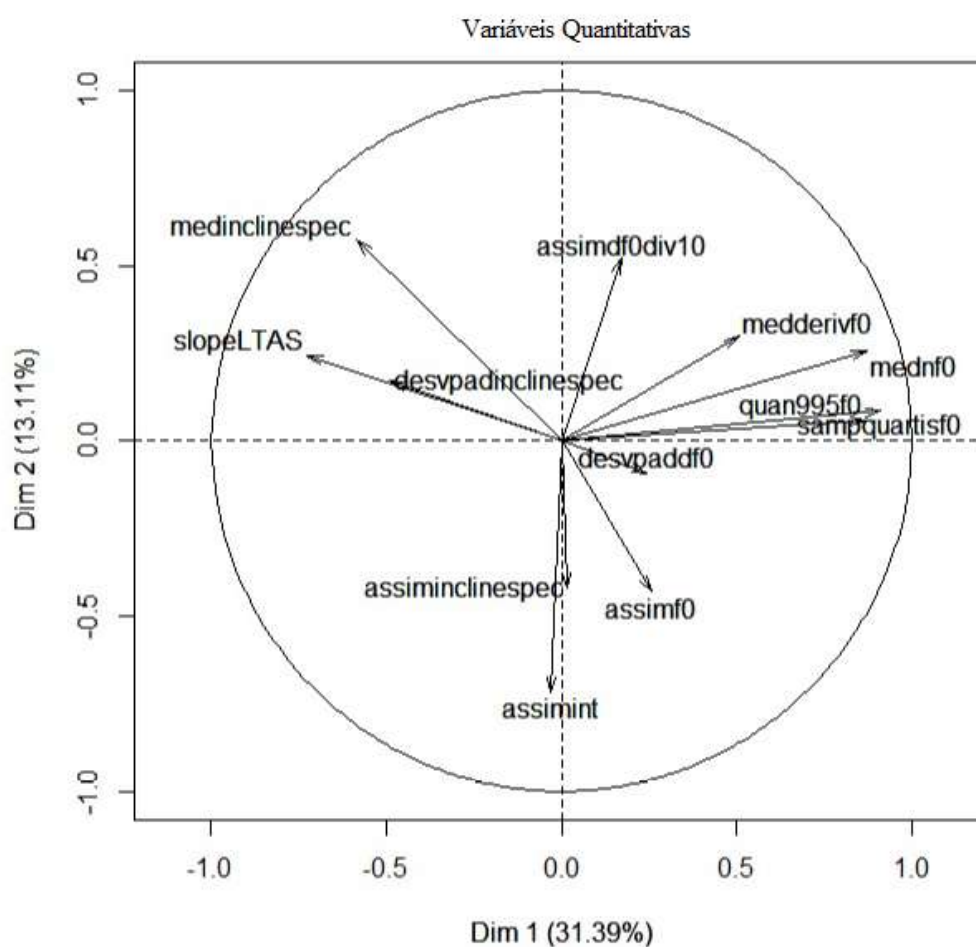


Figura 16 – Projeção das variáveis acústicas nas dimensões 1 e 2 do espaço vetorial.

Na Figura 16, as variáveis sinalizadas com setas mais longas e mais próximas aos eixos horizontal (x) e vertical (y) são as que apresentam maior relevância para a consideração dos fenômenos sob estudo nas dimensões consideradas (1 e 2).

Os agrupamentos formados pelos enunciados e sua distribuição podem ser observados nas Figuras 17 e 18, a seguir. Formaram-se três grupos: o primeiro constituído apenas por enunciados de voz cantada; o segundo, por dois enunciados de voz falada (3 e 13) que apresentaram valores mínimos de assimetria da derivada de f_0 e de assimetria de intensidade (assimint) e valores máximos de mediana da inclinação espectral (medinclispec); o terceiro, pelos demais enunciados da voz falada e dois da voz cantada (29 e 37). Os enunciados 29 e 37 da voz cantada aproximaram-se dos enunciados da voz falada pelas características semelhantes da mediana de f_0 (mednf0).

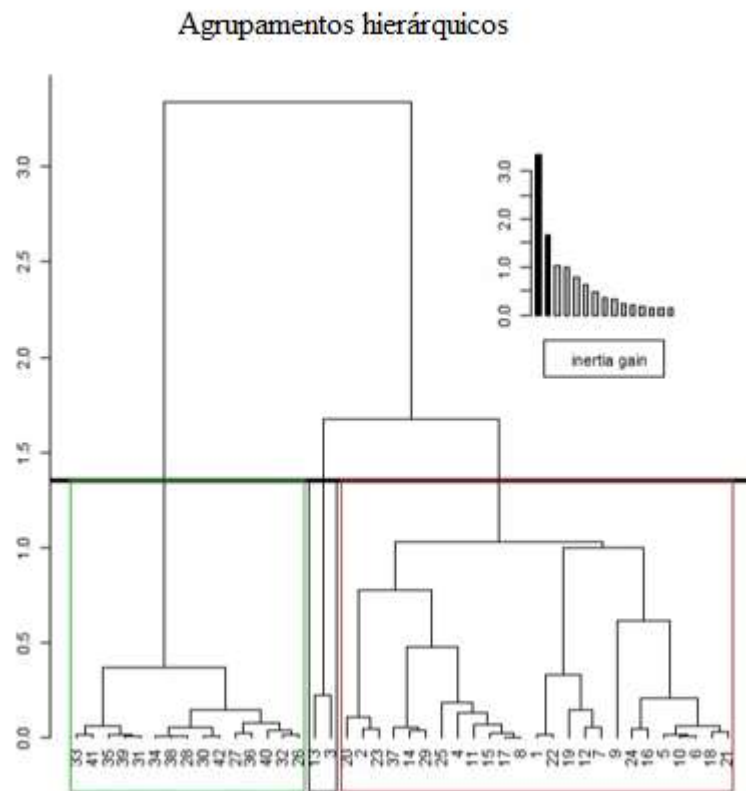


Figura 17 – Agrupamentos dos enunciados segundo a aplicação do método FAMD.

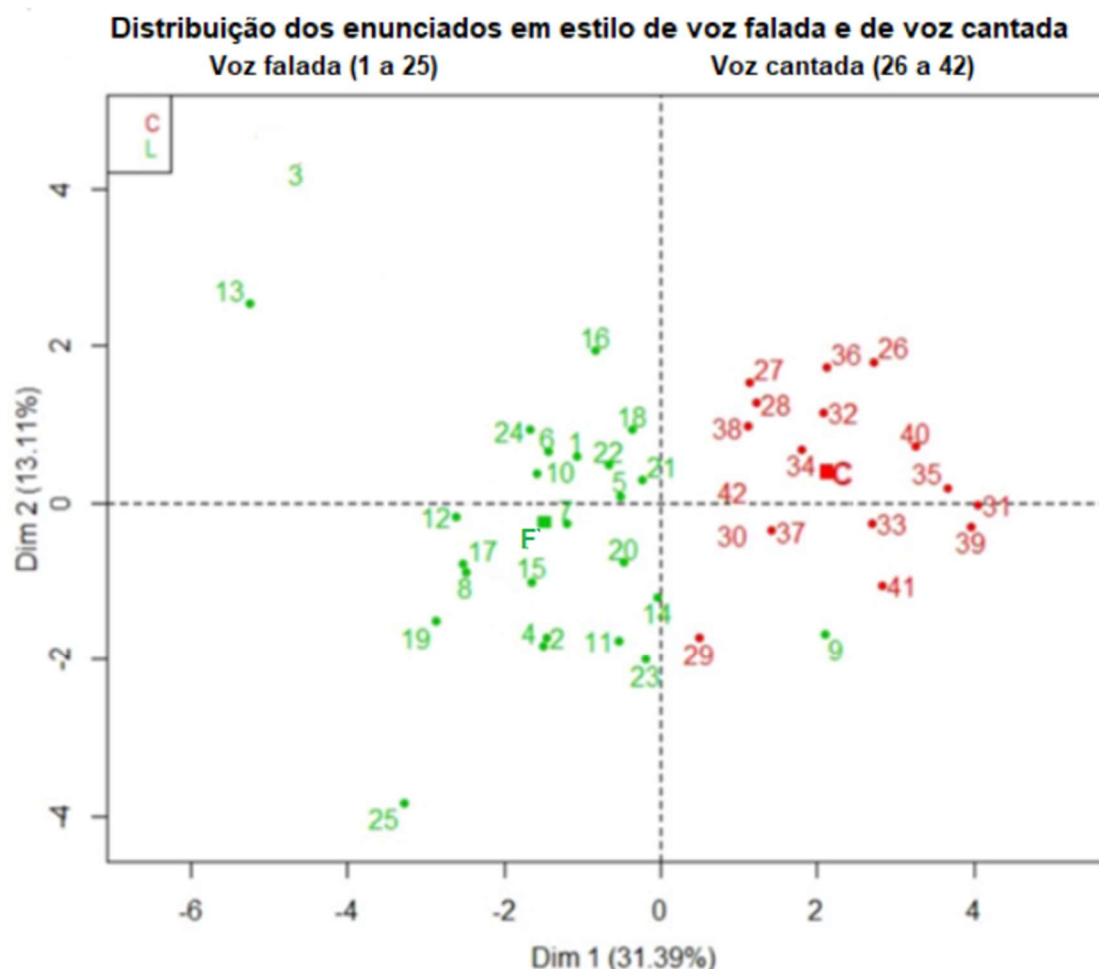


Figura 18 – Distribuição dos enunciados segundo a aplicação do método FAMD nas dimensões 1 e 2 do espaço vetorial. O F corresponde ao centroide do estilo de voz falada e o C ao centroide do estilo de voz cantada.

Os pontos visualizados na Figura 18, como se pode apreender, verificando-se as distribuições das variáveis acústicas na Figura 8, referem-se à maneira como os enunciados cantados e lidos foram distribuídos nos eixos horizontal (x) e vertical (y). Os centroides correspondem aos pontos centrais, designados como “L” para leitura e “C” para canto. No eixo horizontal, foram influentes as variáveis “quantil 99,5%” (quan995f0), “semiampitude entre quartis de f0” (sampqartisf0) e, inversamente, a variável “Slope LTAS”. No eixo vertical, foram influentes as variáveis acústicas “assimetria de f0” (assindf0div10), “assimetria de f0” (assimdf0div10) e “assimetria da intensidade” (assimin).

5.2 Discussão dos resultados da análise acústica

Os enunciados do estilo de voz falada diferenciaram-se dos de voz cantada, principalmente pelas medidas de frequência fundamental. As medidas que se mostraram com maior índice de correlação (91% e 87%), como se pode observar na Tabela 3, indicam diferenças relativas à variação de f_0 , à mediana de f_0 e ao valor máximo de f_0 . Por razões estilísticas, o canto implica restrições referentes à frequência fundamental que impõem a necessidade de implementação de ajustes laríngeos específicos para a construção da expressividade musical e resultam em maior variação e valores mais altos de f_0 no canto.

É possível concluir, com base na distribuição das variáveis acústicas, que, do ponto de vista acústico, a diferença do estilo da voz falada e voz cantada foi caracterizada principalmente pela variação de f_0 e pela variação de intensidade ao longo das frequências.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE PERCEPTIVA DOS EFEITOS IMPRESSIVOS DAS INTERPRETAÇÕES EM VOZ CANTADA E FALADA

Neste capítulo, consideramos os resultados do teste perceptivo em voz cantada e falada que teve como objetivo avaliar as impressões que as performances vocais dos sujeitos de pesquisa causaram nos ouvintes. Para tanto, foram incluídos como variáveis os descritores de Agradabilidade de Voz (AV), a Qualidade da Interpretação (QI) e o Impacto Emocional (IE). Para avaliar as variáveis que influenciaram os julgamentos das performances vocais dos sujeitos da pesquisa, foram confrontados os resultados do teste perceptivo e a mensuração dos parâmetros acústicos e dos parâmetros respiratórios com a utilização de análise estatística pelo método MFA, conforme descrito no capítulo da metodologia. Por isso, retomamos, a seguir, brevemente, as etapas de análise abordadas nesse capítulo para apresentar o contexto dos experimentos realizados.

6.1. O método utilizado para avaliar as impressões auditivas das performances em voz cantada e falada

6.1.1. *Corpus*

O *corpus* selecionado para integrar o teste perceptivo em voz cantada e falada foi a terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental”. A opção por uma estrofe e não a letra inteira da canção visou oferecer condições que , propiciassem a atenção focada em um ponto comum e menos extenso, facilitando os julgamentos inter-sujeitos.

A opção pela terceira estrofe da canção foi em razão de esta se encontrar na posição medial do poema, favorecendo a naturalidade da interpretação sem os desafios da iniciação e finalização da performance vocal. Além disso, é a única estrofe em que nos dois estilos não há pausas silenciosas inseridas no meio do verso, reduzindo, portanto, diferenças de potencial impacto impressivo por distribuição das pausas diferenciadas. Como reportam Barbosa (2022) e Viola & Madureira (2008), a distribuição, a duração e os tipos de pausas são relevantes do ponto de vista impressivo.

Nos aspectos concernentes à distribuição das pausas silenciosas nas interpretações pelos sujeitos das pesquisas nas demais estrofes, observa-se maior uniformidade em relação à voz cantada. A maioria das pausas silenciosas ocorreram

ao final de cada verso. No que se refere à voz falada, nota-se maior diferenciação em relação à distribuição das pausas, o que reflete menos restrições interpretativas e maior liberdade para delimitar os enunciados e conferir ênfases.

O sujeito 2, por exemplo, dividiu o verso “Oh! doce amada/ desperta/”. Cinco sujeitos introduziram pausas silenciosas após o vocativo “Querida” no estilo de voz falada, mas apenas um no estilo de voz cantada.

Replicamos, a seguir, a terceira estrofe da canção, selecionada como objeto dos testes de percepção de voz cantada e falada.

*Quisera saber-te minha
Na hora serena e calma
A sombra confia ao vento
O limite da espera
Quando dentro da noite
Reclama o teu amor*

6.1.2. A construção do experimento perceptivo

Para a confecção dos estímulos do teste perceptivo, os áudios foram editados no PRAAT. O teste foi implementado na plataforma *online* de questionários de pesquisa SurveyMonkey, utilizando-se um deslizador em uma escala contínua de 0 a 100. Na Figura 19 apresentamos a escala contínua na qual os avaliadores registram suas avaliações, posicionando o mouse em algum ponto da escala de 0 a 100.

Os descritores semânticos utilizados foram: a Agradabilidade da voz (AV), a Qualidade da Interpretação (QI) e o Impacto emocional (IE).

Questão do teste de performance de voz falada



Figura 19 – Deslizador de escala contínua de 0 a 100 na plataforma *online* de questionários de pesquisa SurveyMonkey

Os resultados do experimento perceptivo foram considerados em relação aos resultados das análises dos parâmetros acústicos com o *script* ExpressionEvaluator (Barbosa, 2009) e dos padrões respiratórios com o RespTrackK, por meio de testes estatísticos multidimensionais, conforme detalhado no Capítulo 3.

Retomamos resumidamente os parâmetros analisados. As medidas acústicas compreenderam: frequência fundamental – f_0 (mediana, semi-amplitude entre quartis, assimetria e quantil 99,5%) e primeira derivada de f_0 (média, desvio padrão e assimetria), intensidade (assimetria), declínio espectral (média, desvio padrão e assimetria) e Slope LTAS (espectro de longo termo). As medidas referentes aos padrões respiratórios compreenderam: duração do ciclo respiratório (Dur-CR); duração do momento de inspiração (Dur-MI) e amplitude normalizada da inspiração (AMP-I).

A análise estatística dos dados, realizada com o método estatístico MFA (*Multiple Factor Analysis*), conforme explicitado no item 3.3.1.8 no Capítulo 3. Todas as variáveis foram normalizadas por meio da aplicação de z-score. Os dados foram exportados em arquivo .txt e analisados nos ambientes do software R e do FactoMineR (Husson, Lê e Pagés (2009)).

6.2. O teste perceptivo sobre a performance vocal em voz cantada

6.2.1. Descrição do experimento

O teste perceptivo sobre a performance vocal em voz cantada avaliou os mesmos sujeitos de pesquisa referidos no Capítulo 3, ou seja, profissionais do canto lírico, com idades entre 25 a 58 anos, todos brasileiros, sendo três vozes femininas e três masculinas.

O teste foi aplicado a 32 juízes, 16 do sexo feminino, 16 do sexo masculino, com média de idade de 39 anos, com idade mínima de 19 anos e idade máxima 70 anos, que receberam instruções para avaliar os efeitos impressionantes causados pelas interpretações dos cantores partindo dos descritores semânticos chaves.

6.2.2 Resultados do experimento

O descritor semântico que mostrou maior índice de correlação (0,98%) foi a Qualidade da Interpretação, na sequência, a Agradabilidade da Voz (0,95%) e o Impacto Emocional (0,87%).

Em relação às performances vocais dos sujeitos nas amostras de voz cantada, em ordem de classificação de maior para menor, foram avaliadas as produções dos sujeitos: 6, 4, 3, 1, 5, e 2. A Tabela 5 apresenta as médias das pontuações atribuídas pelos juízes no teste perceptivo aos sujeitos de pesquisa.

Tabela 5 – Descritores semânticos, sujeitos e valores médios referentes à avaliação das performances vocais realizada pelos juízes em relação às variáveis de análise no estilo de voz cantada.

Descritores	Sujeitos	Medidas
Agradabilidade da Voz	S1	75,41
Qualidade da Interpretação	S1	73,47
Impacto Emocional	S1	55,34
Agradabilidade da Voz	S2	49,94
Qualidade da Interpretação	S2	51,06
Impacto Emocional	S2	43,50
Agradabilidade da Voz	S3	72,22
Qualidade da Interpretação	S3	74,19
Impacto Emocional	S3	66,38
Agradabilidade da Voz	S4	75,31
Qualidade da Interpretação	S4	76,63
Impacto Emocional	S4	70,81
Agradabilidade da Voz	S5	69,47
Qualidade da Interpretação	S5	68,91
Impacto Emocional	S5	62,63
Agradabilidade da Voz	S6	88,81
Qualidade da Interpretação	S6	84,63
Impacto Emocional	S6	79,47

Para investigar as variáveis que influenciaram na atribuição dos valores na avaliação dos descritores relativos às performances vocais dos sujeitos da pesquisa na tarefa de voz cantada, recorreremos ao método estatístico MFA, contemplando os resultados da análise perceptiva com os das análises acústica e respiratória conforme reportado, respectivamente, nos Capítulos 4 e 5, nos quais serão discutidas as diferenças entre os estilos de voz cantada e de voz falada.

Os resultados indicaram que os estímulos compreendidos pelos seis trechos da terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental”, distribuíram-se em cinco *clusters* com três dimensões com forte ganho inercial (barras em negrito identificadas no *inertia gain*), como se pode verificar na Figura 20.

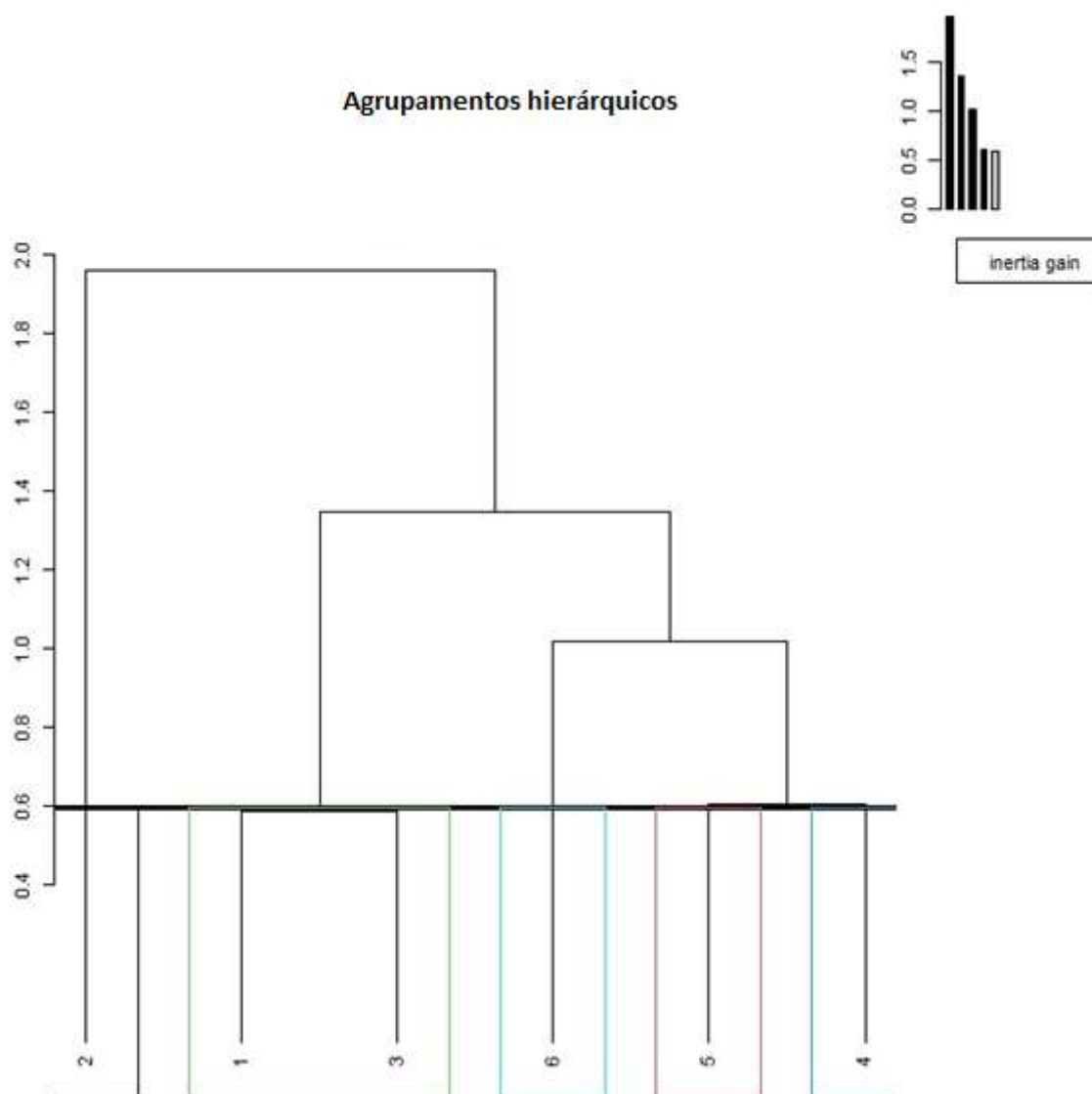


Figura 20 – *Clusters* hierárquicos resultantes da aplicação do MFA (Multiple Factor Analysis) às análises perceptiva e acústica dos trechos cantados da terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental”, por três falantes do sexo feminino e três do sexo masculino.

Como mencionado anteriormente, o resultado da classificação dos trechos cantados pelos sujeitos de pesquisa, de maior para menor pontuação foi: 6, 4, 3, 1, 5, e 2. Nesses trechos de voz cantada, aparecem no ramo direito do gráfico de *clusters* da Figura 20, os de número 6, 5 e 4, tendo mais à esquerda um *cluster* com os de número 3 e 1, e o número 2, que obteve menor pontuação, num *cluster* em separado bem à esquerda do gráfico.

Na Figura 21, verifica-se a distribuição no espaço vetorial dos estímulos referentes aos sujeitos da pesquisa. À direita do gráfico, os cantores melhores

avaliados. Os sujeitos 1 e 3 apresentam características semelhantes e estão agrupados no *cluster* 3.

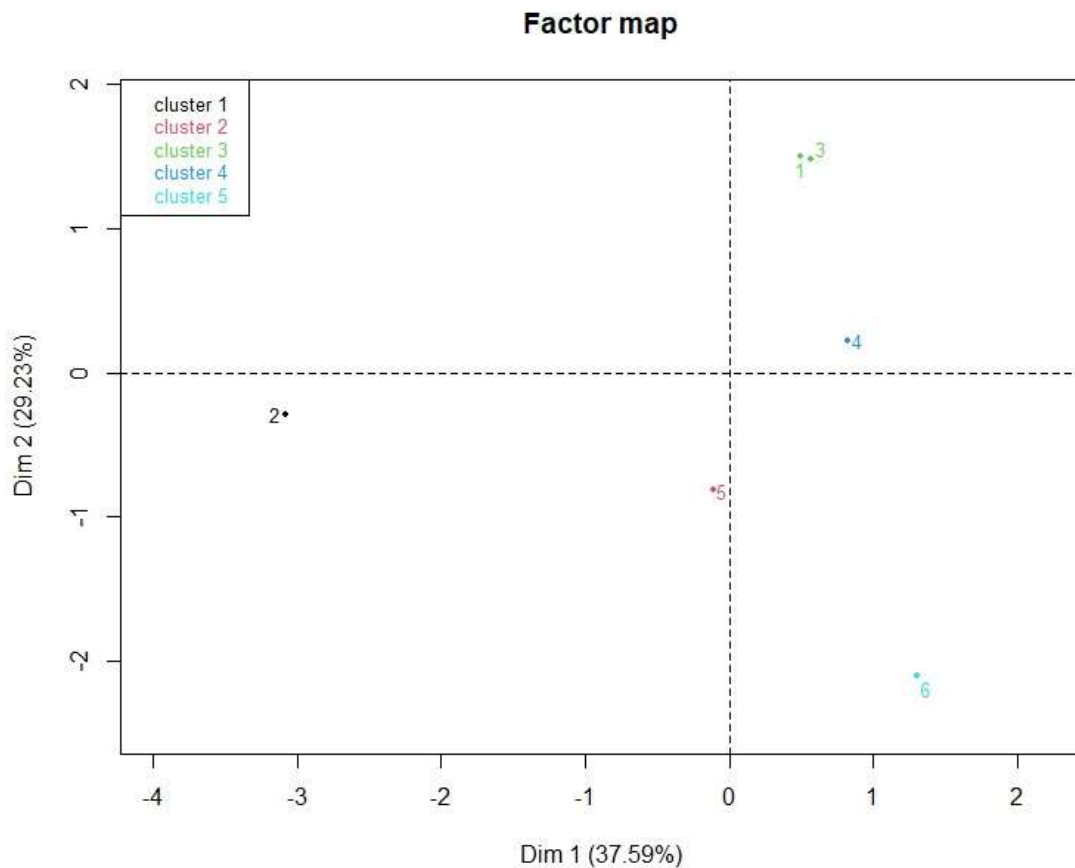


Figura 21 – Distribuição dos estímulos referentes aos sujeitos de pesquisa no espaço vetorial. À direita do gráfico, os cantores melhor avaliados e à esquerda os pior avaliados.

A distribuição dos *clusters* foi guiada pelas variáveis com maior projeção no espaço vetorial, como pode ser observado na Figura 22. Ainda no gráfico dessa figura, nota-se que a projeção dessas variáveis pode ser visualizada pela extensão das setas: quanto mais perto da borda, mais relevantes. Em virtude da distribuição das variáveis nas duas dimensões, pode ser concebida a força que determinou o arranjo dos estímulos referentes às performances vocais dos cantores como visualizado na Figura 21.

O conteúdo da Figura 22 em relação ao da Figura 21 possibilita a verificação da influência das variáveis acústicas, semânticas e respiratórias na distribuição dos

maioria, na parte superior do gráfico. Entre as variáveis semânticas, as que apresentaram valores com significância estatística na Dimensão 1 foram os descritores de Qualidade da Interpretação e Agradabilidade da Voz, seguidos proximamente do descritor Impacto Emocional; quanto às variáveis respiratórias, a que se revelou significativa na Dimensão 1 foi a Duração da Inalação do Abdômen (DurINA). Na Dimensão 2, a soma do Número de Ciclos Respiratórios, Duração da Inalação do Tórax, Número de Ciclos Respiratórios do Tórax e Amplitude da Inalação do Abdômen.

Em relação às variáveis acústicas, na Dimensão 1 destacaram-se: o desvio padrão da derivada de f_0 (desvpaddf0) e a semi-amplitude entre quartis de f_0 (Sampquartisf0), que se refere à medida de variação dos valores de f_0 , excluindo-se valores espúrios. Na Dimensão 2, o quantil de 99,5% do f_0 (quan995f0) medida que permite avaliar o limite superior de f_0 , excluindo-se valores espúrios.

A seguir, apresentamos a Tabela 6, com a especificação das dimensões envolvidas, as variáveis, as porcentagens de correlação e os níveis de significância.

Tabela 6 – Estilo de voz cantada: Dimensões, Variáveis, Coeficientes de correlação e Níveis de Significância

Dimensão	Variáveis	Grau de correlação	Grau de significância (p. value)
1	Z,QI	0,98	0,0006
1	Z,AV	0,9496	0,0037
1	Z,DurINA	0,8912	0,0171
1	Z,IE	0,8726	0,0233
1	Z,desvpaddf0	-0,9251	0,0082
1	Z,sampquartisf0	-0,9321	0,0068
2	Z,NumBGS	0,9285	0,0075
2	Z,DurINT	0,8697	0,0243
2	Z,NumBGT	0,867	0,0254
2	Z,quan995f0	0,8226	0,0444
2	Z,AmpINA	-0,8208	0,0453

Relatados os resultados em relação à performance em voz cantada, passamos a considerar, na seção 6.3, a avaliação da performance vocal em voz falada.

6.3. O teste perceptivo sobre a performance vocal em estilo de voz falada

O teste perceptivo sobre a performance vocal em voz falada avaliou os mesmos sujeitos de pesquisa que realizaram a tarefa de voz cantada, ou seja, profissionais do canto lírico, com idades entre 25 a 58 anos, todos brasileiros, sendo três vozes femininas e três masculinas.

O teste foi aplicado a 31 juízes, 18 do sexo feminino, 13 do sexo masculino, com média de idade de 45 anos, com idade mínima de 15 anos e idade máxima 73 anos, que receberam instruções para avaliar os efeitos impressionantes causados pelas interpretações dos sujeitos da pesquisa com base nos descritores semânticos chaves.

Ao ouvirem os estímulos, os juízes avaliaram os descritores no questionário de diferencial semântico com escala contínua de 0 a 100, que, como descrito anteriormente, utiliza-se de um deslizador para indicação do valor correspondente a seus julgamentos.

O resultado da classificação dos trechos de voz falada, de maior para menor pontuação, foi: 6, 3, 4, 2, 1 e 5. O descritor semântico que obteve a pontuação mais alta atribuída pelos juízes foi o impacto emocional. Na sequência, por ordem de maior para menor pontuação, foi a qualidade da interpretação e a agradabilidade da voz.

A Tabela 7 apresenta as médias das pontuações atribuídas pelos juízes no teste perceptivo voltado à avaliação da voz falada aos sujeitos de pesquisa.

Tabela 7 – Descritores semânticos, sujeitos da pesquisa e valores médios referentes à avaliação das performances vocais em estilo de voz falada realizada pelos juízes em relação às variáveis de análise.

Descritores	Sujeitos	Medidas
Agradabilidade da Voz	S1	69,71
Qualidade da Interpretação	S1	52,71
Impacto Emocional	S1	38,00
Agradabilidade da Voz	S2	66,00
Qualidade da Interpretação	S2	54,30
Impacto Emocional	S2	49,87
Agradabilidade da Voz	S3	73,94
Qualidade da Interpretação	S3	71,10
Impacto Emocional	S3	65,26
Agradabilidade da Voz	S4	63,65
Qualidade da Interpretação	S4	55,81
Impacto Emocional	S4	50,81
Agradabilidade da Voz	S5	47,77
Qualidade da Interpretação	S5	37,26
Impacto Emocional	S5	34,55
Agradabilidade da Voz	S6	76,00
Qualidade da Interpretação	S6	73,48
Impacto Emocional	S6	65,26

Para investigar as variáveis que influenciaram na atribuição dos valores na avaliação dos descritores relativos às performances vocais dos sujeitos da pesquisa na tarefa de voz falada, recorreremos ao método estatístico MFA, contemplando os resultados da análise perceptiva com os das análises acústica e respiratória conforme reportado, respectivamente, nos Capítulos 4 e 5 nos quais serão discutidas as diferenças entre os estilos de voz cantada e voz falada.

Os resultados indicaram que os estímulos compreendidos pelos seis trechos da terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental”, identificadas se distribuíram em cinco *clusters* com ganho inercial em quatro Dimensões (barras em negrito identificadas no *inertia gain*), como se pode verificar na Figura 23.

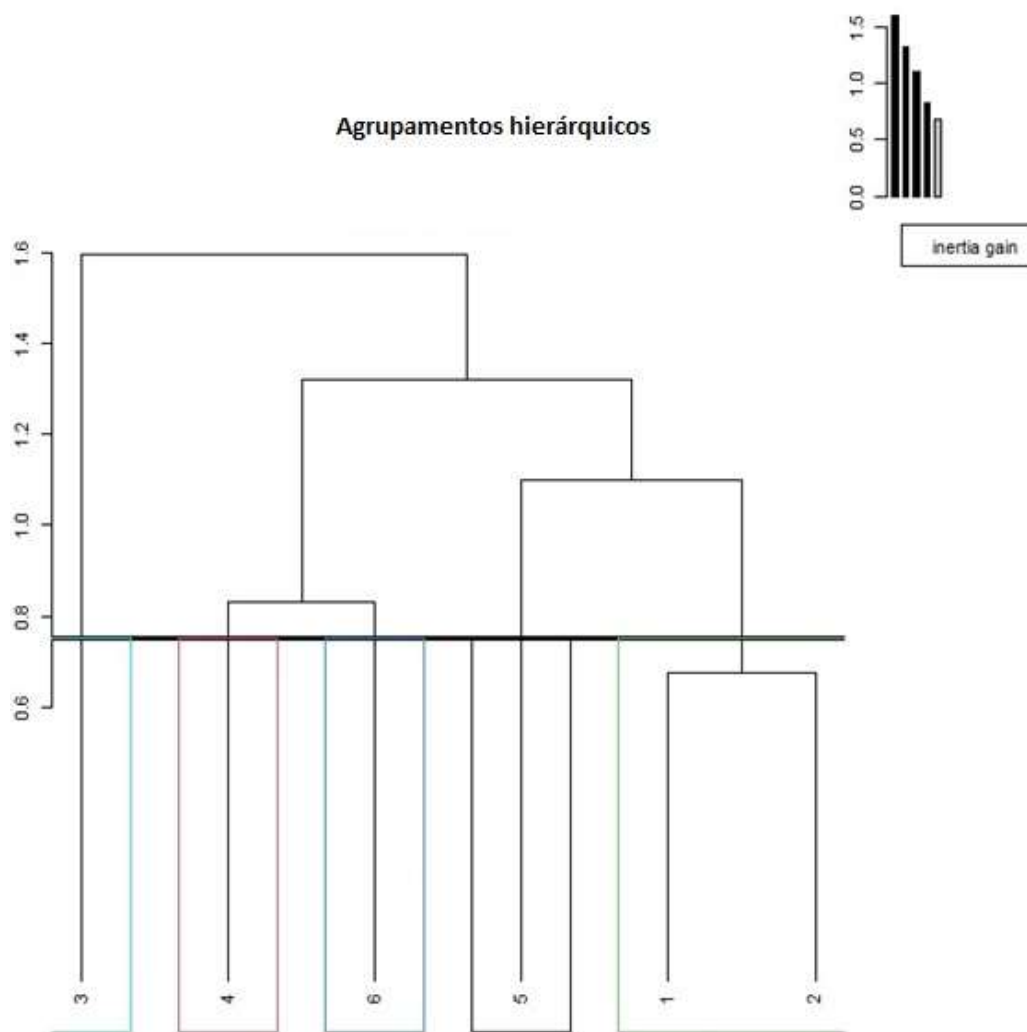


Figura 23 – *Clusters* hierárquicos da derivados da aplicação do MFA (Multiple Factor Analysis) aos resultados das análises perceptiva e acústica dos trechos de voz falada da terceira estrofe da letra da canção “Melodia Sentimental” por 3 falantes do sexo feminino e 3 do sexo masculino.

Como mencionado anteriormente, o resultado da classificação dos trechos de voz falada, de maior para menor pontuação foi: 6, 3, 4, 2, 1 e 5. Os três sujeitos da pesquisa melhor classificados (6, 3 e 4) aparecem próximos no ramo esquerdo do gráfico de *cluster* hierárquico apresentado na Figura 23. Os sujeitos da pesquisa de número 1 e 2 aparecem em *clusters* no ramo bem à direita do gráfico, sendo que o de número 5 foi o menor pontuado mais centralizado.

Em razão da configuração na distribuição das variáveis nas dimensões pertinentes aos eixos parciais, é possível assimilar a força que determinou o arranjo dos estímulos pelos sujeitos de pesquisa, como visualizado na Figura 24, na qual cada ponto constitui um estímulo, ou seja, um trecho de voz falada por cada sujeito de pesquisa numerados de 1 a 6. É possível observar que os sujeitos 5 e 1 estão

próximos no eixo superior esquerdo do mapa, os sujeitos 2 e 3 na eixo superior direito, o sujeito 4 no eixo inferior esquerdo, e o sujeito 6 no eixo inferior direito.

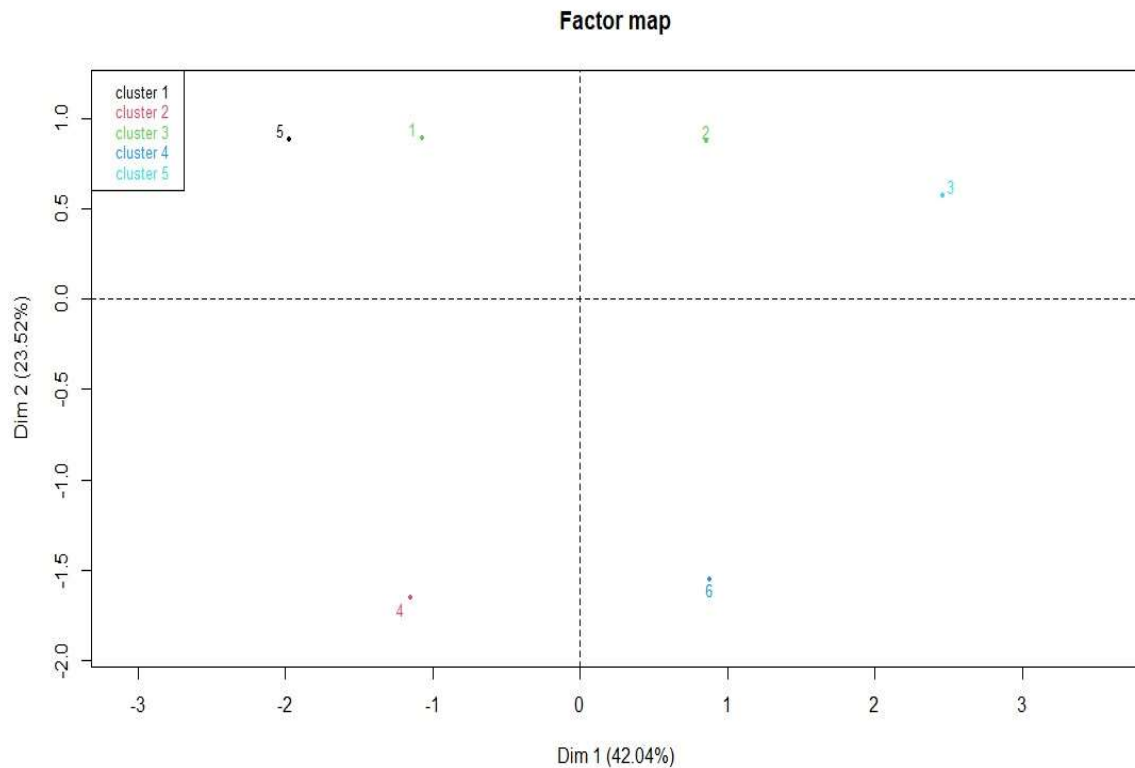


Figura 24 – Distribuição dos estímulos referentes aos trechos de voz falada dos locutores no espaço vetorial.

A composição dos *clusters* foi guiada pela distribuição das variáveis no espaço vetorial, como pode ser observado na Figura 24. No gráfico da Figura 25, a relevância dessas variáveis pode ser visualizada pela extensão das setas: quanto mais perto da borda, mais relevantes.

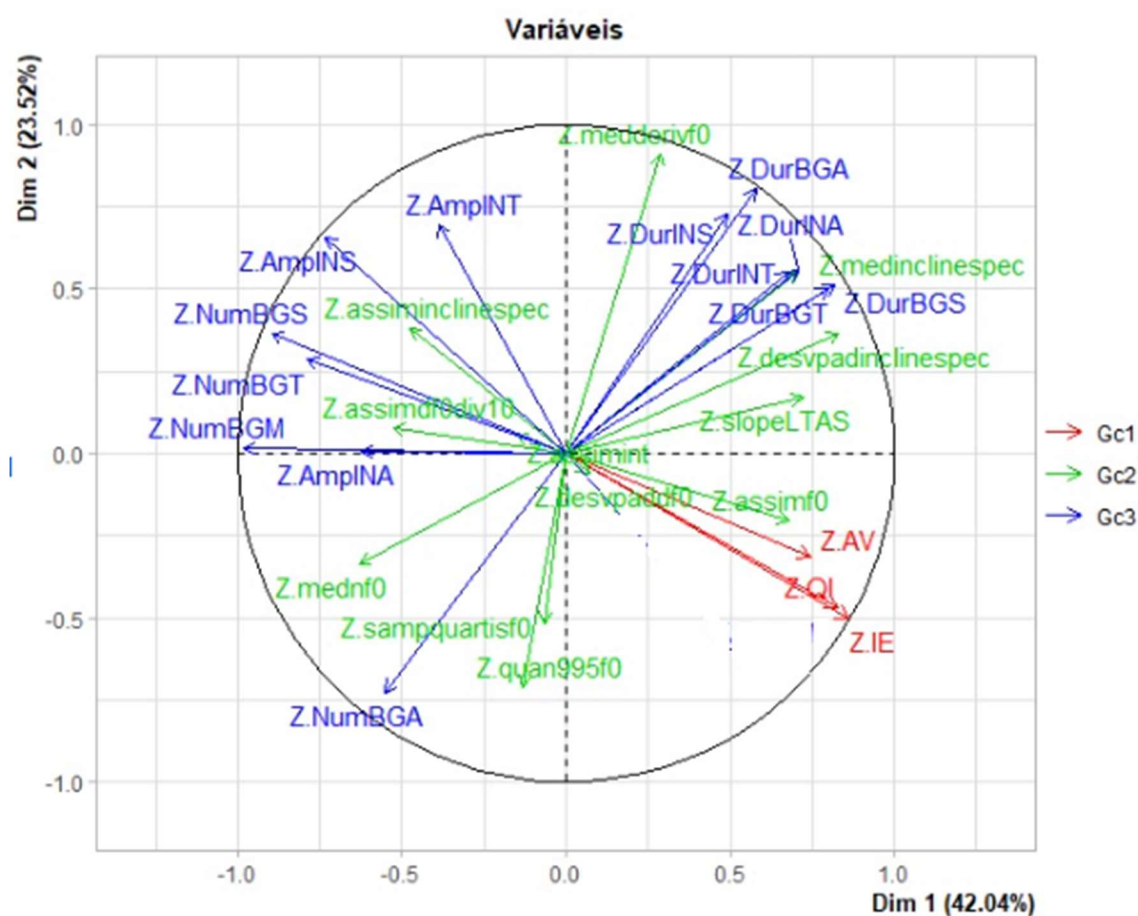


Figura 25 – Estilo de voz falada: Variáveis referentes aos descritores semânticos do teste de percepção (Gc1), variáveis acústicas (Gc2) e as variáveis respiratórias (RespTrek) (Gc3) nas dimensões 1 (DIM 1) e 2 (DIM2) do espaço vetorial.

Na Figura 25, as variáveis correspondentes aos descritores semânticos se distribuíram na parte inferior direita do gráfico, as acústicas mais relevantes estão espalhadas na parte direita do gráfico, e as respiratórias divididas na parte superior direita do gráfico e esquerda do gráfico. Entre as variáveis semânticas, as que apresentaram valores com significância estatística na Dimensão 1 foram os descritores de Impacto Emocional e Qualidade da Interpretação, seguidos proximamente da Agradabilidade da Voz; quanto às acústicas, foram desvio padrão de declínio espectral (desvpadinclinespec), que é a medida do desvio padrão de declínio espectral, e, entre as variáveis respiratórias de maior relevância, foram a soma da duração dos ciclos respiratórios (min/max) (DurBGS) e a soma do número dos grupos respiratórios (min/max) (NumBGS). Na dimensão 2, destacou-se como variável acústica a média de derivada de f0 (medderivf0).

O desvpadinclinespec, que está na dimensão 1, é o desvio padrão das medidas normalizadas de intensidade ao longo de intervalos de frequências do espectro sonoro. A medderivf0 é uma medida da derivada, que representa a taxa de variação de f0. Derivada média alta indica variações abruptas e derivada média baixa, variações suaves.

A seguir, Tabela 8 demonstra, com a especificação das dimensões envolvidas, as variáveis, coeficientes de correlação e de níveis de significância nas dimensões 1 e 2:

Tabela 8 – Estilo de voz falada: Dimensões, Variáveis, Coeficientes de Correlação e Níveis de Significância

Dimensão	Variáveis	Grau de correlação	Grau de significância (p. value)
1	Z,IE	0,859	0,0284
1	Z,desvpadinclinespec	0,8303	0,0407
1	Z,QI	0,8261	0,0427
1	Z,DurBGS	0,8175	0,0469
1	Z,NumBGS	-0,8961	0,0156
2	Z,medderivf0	0,911	0,0115

A Figura 26 aponta o ordenamento das variáveis semânticas(Gc1), das acústicas (Gc2) e das respiratórias (Gc3) nos eixos parciais das dimensões 1 e 2 do espaço vetorial. A dimensão 1 (Dim 1) explica 42,04% dos dados, ao passo que a dimensão 2 (Dim2) explica 23,52% dos dados.

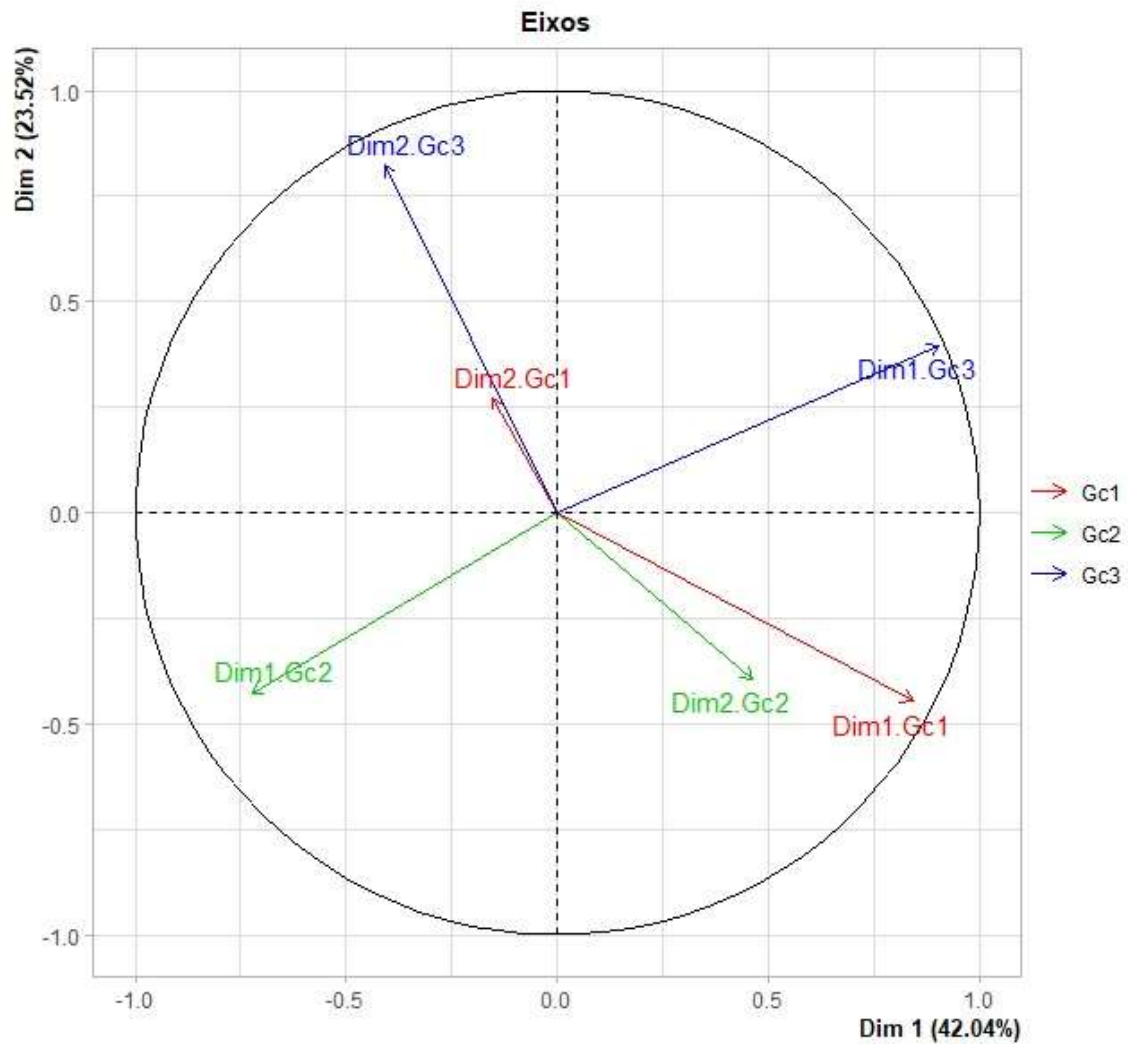


Figura 26 – Estilo de voz falada: Distribuição das variáveis semânticas(Gc1), acústicas (Gc2) e respiratórias (Gc3) nos eixos das dimensões 1 e 2 do espaço vetorial.

A contribuição dos grupos de variáveis semânticas, acústicas e respiratórias nas avaliações das performances vocais pode ser observada com base na distância da localização dos grupos de variáveis em relação à intersecção dos eixos 0:00 na Figura 27. Quanto mais distante da intersecção dos eixos 0.00, mais relevante o grupo.

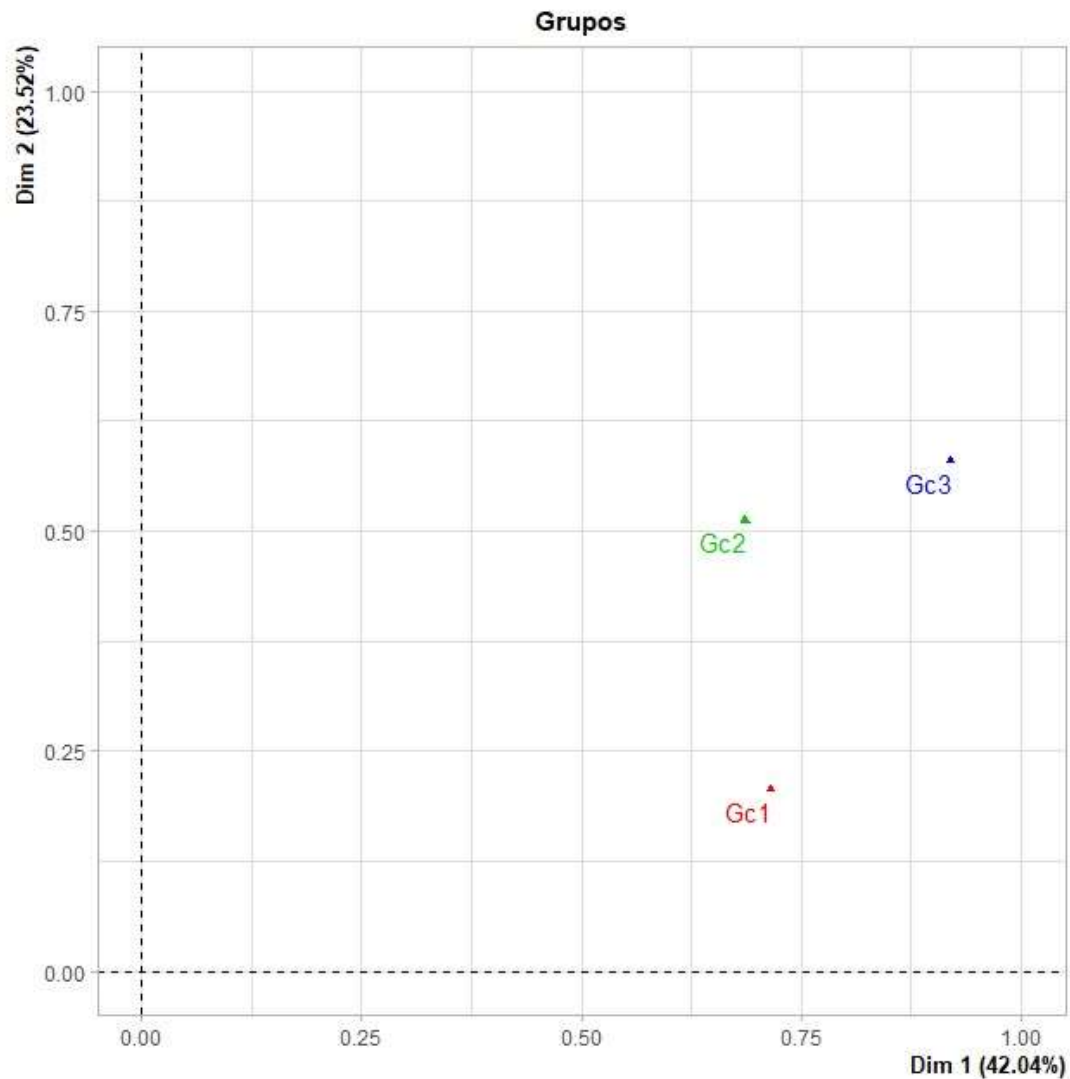


Figura 27 – Estilo de voz falada: Contribuição do grupo de variáveis para a explanação dos dados.

O grupo das variáveis respiratórias teve maior relevância (Gc3), seguido das variáveis acústicas (Gc2) e dos descritores semânticos (Gc1).

6.4 Confrontação dos estilos de voz cantada e falada em relação ao papel dos padrões respiratórios abdominais e torácicos

A análise do conjunto de variáveis acústicas, respiratórias e perceptivas nos estilos de voz cantada e falada evidenciou a relevância dos padrões respiratórios na diferenciação entre esses dois estilos.

Para investigar mais especificamente os papéis exercidos pelo abdômen e pelo tórax nos estilos de voz cantada e falada, o conjunto de variáveis foi submetido novamente à análise estatística multidimensional pelo método MFA, dessa vez,

excluindo-se as variáveis correspondentes à soma das medidas do abdômen e do tórax. As demais medidas respiratórias foram consideradas juntamente com as acústicas e as perceptivas.

Com a exclusão da variável de soma das medidas abdominais com as torácicas, evidencia-se a contribuição da participação desses dois mecanismos na construção dos estilos de voz falada e cantada. A Tabela 9 apresenta as variáveis com coeficientes de correlação mais altos e com níveis de significância.

Tabela 9 – Dimensões, Variáveis, Coeficientes de Correlação e Níveis de Significância

VOZ CANTADA			VOZ FALADA		
Dim.1			Dim.1		
	correlation	p.value		correlation	p.value
Z,QI	0,97	0,00	Z,desvpadinclinespec	0,89	0,02
Z,AV	0,94	0,01	Z,DurBGT	0,87	0,03
Z,DurINA	0,91	0,01	Z,medinclinespec	0,81	0,05
Z,IE	0,82	0,05			
Z,desvpaddf0	-0,89	0,02			
Z,sampquartisf0	-0,94	0,01			
Dim.2			Dim.2		
	correlation	p.value		correlation	p.value
Z,DurINT	0,90	0,01	Z,AmplINT	0,84	0,04
Z,NumBGT	0,88	0,02	Z,medderivf0	0,82	0,04
Z,AmplINA	-0,85	0,03			

Na Tabela 9, as variáveis respiratórias relativas à duração da inspiração do tórax (DurINA), à amplitude da inspiração (AmplINA), à duração da inspiração do tórax (DurINT) e ao número de ciclos respiratórios do tórax (NumBGT) apresentam significância apenas em relação ao estilo de voz cantada. As variáveis respiratórias relativas à duração dos ciclos respiratórios do tórax (DurINT) e à amplitude de inspiração do tórax (AmplINT) apresentam significância apenas em relação ao estilo de voz cantada. Os resultados da confrontação dos padrões respiratórios no estilo de voz cantada e falada evidenciam a importância da respiração abdominal no canto.

Quanto às variáveis acústicas significativas no estilo de voz cantada, a medida do desvio padrão da derivada de f_0 (desvpaddf0) e a da semi-amplitude entre quartis de f_0 (sampquartisf0), que se referem à variabilidade de f_0 , mostram-se em correlação inversa (valores negativos de correlação) com as demais variáveis, ou seja, quando as variáveis perceptivas “Qualidade da Interpretação” (QI), “Agradabilidade da Voz” (AV) e “Impacto Emocional” (IE), bem como as respiratórias (DurINA, AmpINA; DurINT; NumBGT) crescem, essas medidas acústicas decrescem e vice-versa. A conclusão é que o controle respiratório e a menor variabilidade de f_0 promovem avaliações perceptivas mais positivas.

Em relação à voz falada, o desvio padrão de declínio espectral (desvpadinclinespec), medida do desvio padrão de declínio espectral; a média de declínio espectral (Slope LTAS) que mede os valores da proporção de intensidade nos intervalos de 0-1 kHz/1-4kHz e a mediana de f_0 (mednf0), medida que permite avaliar o valor habitual de f_0 , mostraram-se significativas. Essas relações apontam para a influência de ajustes de qualidade e dinâmica de voz nas avaliações das performances vocais dos sujeitos de pesquisa.

6.5 Discussão dos resultados da avaliação perceptiva

No que se refere ao âmbito de análise perceptiva nos estilos de voz cantada e voz falada, os resultados indicaram diferenças nas influências nos aspectos das variáveis semânticas, sendo que, no estilo de voz cantada, o que contribuiu significativamente foram a agradabilidade da voz e a qualidade da interpretação, e no estilo de voz falada, foram impacto emocional e qualidade da interpretação.

É possível notar que as variáveis respiratórias estão relacionadas à duração da inalação do abdômen (DurINA), e a amplitude da inalação do abdômen (AmpINA) foram de maior relevância no estilo da voz cantada, conjuntamente com o número de ciclos respiratórios do tórax. No estilo da voz falada, o que predominou substancialmente com dados mais expressivos foram a soma da duração dos ciclos respiratórios (DurBGS) e a soma do número dos grupos respiratórios (NumBGS).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um experimento para contrastar dois estilos orais, voz cantada e falada, quanto aos padrões respiratórios, características acústicas e perceptivas em produções de uma mesma letra de canção por três sujeitos femininos e três masculinos, profissionais do canto lírico, todos brasileiros.

Realizadas as análises, foram retomadas as perguntas de pesquisa investigadas. A primeira questionava a influência das características respiratórias e acústicas das produções de voz cantada e falada: “Como as características dos padrões respiratórios e acústicos, que se apresentam nas atividades de canto e fala de um mesmo texto produzido por um mesmo falante, evidenciam percepções diferenciadas nos ouvintes?” Os procedimentos de análise possibilitaram contrastar o comportamento respiratório da voz cantada com o da voz falada. A voz cantada apresentou maior amplitude da fase de inspiração e durações de inspiração e ciclos respiratórios maiores do que na voz falada.

No plano da investigação acústica, no estilo de voz cantada, segundo os resultados da análise estatística mutidimensional, os fatores mais influentes foram as medidas de variação de f_0 , de mediana de f_0 e do valor máximo de f_0 . Na voz falada, foram declínio espectral de intensidade ao longo de intervalos de frequências do espectro sonoro, bem como a taxa de variação de f_0 . Esses fatores denotam as características de cantores profissionais e de locutores.

A segunda questão contemplava as correlações entre características acústicas e respiratórias e a avaliatividade da expressividade e interpretatividade dos sujeitos: “De que maneira características respiratórias e acústicas se correlacionam com avaliações da expressividade oral no canto e na fala?” Os resultados da análise perceptiva da expressividade das performances vocais demonstraram que, no estilo de voz cantada, os descritores da Qualidade da Interpretação e da Agradabilidade da Voz destacaram-se, enquanto no estilo de voz falada foram os descritores de Impacto Emocional e de Qualidade da Interpretação.

Os parâmetros respiratórios correlacionados às avaliações da expressividade oral no estilo de voz cantada são a Duração e a Amplitude da Inspiração do Abdômen, o Número de Ciclos Respiratórios do Abdômen e do Tórax, a Duração e o Número dos Ciclos Respiratórios do Tórax. Para a voz falada, foram a Duração e o Número dos Ciclos Respiratórios do Abdômen e do Tórax.

Quanto ao estilo de voz cantada, as medidas de variação de f_0 e a Duração da Inspiração se mostraram linearmente dependentes às variáveis perceptivas (Qualidade da Interpretação, Agradabilidade da Voz e Impacto Emocional), mas com sinal invertido, ou seja, inversamente dependentes, o que significa que quando a variabilidade de f_0 aumenta, a valoração das variáveis perceptivas diminui e vice-versa. Para a voz falada, o desvio padrão de declínio espectral, que é um indicador da variação da intensidade ao longo de intervalos de frequências do espectro sonoro, mostrou-se linearmente dependente, mas com sinal invertido às variáveis perceptivas de Impacto Emocional e de Qualidade da Interpretação e do Número e Duração dos Ciclos Respiratórios, o que o significa que são inversamente dependentes, ou seja, quanto maior o Desvio Padrão do Declínio Espectral, pior a avaliação da performance vocal na fala e vice-versa.

Esse estudo apresenta evidências empíricas da atuação dos mecanismos abdominais e torácicos nos estilos de voz cantada e falada, e seus resultados apontam para o impacto que podem ter as estratégias adotadas por profissionais da voz ao interpretarem nos estilos de voz cantada e falada.

A análise experimental dos padrões respiratórios por meio de técnica plestimográfica apontou a relevância da contribuição da respiração abdominal para o canto, o que evidencia isso como a contribuição mais importante dessa pesquisa, uma vez que esse resultado reforça a importância da respiração abdominal no treinamento de cantores.

Como pesquisas futuras e potencialmente promissoras sobre os estilos de voz falada e cantada, vislumbra-se incorporar a análise de padrões faciais em razão do papel que eles desempenham na expressividade oral. Dessa maneira, é possível investigar o fator de influência discriminatória dos padrões respiratórios, acústicos e faciais na avaliatividade das performances em voz cantada e contrastados os dois estilos quanto ao compartilhamento e distintividade de traços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C.; MUNRO, R. R. The relationship between internal intercostal muscle activity and pause placement in the connected utterance of native and non-native speakers of English. *Phonetica*, 28, 227-250, 1973.

AUTESSE, D.; NISHINUMA, Y.; GUAÏTELLA, I. Breathing, pausing and speaking in dialogue. *First Conference on Speech Communication and Technology* (Eurospeech '89, Paris), 1989, p. 2433-2436.

BARBOSA, P. A. R.H. Stetson, Motor Phonetics: A study of speech movements in action, 2nd ed., Amsterdam, North Holland Publishing Co., 1951. *Phonetica*, 74, 255-258, 2017.

BARBOSA, P. A. Detecting changes in speech expressiveness in participants of a radio program. *Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Speech Communication Association* (Interspeech 2009). Brighton, 2009, p. 2155-2158.

BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S. *Manual de fonética acústica experimental: aplicações a dados do português*. São Paulo: Cortez, 2015. 591 pp. ISBN 978-85-249-2421-7.

BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S. The Interplay between Speech and Breathing across three Brazilian Portuguese Speaking Styles. *Proceedings of the 9th International Conference on Speech Prosody*, Poznan, 1, 369-373, 2018.

BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S.; FONTES, M. A. S.; MENEGON, P. Speech Breathing and Expressivity: An Experimental Study in Reading and Singing Styles. In: QUARESMA, P.; VIEIRA, R.; ALUÍSIO, S.; MONIZ, H.; BATISTA, F.; GONÇALVES, T. (eds). (Org.). *Lecture Notes in Computer Science*. 1ed. Springer International Publishing, 2020, v. 12037, p. 393-398.

BARBOSA, P. A. Pleasantness and Wellbeing in Poem Declamation in European and Brazilian Portuguese Depends Mostly on Pausing and Voice Quality. *Frontiers in Communication* 7: 855177, 2022.

BLOOTHOOFF, G.; PABON, P. *Vocal register revisited*. Utrecht Institute of Linguistics, The Netherlands, 1999.

BOERSMA, P.; WEENINK, D. *Praat: doing phonetics by computer*. 2016. Retrieved from: <http://www.praat.org/>.

BOLINGER, D. *Intonation and its Parts: Melody in Spoken English*. London: Edward Arnold, 1986.

CANHETI & CAMARGO. Efeitos das Metáforas no Ensino do Canto: Dados de Imagem do Trato Vocal. *Sonoridades – Sonorities*. S. Madureira. (org.). São Paulo: Edição da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1, 44-61, 2016.

CELLETTI, R. *A history of bel canto*. Clarendon Press, Oxford, UK, 1991.

CELLETTI, R. *Voce di Tenore da Rinascimento a oggi, storia e tecnica, ruoli e protagonisti di um mito della lirica*. Milão: Ed. Idea Libri, 1989.

DUEY, PHILIP. *Bel Canto in its Golden Age: A Study of its Teaching Concepts*. New York: King's Crown Press, 1951.

EDWARDS, M. *So You Want to Sing Rock 'n' Roll: A Guide for Professionals*. Rowman & Littlefield Publishers, 2014.

ELME, M. M. *As Técnicas Vocais no canto popular Brasileiro: Processos de Aprendizagem Informal e Formalização do Ensino*. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. Ed. UNICAMP, 2015.

FANT, G. *Acoustic theory of speech production*. Paris: Mouton, 1970.

FUCHS, S.; HOOLE, P.; VORNWALD, D.; GWINNER, A.; VELKOV, H.; KRIVOKAPIC, J. The control of speech breathing in relation to the upcoming sentence. *Proceedings of the 8th International Seminar on Speech Production*, 77-80, 2008.

FUCHS, S.; PETRONE, C.; KRIVOKAPIC, J.; HOOLE, P. Acoustic and respiratory evidence for utterance planning in German. *Journal of Phonetics* 41, 29-47, 2013.

GRANGER, G. G. *Filosofia do Estilo*. Tradução de Scarlett Marton, Coleção Estudos. São Paulo: Perspectiva, 29, 1974.

GRICE, M.; BAUMANN, S. "An Introduction to Intonation – Functions and Models," in *Non-native Prosody: Phonetic Description and Teaching Practice*. TROUVAIN, J.; ULRIKE, G. (eds). Mouton de Gruyter, 2007, p. 25-52.

GUAÏTELLA, I. Experimental study in spontaneous conversation. *Folia Phoniatica Logopaedica*, 45, 273-279, 1993. doi10.1159/ 000266275.

GROSJEAN, F. F.; COLLINS, M. Breathing, pausing and reading. *Phonetica*, 36, 2, 98-114, 1979.

HEFFNER; Roe-Merrill. *Secrist, General Phonetics*, Vol. 10, Edition 2, illustrated. Publisher: University of Wisconsin Press, 1960.

HENDERSON, A. A.; GOLDMAN-EISLER, F.; SKARBEEK, A. Temporal patterns of cognitive activity and breath control in speech. *Language and Speech*, 8, 4, 236-242, 1965.

HEWLETT, N.; MACKENZIE BECK, J. *An introduction to the Science of Phonetics*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. Pp. ix + 351. ISBN: 0-8058-3868-6. Cambridge University Press

- HIRANO, M. Clinical examination of voice. New York: Springer-Verlag, 1981, p. 81-84.
- HORII, Y.; COOKE, P. Some airflow, volume, and duration characteristics of oral reading. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21:470-481, 1978.
- HOSHIKO, M. S. Sequence of action of breathing muscles during speech. *Journal of Speech Hearing Research*, Sep., 3291-7, 1960.
- HUSSON, F.; LÊ, S.; PAGÈS, J. Analyse de Données avec R Livre (224 pages) Édition: Presses Universitaires de Rennes – Collection Pratique de la statistique. 2009.
- HUSSON, F.; JOSSE, J.; LÊ, S.; MAZET, J. FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R (version 1.25) [R package]. 2013.
- KARP, N. A. "R Commander an Introduction.". 2010. URL <https://CRAN.R-project.org/doc/contrib/Karp-Rcommander-intro.pdf>.
- KNÖSCHE, T. R.; NEUHAUS, C.; HAUEISEN, J.; ALTER, K.; MAESS, B.; WITTE, O.W.; FRIEDERICI, A.D. Perception of phrase structure in music. *Hum. Brain Mapp.*, 24: 259-273, 2005.
- LAVER, J. *Principles of phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- LINDBLOM, B. Explaining phonetic variation: a sketch of the H&H theory. *Speech Production and Speech Modelling*. W. J. Hardcastle and A. Marchal (eds). Dordrecht: Springer Netherlands, 1990, p. 403-439. doi: 10.1007/978-94-009-2037-8-16.
- LINDBLOM, B.; SUNDBERG, J. *The human voice in speech and singing*. Berlin: Springer Verlag, 2005.
- LOMBA, J. A.; MADUREIRA, S.; FONTES, M. A. S. As Palavras Cantada, Falada e Declamada: um estudo sobre a relação entre canto, fala e declamação e seus efeitos impressivos. *Sonoridades – Sonorities*. S. Madureira (org.). São Paulo: Edição da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1, 18-35, 2016.
- MADUREIRA, S. Brazilian Portuguese rhotics in poem reciting: perceptual, acoustic and meaning-related issues. M. Gibson and Juana Gil. (orgs.). *Romance Phonetics and Phonology*. 1ed.Oxford: Oxford University Press, 1, 76-96, 2018.
- MADUREIRA, S.; BARBOSA, P. A.; FONTES, M. A. S.; MENEGON, P. S. Comparação entre características respiratórias e fonético-acústicas em fala e canto: um estudo de caso. In: Lurdes de Castro Moutinho; Rosa Lúcia Coimbra; Elisa Fernández Rei; Xulio Sousa; Alberto Gómez Bautista (Org.). *Estudos em variação linguística nas línguas românicas*. 1ed. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2019, v. 1, p. 1-415.

MARCHAL, A. *From Speech Physiology to Linguistic Phonetics*. New Jersey: John Wiley and Sons, 2010.

MEDLYN, M. *Embodying Voice: singing Verdi, singing Wagner*. Victoria University of Wellington, 2016.

MENEGON, P.; MADUREIRA, S. Metáforas no Ensino de Canto e seus Efeitos na Qualidade Vocal: um Estudo Acústico-Perceptivo. *Sonoridades – Sonorities*. S. Madureira (org). São Paulo: Edição da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1, 62-89, 2016.

PROCTOR, D. F. Breathing Mechanics in Phonation and Singing. In: *Ventilatory and Phonatory Control Systems* (Wyke, B., ed.), Chap. 4. London: Oxford University, 1974.

PROCTOR, D. F. Breathing Mechanics in Phonation and Singing. In: *Ventilatory and Phonatory Control Systems*. Springer Verlag Wien, 1980.

RIEMANN, H. *Vademecum der Phrasierung*. Leipzig: Max-Hesse-Verlag, 1900.

ROCHET-CAPELLAN, A.; FUCHS, S. Take a breath and take the turn: how breathing meets turns in spontaneous dialogue. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 369(1658), 20130399, 2014.

ROCHET-CAPELLAN, A.; FUCHS, S. Changes in breathing while listening to read speech: the effect of reader and speech mode. *Frontiers in psychology*, 4. 2013.

SAPIENZA et al. Expiratory Muscle Training Increases Pressure Support in High School Band Students. *Journal of Voice*, Volume 16, Issue 4. 2002.

SALOMONI et al. *Breathing and Singing: Objective Characterization of Breathing Patterns in Classical Singers*. Northwestern University, USA, 2016.

SALOMÃO, G. L. *Registros vocais no canto: aspectos perceptivos, acústicos, aerodinâmicos e fisiológicos da voz modal e da voz de falsete*. 2008. 196 f. Tese (Doutorado em Lingüística) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

SALOMÃO, G. L. Expressão Vocal de Emoções: Metáfora Sonora, Fala e Canto. *Sonoridades – Sonorities*. S. Madureira. (org.). São Paulo: Edição da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1, 31-43, 2016.

STETSON, R. *Motor Phonetics: A Study of Speech Movements in Action*. Amsterdam: North Holland Publishing Company, 1951.

STOFFER, T.H. Representation of phrase structure in the perception of music. *Music Percept* 3: 191–220, 1985.

SUNDBERG, J. Breathing behavior during singing. Dept. for Speech, Music and Hearing Quarterly Progress and Status Report. *journal: STL-QPSR*, volume: 33 - number: 1. 1992. pages: 049-064. Kth Computer Science and Communication, Stockholm.

SUNDBERG, J. *Breathing Behavior During Singing*. National Association of Teachers of Singing. 1993. <https://www.nats.org> › JOS-049-3-1993-004.

SUNDBERG, J.; ANDERSSON, M.; HULTQVIST, C. Effects of subglotal pressure variation on professional baritone singers' voice sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*, Mar;105(3):1965-71, 1999.

SUNDBERG, J. Level and center frequency of the singer's formant. *J Voice*. 2001 Jun;15(2):176-86. doi: 10.1016/S0892-1997(01)00019-4. PMID: 11411472.

SUNDBERG, J.; THALÉN, M. Respiratory and acoustical differences between belt and neutral style of singing. *Journal of Voice*, 29(4), 418–425, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.09.018>.

TESTON, B.; AUTESSERRE, D. L' aérodynamique du souffle phonatoire utilisé dans la lecture d'un texte en français. *International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*. Estonia, University of Tallin, 1987, p. 33-36.

THORPE, C. W.; CALA, S. J.; CHAPMAN, J.; DAVIS, P. J. Patterns of breath support in projection of the singing voice. *Journal of Voice*. Elsevier 15(1):86-104, 2001.

TITZE, I. R. Physiologic and acoustic differences between male and female voices. *Journal of The Acoustical Society of America*, 85 (4), 1699-1707, 1989.

VIEIRA, M. N. Uma introdução à acústica da voz cantada. In: I Seminário Música, Ciência e Tecnologia. 2004, São Paulo. AcMUS I Seminário Música, Ciência e Tecnologia, 2004. v.1 p. 70-79.

VIOLA, I. C.; MADUREIRA, S. The roles of pause in speech expression. *Proc. Speech Prosody*, Campinas (Brazil). 2008, p. 721–724.

WATSON, H. The technology of respiratory inductive plethysmography. *Proceedings of the Second International Symposium on Ambulatory Monitoring (ISAM 1979)*, Stott F. D., Raftery E. B., Goulding L. (editors), Massachusetts: Academic Press, 1980, p. 537-563.

WATSON, P.J.; HIXON, T.J. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 1985 – ASHA.

WATSON, P.J.; HOIT, J.D.; LANSING, R.W.; HIXON, T.J. Abdominal muscle activity during classical singing. *Journal of Voice*. Elsevier, 1989; 3(1): 24-31.

WHALEN, D. H.; KINSELLA-SHAW, J. M. Exploring the relationship of inspiration duration to utterance duration. *Phonetica*, 54, 138-152 1997.

WINKWORTH, A.L.; DAVIS, P.J.; ELLIS, E.; ADAMS, R.D. Variability and consistency in speech breathing during reading: lung volumes, speech intensity, and linguistic factors. *Journal of speech and hearing research*, 37 3, 535-56, 1994.

WŁODARCZAK, M.; HELDNER, M. Respiratory constraints in verbal and non-verbal communication. *Frontiers in Psychology*, 8, 708, [Online]. 2017. Retrieved from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2017.00708>.

WŁODARCZAK, M.; HELDNER, M. Respiratory properties of backchannels in spontaneous multiparty conversation. *Proceedings of the 18 International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 2015)* (Glasgow). 2015. Retrieved from: <https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2015/Papers/ICPHS0281.pdf>

ANEXO I – Termo de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do(a) Participante: _____

Data: ____/____/____

Endereço: _____ Cidade: _____

Estado: _____ CEP: _____ Telefone: (____) _____

RG: _____ CPF: _____

Nome do Pesquisador Principal: Mario Augusto de Souza Fontes

Instituição: Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – LIAAC-PUCSP

Título do estudo: *Aspectos comunicativos da gestualidade vocal e corporal*

Propósito do estudo: Procedimentos: Avaliação perceptiva de emoções

1. *Riscos e desconfortos*: Nenhum.
2. *Benefícios*: Minha participação é voluntária e não trará qualquer benefício direto, mas proporcionará um melhor conhecimento sobre as variações de produção de sons no Português Brasileiro, como também para futuros estudos na área das Ciências da Fala.
3. *Direitos do participante*: Eu posso me retirar deste estudo a qualquer momento, sem sofrer nenhum prejuízo, e tenho direito de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas.
4. *Compensação financeira*: Não existirão despesas ou compensações financeiras relacionadas à minha participação no estudo.
5. *Incorporação ao banco de dados do LIAAC*: Os dados obtidos com minha participação, na forma de gravações em áudio e vídeo, serão incorporados ao banco de dados do LIAAC, cujos responsáveis zelarão pelo uso e aplicabilidade das amostras exclusivamente para fins científicos, apenas consentindo o seu uso futuro em projetos que atestem pelo cumprimento dos preceitos éticos em pesquisas envolvendo seres humanos. Algumas amostras poderão ser usadas em publicação referente ao modelo, sem que haja identificação do falante e sem que seus direitos sejam atingidos.

6. *Em caso de dúvida quanto ao item 8, posso entrar em contato com os responsáveis pelo banco de dados do LIAAC (Profa. Dra. Sandra Madureira, Profa. Dra. Zuleica Camargo e Prof. Mario Fontes) no telefone: (11) 3670-8333.*
7. *Confidencialidade:* Compreendo que os resultados deste estudo poderão ser publicados em jornais profissionais ou apresentados em congressos profissionais, sem que minha identidade seja revelada.
8. *Se tiver dúvidas quanto à pesquisa descrita, posso telefonar para o pesquisador Mario Augusto de Souza Fontes no número (11) 99182-4515 a qualquer momento.*

Eu compreendo meus direitos como um sujeito de pesquisa e voluntariamente consinto em participar deste estudo e em ceder meus dados para o banco de dados do LIAAC. Compreendo sobre o que, como e porque este estudo está sendo feito. Receberei uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Assinatura do sujeito participante

Data _____

Assinatura do pesquisador

ANEXO II – Amostragem da Plataforma *online* de Questionários de Pesquisa SurveyMonkey

The screenshot shows a web browser window with the SurveyMonkey URL: `pt.surveymonkey.com/r/DYN3WFH?survey_format=CLASSIC`. The survey title is "Cópia de Teste de performance de voz falada". The first question is "1. Voz Falada". The form contains the following fields and options:

- * Nome:
- * Email:
- * Idade:
- * Sexo:
 - ☐ Feminino
 - ☒ Masculino
- * Escolaridade:
 - ☐ Médio
 - ☒ Superior
 - ☐ Pós-graduado
- * Você possui alguma dificuldade auditiva?:
 - ☐ Sim
 - ☒ Não

At the bottom of the form is a green button labeled "PRÓXIMO".

At the bottom of the browser window, there is a Windows taskbar with the search bar "Digite aqui para pesquisar", taskbar icons, and a system tray showing "20°C", "POR PTB2", and the date "23/01/2023". A Windows activation watermark is visible on the right side of the screen.

Cópia de Teste de performance de voz falada

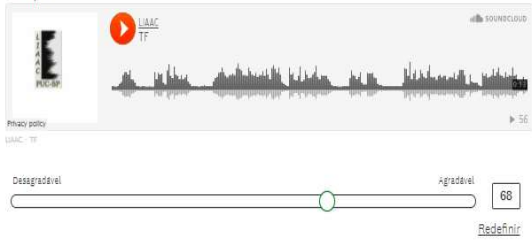
2. Instrução preliminar

Solicitamos utilizar, preferencialmente, fone de ouvido para escutar os áudios do teste.

Fornecemos a seguir um exemplo de amostra de áudio para que você possa verificar e ajustar o volume do som do seu computador antes de iniciar o teste.

Abaixo está o deslizador interativo que você utilizará nas páginas seguintes para avaliar os áudios. Para escolher o ponto da escala que corresponde à sua impressão sobre os áudios, você pode clicar com o botão esquerdo do mouse no ponto da escala que desejar e o deslizador automaticamente se deslocará até lá, ou você pode clicar com o botão esquerdo no deslizador e arrastá-lo até a posição que escolher. Faça um teste.

Exemplo



Desagradável Agradável 68

Redefinir

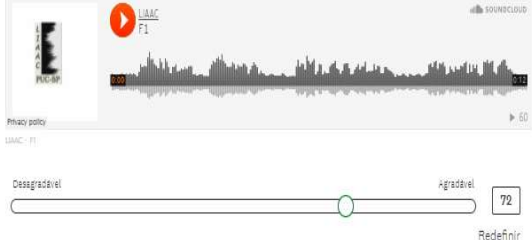
ANTER. PRÓX.

Desenvolvido pela
SurveyMonkey
veja como é fácil criar um questionário

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

Cópia de Teste de performance de voz falada

Agradabilidade da voz



Desagradável Agradável 72

Redefinir

* Qualidade da interpretação vocal

Baixa Excelente 78

Redefinir

* Impacto emocional da voz

Pouco Muito 80

Redefinir

ANTER. PRÓX.

Desenvolvido pela

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

Cópia de Teste de performance de voz falada

LAAC F2

Agradabilidade da voz

Desagradável Agradável 71

Qualidade da interpretação vocal

Fraca Excelente 70

* Impacto emocional da voz

Pouco Muito 72

ANTER. PRÓX.

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

Cópia de Teste de performance de voz falada

LAAC F3

Agradabilidade da voz

Desagradável Agradável 88

* Qualidade da interpretação vocal

Fraca Excelente 62

* Impacto emocional da voz

Pouco Muito 73

ANTER. PRÓX.

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

Cópia de Teste de performance x +

pt.surveymonkey.com/r/DYN3WFH?survey_format=CLASSIC

Cópia de Teste de performance de voz falada

Private policy

LAAC - F4

Agradabilidade da voz

Desagradável Agradável 67

Redefinir

* Qualidade da interpretação vocal

Fraca Excelente 79

Redefinir

* Impacto emocional da voz

Pouco Muito 80

Redefinir

ANTER. PRÓX.

Desempenhado pela

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

20°C 03:08
PTB2 23/01/2023

Cópia de Teste de performance x +

pt.surveymonkey.com/r/DYN3WFH?survey_format=CLASSIC

Cópia de Teste de performance de voz falada

Private policy

LAAC - F5

Agradabilidade da voz

Desagradável Agradável 61

Redefinir

* Qualidade da interpretação vocal

Fraca Excelente 68

Redefinir

* Impacto emocional da voz

Pouco Muito 95

Redefinir

ANTER. PRÓX.

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

20°C 03:09
PTB2 23/01/2023

Cópia de Teste de performance de voz falada

pt.surveymonkey.com/r/DYN3WFH?survey_format=CLASSIC

Privacy policy

Agradabilidade da voz

Desagradável Agradável 89

Redefinir

* Qualidade da interpretação vocal

Péssima Excelente 82

Redefinir

* Impacto emocional da voz

Pouco Muito 94

Redefinir

ANTER. PRÓX.

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.

Cópia de Teste de performance de voz falada

pt.surveymonkey.com/r/DYN3WFH?survey_format=CLASSIC

Depois de enviar suas respostas você não poderá alterá-las.
Se quiser revisar suas repostas, clique em ANTERIOR.
Se concluiu o teste, clique em CONCLUÍDO.
Nossos agradecimentos pela participação!

ANTER. CONCLUÍDO

Desenvolvido pela
SurveyMonkey
Veja como é fácil criar um questionário

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar o Windows.