

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Música da Escola de Música da
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Cristina de Souza Gusmão

O FORMANTE DO CANTOR E OS AJUSTES LARÍNGEOS E
SUPRALARÍNGEOS EM CANTORES BARÍTONOS: Uma
Investigação Acústica e Fibronasolaringoscópica

Belo Horizonte
2014

Cristina de Souza Gusmão

**O FORMANTE DO CANTOR E OS AJUSTES LARÍNGEOS E
SUPRALARÍNGEOS EM CANTORES BARÍTONOS: Uma
Investigação Acústica e Fibronasolaringoscópica**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Música, da Escola de Música da
Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Música.

Linha de Pesquisa: Sonologia

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Mônica Pedrosa
de Pádua.

**Belo Horizonte
2014**

G982f

Gusmão, Cristina de Souza

O formante do cantor e os ajustes laringeos e supralaringeos em cantores barítonos: uma investigação acústica e fibronasolaringoscópica / Cristina de Souza Gusmão. –2014.

97 fls., enc. ; il.

Dissertação (mestrado) –Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Música

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Pedrosa de Pádua

1. Canto –Aspectos fisiológicos. 2. Voz. 3. Barítonos (Cantores). I. Título. II. Pádua, Mônica Pedrosa de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Música

CDD: 784.932



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Música
Programa de Pós-Graduação em Música

Dissertação defendida pela aluna CRISTINA DE SOUZA GUSMÃO, em 08 de agosto de 2014, e aprovada pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dra. Mônica Pedrosa de Pádua
Universidade Federal de Minas Gerais
(orientadora)

Prof. Dr. Maurílio Nunes Vieira
Universidade Federal de Minas Gerais
(Escola de Engenharia)

Prof. Dra. Luciana Monteiro de Castro Silva Dutra
Universidade Federal de Minas Gerais

DEDICATÓRIA

*À família, linda e abençoada, que Deus me proporcionou
Antônia, Pedro e Léo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiro, ao meu Deus, ao meu Senhor e Salvador, por toda a honra e toda a glória concedida. Bendito seja, o nosso Senhor Jesus Cristo.

A minha linda e abençoada família, amores da minha vida, Antônia, Pedro e Léo, que tiveram que suportar os momentos de ausência.

Aos meus pais, Terezinha e Clarel que sempre estiveram ao meu lado, torcendo pela minha vitória.

Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhados que sempre torceram por mim.

A minha orientadora, Mônica Pedrosa, pela paciência, pelo aprendizado, pela orientação. Obrigada por tudo.

A todos os cantores barítonos que participaram deste trabalho. Eternamente grata, pois sem vocês esse trabalho não existiria.

Ao Adriano Lopes, pela execução harmônica no piano, e ao Fernando, pela gravação do áudio, realizado na Escola de Música, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Agradeço, imensamente, pela gentileza e disponibilidade.

À Otorrinolaringologista Mariana Maia, pela realização de todos os exames de fibronasolaringoscopia.

À clínica de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia Amélio Maria, por ter me concedido o espaço e os aparelhos para a realização dos exames da presente pesquisa. Ao Dr. Amélio Maia, à Maria Emilia Maia e às funcionárias Tatiane e Edméia, o meu muito obrigada.

À professora Daniela Theodoro, pelo aprendizado e pelas correções.

À Rita, pelo aprendizado.

A todos meus amigos.

Ao Raimundo, amigo querido, sempre presente nos momentos de aperto.

Ao Michel, amigo de todas as horas.

Ao Diego.

Ao Alan e à Geralda, da secretaria da Pós-Graduação, da Escola de Música da UFMG, gentis companheiros, sempre dispostos a ajudar.

À Raquel, funcionária da biblioteca da Escola de Música da UFMG e à Mariza, bibliotecária da Escola de Medicina da UFMG, vocês foram meus anjos!

RESUMO

Objetivo: Identificar os ajustes laríngeos e supralaríngeos durante o aparecimento do Formante do Cantor em cantores barítonos numa emissão de voz cantada. **Metodologia:** Doze barítonos foram avaliados por meio de avaliação acústica e de imagem pelo exame de Fibronasolaringoscopia. Durante a avaliação, todos os cantores gravaram um trecho da ária *Non Piu Andrai* da ópera *As bodas de Fígaro* do compositor W. A. Mozart. A gravação foi feita por meio de um programa de áudio (Wave Surver) e analisada por meio do programa de análise acústica (Praat). A análise foi realizada para verificar a presença ou ausência do Formante do Cantor no trecho avaliado. Durante a gravação do áudio, os cantores foram submetidos ao exame de imagem (Fibronasolaringoscopia) a fim de que fossem obtidas informações referentes aos ajustes laríngeos e supralaríngeos ocorridos no momento do aparecimento do Formante do Cantor. **Resultados:** Todos os doze (12) cantores avaliados apresentaram o abaixamento de laringe como o principal ajuste. Nove (9) cantores apresentaram o alargamento de faringe como um dos recursos para o Formante do Cantor e sete (7) barítonos apresentaram a constrição ariepiglotica durante a emissão de voz cantada. Alguns ajustes não citados na literatura como ideais para o Formante do Cantor também foram encontrados nesta pesquisa. Quatro cantores apresentaram posteriorização da língua durante o canto. Um deles apresentou, mesmo com a posteriorização de língua, uma frequência dentro da média encontrada nesta pesquisa (3579 Hz). Dois (2) tiveram associada à posteriorização da língua uma constrição da parede da faringe e foram os que tiveram as menores frequências encontradas (3252 Hz e 3323 Hz). Chamou-nos atenção nesta pesquisa o resultado da avaliação de um barítono cuja posteriorização de língua dificultou tanto a mobilidade quanto a visualização da laringe durante o trecho avaliado. Esse barítono foi quem teve a maior frequência e a maior intensidade encontradas nesta pesquisa (3944 Hz), com diferença de 400 Hz da média de frequência das emissões dos barítonos avaliados. Um fato que chama atenção e merece um estudo especial é que esse foi o único barítono afrodescendente participante desta pesquisa. **Conclusões:** Todos os barítonos avaliados apresentaram o abaixamento de laringe como o principal recurso para o Formante do Cantor e nove (9) deles apresentaram o alargamento de faringe como um dos recursos para favorecer o Formante do Cantor. Alguns ajustes não relatados na literatura como ideais foram encontrados, como, por exemplo, a constrição da faringe e a posteriorização da base da língua durante o canto. Acreditamos que alguns desses ajustes possam estar associados a questões técnicas do canto e/ou a alterações estruturais do aparelho fonador.

Palavras-chave: Voz, Formante do cantor, Ajustes laríngeos, canto.

ABSTRACT

Objective: Identification of the laryngeal and supralaryngeal adjustments of singer's formant in baritones during utterance of singing voice. **Methods:** Twelve baritones were evaluated through acoustic assessment and imaging in the fibronasalarinoscopy exam. During the assessment all singers recorded an excerpt of Aria *Non Piu Andrai* (The Marriage of Figaro) by the composer W. A. Mozart. The recording was made through a wavesurfer audio software and analysed by an acoustic analysis program (Praat) This analyses was accomplished in order to verify the presence or absence of the singer's formant in the excerpt analysed. At the same time, the singers were submitted to the fibronasalarinoscopy imaging exam in order to obtain the information related to the laryngeal and supralaryngeal adjustments present in the singer's formant.

Results: All twelve (12) singers evaluated showed laryngeal lowering as the main adjustment. Nine (9) singers presented laryngeal widening as one of the capabilities to realize the singer's formant, and seven (7) baritones presented aryepiglottic constriction during utterance of singing voice. Some adjustments not mentioned in literature as ideals for the singer's formant were also found in this study. Four singers presented tongue posteriorisation during singing voice; one singer presented, even with tongue posteriorization, a frequency within the average found in this study (3579 Hz). Two (2) singers had associated with tongue posteriorization, a pharyngeal wall constriction, and were the ones who presented the lowest frequencies found (3252 Hz and 3323 Hz). However, one factor that drew in this study was the baritone, whose tongue posteriorization hindered both the mobility and the laryngeal visualization during the evaluated excerpt. This baritone had the highest frequency and the highest intensity found in this study (3944 Hz), with a difference of 400 Hz among the other baritones evaluated. One point worth highlighting and which deserves special attention is that this baritone was the only one afro-brazilian taking part in this research.

Conclusions: All the baritones evaluated presented laryngeal lowering as the main capabilities for the singer's formant. And nine (9) of them presented the pharyngeal widening as one of the forms to benefit the singer's formant. Some adjustments not reported in literature as ideals were found. One example is the pharyngeal constriction and the tongue base posteriorization during singing. We believe that some of these adjustments may be associated with technical properties of singing and/or structural alterations of the vocal tract.

Key words: voice; singer's formant; laryngeal adjustments; singing.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – Órgão da Laringe em posição frontal e lateral.....21
- FIGURA 2** - Fases do ciclo glótico da vibração das pregas vocais.....22
- FIGURA 3** - Representação de um sinal de fluxo produzida pela ação de fechamento e abertura das pregas vocais.....23
- FIGURA 4** - Cartilagens da laringe. A) cartilagem tireóidea e b) cartilagem cricoidea.....25
- FIGURA 5** - Imagem das cartilagens tireóidea e cricoidea na laringe, além das membranas tireo-hioidea e cricotireoidea.....25
- FIGURA 6** - Articulação das cartilagens aritenoideas com a cartilagem cricoidea.....27
- FIGURA 7** - Ilustração do Músculo Tireoaritenoideo externo e interno (TA externo e TA interno (músculo vocal).....28
- FIGURA 8** - A) Demonstração da cartilagem cricoidea e o músculo cricotireoideo (CT). B) Imagem do estiramento das pregas vocais com o músculo cricotireoideo relaxado e contraído.....29
- FIGURA 9** - Imagem da larínge com suas respectivas cartilagens tireóidea, aritenóidea, cricóidea e a junção cricotireóidea. TA (músculo Tireoaritenoideo) e CT (músculo Cricotireoideo).....30
- FIGURA 10** - Representação esquemática da cartilagens tireoidea em rotação deslizando sobre o ligamento cricotireóideo.....31

FIGURA 11 -Modelo Fonte-Filtro no trato vocal.....	34
FIGURA 12 - Espectro da frequência fundamental e seus parciais harmônicos.....	35
FIGURA 13 – Espectrografia vocal mostrando harmônicos e formantes	37
FIGURA 14 - Posição das vogais na cavidade oral.....	38
FIGURA 15 - Imagem ilustrativa da altura e posição ântero-posterior das vogais anteriores e posteriores.....	39
FIGURA 16 - Articulação das vogais [a], [i] e [u] e seus correspondentes espectrais (F1 e F2).....	40
FIGURA 17 - Espectrografia da voz mostrando formantes.....	42
FIGURA 18 - Demonstração da altura do primeiro e segundo formante das palavras [ada] e [aga].....	44
FIGURA 19 - Nível de energia sonora com o formante do cantor e sem o formante do cantor.....	47
FIGURA 20 - Demonstração das altas e baixas frequencias.....	50
FIGURA 21 - Imagem da onda viajante na membrana basilar.....	51
FIGURA 22 - Imagem da cóclea com seus respectivos locais de percepção do som.....	52
FIGURA 23 – Trecho da ária Non piu andrai – W.A Mozart.....	55

FIGURA 24 – Desenho esquemático do aparelho de Fibronasolarinoscopia e de seu posicionamento na laringe durante o exame.	56
FIGURA 25 - Aparelhos utilizados no exame de Fibronasolarinoscopia.....	58
FIGURA 26 - Equipamentos utilizados para a gravação do áudio.....	59
FIGURA 27 - Introdução do Fibroscópio flexível na narina para captação da imagem laríngea.....	61
FIGURA 28 Captação da imagem laríngea juntamente com a captação do áudio.....	61
FIGURA 29 - Trecho da música Non Piu Andrai avaliado na análise acústica.....	62
FIGURA 30 - Barítono 1 – espectografia de banda larga.....	64
FIGURA 31 - Barítono 2 – espectografia de banda larga.....	65
FIGURA 32 - Barítono 3 – espectografia de banda larga.....	65
FIGURA 33 -Barítono 4 – espectografia de banda larga.....	66
FIGURA 34 - Barítono 5 – espectografia de banda larga.....	66
FIGURA 35 - Barítono 6 – espectografia de banda larga.	67
FIGURA 36 - Barítono 7 – espectografia de banda larga.....	67
FIGURA 37 - Barítono 8 – espectografia de banda larga.....	68
FIGURA 38 - Barítono 9 - espectografia de banda larga.....	68

FIGURA 39- Barítono 10 – espectografia de banda larga.....	69
FIGURA 40- Barítono 11 – espectografia de banda larga.....	69
FIGURA 41- Barítono 12 – espectografia de banda larga.....	70
FIGURA 42- Imagem do exame de Fibronasolaringoscopia.....	73
FIGURA 43- Posteriorização de base da língua.....	75
FIGURA 44- Ajustes da faringe. Imagem 1 – alargamento da faringe para o formante do cantor. Imagem 2 – constrição lateral da faringe para o formante do cantor.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Demonstração dos ajustes laríngeos e supralaríngeos realizados pelos barítonos	77
--	----

GRÁFICO

GRÁFICO 1 - Medidas em Hz dos formantes. (Frequência na vertical) e formantes representado pelas cores na legenda.....71

GRÁFICO 2 - Frequência mais recorrente no trecho avaliado.....72

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO I: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA VOZ FALADA E CANTADA.....	20
1.1 Produção do som vocal.....	20
1.2 A modificação da frequência na voz humana.....	24
CAPÍTULO II: A TEORIA DO MODELO FONTE E FILTRO.....	33
2.1 Frequência Fundamental e seus harmônicos.....	35
2.2 As vogais e seus Formantes	37
2.3 Formante do Cantor.....	45
2.4 A percepção do som	49
2.4.1 Loudnes	49
2.4.2 Pitch.....	50
2.4.3 Timbre.....	53
CAPÍTULO III: MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
3.1 Materiais e Métodos	54
3.1.1 Sujeitos da Pesquisa.....	54
3.1.2 Obtenção de Dados	54
3.1.3 Descrição dos Procedimentos	56
3.1.4 Justificativa dos Procedimentos	56
3.1.5 Gravação do Áudio.....	57
3.1.6 Equipamentos Utilizados	57
3.1.7. Análise Acústica	62
3.1.8 Análise do Exame de Fibronasolaringoscopia.....	63
CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.1 Resultados da Análise Acústica	64
4.2 Resultados do exame de Fibronasolaringoscopia.....	72
4.3 Discussão.....	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	84

ANEXOS

ANEXO I -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	91
ANEXO II - Carta de Anuência da Clínica Amélio Maia.....	94
ANEXO III -: Demonstração dos ajustes laríngeos e supra-laríngeos realizados pelos cantores barítonos.....	95

INTRODUÇÃO

O Canto tem estado presente nas práticas das sociedades, desde seus primórdios, como parte de suas manifestações culturais, religiosas e políticas, dentre outras. Mais especificamente, na cultura ocidental, o desenvolvimento da técnica do canto passou por diferentes momentos a fim de atender às expectativas e aos diferentes tipos de suportes de cada época. Durante a Renascença, o advento da ópera com suas demandas de virtuosismo fez com que surgisse a figura do cantor solista. Nessa época, o espaço da igreja deixou de ser o *locus* mais usual, para não dizer exclusivo, da manifestação musical sistematizada, cedendo lugar aos teatros. Devido a essa mudança, houve maior necessidade de projeção da voz do cantor para que este pudesse ser ouvido com clareza por todo seu público. Nos períodos clássico e romântico, novos instrumentos surgem nas orquestras ampliando sua sonoridade. Com a grande evolução técnica instrumental, os cantores tiveram que dar mais ênfase aos estudos de projeção vocal, para que a voz sobressaísse à massa sonora.

Em minha vivência como cantora, professora de canto ou fonoaudióloga, ao me deparar com vários momentos de performances de cantores, tornou-se evidente, para mim, uma questão a ser elucidada: por que algumas vozes se sobressaíam numa orquestra, enquanto outras não apresentavam a mesma performance?

Face a tal questionamento, surgiu a hipótese de que esse fenômeno pudesse estar relacionado à técnica vocal dos cantores envolvidos. Para esclarecer essa questão, procedeu-se ao estudo que ora se apresenta.

Neste trabalho, tornou-se crucial entender quais ajustes técnicos eram necessários à emissão de um som vocal, com qualidade e intensidade adequadas ao contexto operístico, a fim de buscar uma sonoridade que atendesse à necessidade do canto atual, visto que as vozes necessitam atingir as últimas fileiras dos grandes teatros.

O fenômeno da voz que faz com que ela sobressaia a uma orquestra é denominado por Sundberg (1974), Appleman (1986) e Vieira (2004) como *Formante do Cantor*, tema deste estudo. O *Formante do Cantor* pode ser definido pela amplificação sonora das frequências de 2 a 4 KHz aproximadamente, do som fundamental produzido na laringe.

Sundberg (1974) afirma que o *Formante do cantor* é encontrado em vozes treinadas. No caso da voz cantada é encontrado em vozes graves. No registro masculino é encontrado nas vozes classificadas como baixo, barítono, tenor e, segundo Cruz (2006), também na voz do contratenor. Na classificação feminina é encontrado na voz de contralto. As frequências do *Formante do Cantor* já estão presentes na voz de sopranos, pois o formante ocorre ao redor de 3.000 Hz (TITZE, 2013). Além disso, o formante também pode ser encontrado em cantores de coro operístico. No trabalho de Reid *et al* (2007), os pesquisadores concluíram que a técnica vocal de um cantor de coro é determinante para a ocorrência do *Formante do cantor*, pois ele necessita da mesma habilidade timbrística exigida para o cantor solo.

Na literatura especializada sobre a voz, alguns ajustes são abordados como facilitadores para o fenômeno do *Formante do Cantor*, tais como: o alongamento do tubo larigofaríngeo (CORDEIRO *et al* apud ANDRADE e SILVA e DUPRAT, 2010), promovido pelo abaixamento da laringe e pela elevação do véu palatino; os movimentos da língua e a verticalização dos movimentos da mandíbula; o alargamento da cavidade faríngea; o alongamento do tubo da faringe e a constrição ariepiglótica (aproximação da cartilagem da epiglote com a da aritenoidea) (BEHLAU, 2001). O abaixamento da laringe é citado como um dos principais ajustes para favorecer o *Formante do Cantor* (SUNDBERG, 1974; CRUZ, 2006, BEHLAU, 2001).

A realização de ajustes que atenuem e amplifiquem determinadas frequências que irão favorecer o *Formante* é feita, muitas vezes, de forma inconsciente por muitos cantores.

Uma tensão exagerada dos músculos, intrínsecos e extrínsecos, da laringe, por exemplo, é capaz de endurecer as paredes do ressonador, criando tensão nas pregas vocais, e com isso abafando certos harmônicos do som

vocal. A tensão da musculatura supraglótica (acima da glote) também pode acarretar, além da tensão nas pregas vocais, uma redução do movimento laríngeo, o que pode muitas vezes explicar a ausência do *Formante do Cantor* em alguns cantores (CORDEIRO, PINHO e CAMARGO, 2007).

Toda essa informação evidencia como é importante a integridade de todo o aparato vocal e a preservação das estruturas vocais, pois esses fatores podem favorecer o *Formante do Cantor*. A falta dessa integridade, ou mesmo um modelo vocal técnico inadequado, pode ser a causa da ausência de tal fenômeno.

Vimos que o *Formante do Cantor* ocorre principalmente em vozes treinadas. Entretanto, esse fenômeno, pelo que pude perceber em minha vivência como cantora, é pouco comentado na pedagogia do canto. Especificamente nesta pesquisa, o fenômeno revelou-se desconhecido por todos os cantores que dela participaram. Ficou evidente que a pedagogia do canto trabalha a intensidade, a amplificação de harmônicos superiores e a projeção de voz. Porém, na prática, os aspectos que constituem o *Formante do Cantor* nem sempre são reconhecidos como tal, ou seja, percebe-se o pouco conhecimento teórico a respeito. Assim sendo, surgiu o interesse pela pesquisa sobre o tema. Nesse contexto, os objetivos principais desta pesquisa foram desenvolver um suporte teórico sobre o assunto e averiguar os tipos de ajustes laríngeos e supralaríngeos realizados pelos cantores barítonos, no momento em que foi observada a presença do *Formante do Cantor*, durante o canto.

Como recurso metodológico, foram convidados 12 (doze) cantores barítonos, residentes na cidade de Belo Horizonte e região metropolitana, para a realização de filmagens do seu trato vocal durante a emissão da voz cantada. A escolha pelo sexo masculino ocorreu porque o *Formante do Cantor* é um fenômeno que ocorre em vozes masculinas e em contraltos (SUNDBERG, 1974). Como a voz de contralto é uma das vozes mais raras de se encontrar, optamos pela voz masculina classificada como barítono, uma voz que foi mais recorrente em nosso meio.

Considerando a multidisciplinaridade do tema abordado nesta dissertação, buscou-se referenciais teóricos sobre a voz cantada, sobre a

fisiologia vocal e sobre a física acústica, para melhor esclarecer e definir a multiplicidade de aspectos que ocorrem na produção vocal.

Devido à complexidade do tema pesquisado, optou-se por estruturar o trabalho em quatro capítulos: dois teóricos e os dois últimos com base na análise acústica e no exame de laringe dos participantes.

No primeiro capítulo, denominado “*Aspectos Fisiológicos da Voz Falada e Cantada*”, foram abordados os principais elementos teóricos sobre o assunto: a produção do som vocal e a modificação da frequência na voz humana.

No segundo capítulo, A Teoria do Modelo Fonte e Filtro foram descritos aspectos relacionados sobre a frequência fundamental e seus harmônicos; as vogais e seus formantes; Formante do Cantor e a percepção do som.

Para compor esses primeiros capítulos, utilizou-se os textos de Sundberg: *Articulatory interpretation of the singing formant* (1974), *The science of the singing voice* (1987) e o capítulo Vocal tract Resonance no livro de Sataloff intitulado *Professional voice: The science and art of clinical care* (1991). Além desses, Ingo Titze (1994), sobretudo os da obra *Principles of voice production*. Ainda sobre essa temática, recorreu-se aos trabalhos das fonoaudiólogas Mara Behlau, Sílvia Pinho, Marta Andrade e Duprat e Gislane Cordeiro e Zuleica Camargo, além dos trabalhos dos pedagogos do canto, Lili Lehmann, Appleman e Dinville.

No Terceiro capítulo, denominado “Materiais e Métodos”, explicitam-se os sujeitos da pesquisa; a obtenção de dados; a descrição dos procedimentos; a justificativa dos procedimentos; a gravação do áudio; os equipamentos utilizados; a Análise Acústica e a análise do exame de Fibronasolaringoscopia. Já no quarto capítulo, “Resultados e Discussão”, apresentam-se, os resultados e a discussão da Análise Acústica e do exame de Fibronasolaringoscopia.

Em síntese, esta dissertação está dividida em Introdução, dois capítulos teóricos, um capítulo sobre materiais e métodos e outro sobre resultados e discussões. Nestes dois últimos foram descritos todos os processos utilizados para a coleta de dados e as análises feitas por meio dos resultados encontrados. Por fim, apresenta-se, nas considerações finais, indicações para novos estudos na área.

CAPÍTULO I: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA VOZ FALADA E CANTADA

Neste primeiro capítulo, aborda-se aspectos da produção do som vocal, a modificação da frequência na voz humana, a Teoria do Modelo Fonte e Filtro, a frequência fundamental e seus harmônicos, as vogais e seus formantes, o Formante do Cantor e a percepção do som. Destacam-se, sobretudo, tanto os aspectos relacionados à voz falada quanto aqueles relacionados à voz cantada.

1.1 Produção do som vocal

O aparato vocal é, usualmente, dividido em três partes, a saber: o aparato respiratório, que funciona como um compressor de fluxo de ar; as pregas vocais que funcionam como um gerador de som e o sistema de cavidades, composto pelo trato vocal, que se comporta como um filtro do som gerado pelas pregas vocais (SUNDBERG, 1991, p.49).

A voz é produzida pela vibração das pregas vocais, que se situam na laringe. Esta por sua vez, está situada na região anterior do pescoço, ligada à traqueia pela parte inferior e à faringe por sua parte superior, como pode ser observado na FIG. 1. A laringe possui funções importantes para o ser humano, sendo a principal delas a de proteção das vias aéreas inferiores, seguida das funções respiratória e fonatória (TITZE, 1994, BEHLAU, 2001; PINHO, 2008). Além das funções vitais, a laringe tem uma função de extrema importância para nós, seres humanos, que é a emissão do som vocal.

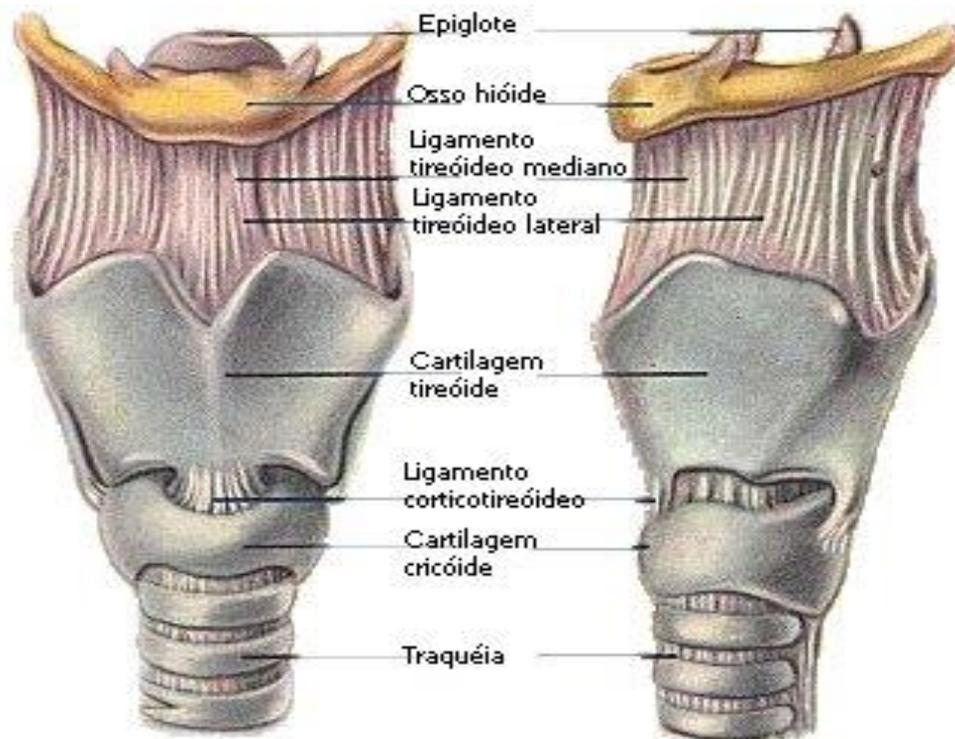


FIGURA 1 - Órgão da laringe em posição frontal e lateral.

Disponível em: <<http://www.marciofelix2011.xpg.com.br/ciencias/corpo humano/laringe.html>>. Acesso em 13 agosto. 2013.

Para explicar o fenômeno da produção da voz, a teoria que vem obtendo maior consenso, na atualidade, é a *Teoria Mioelástica Aerodinâmica* (TITZE, 1994). Essa teoria defende que a vibração glótica ocorre devido à interação e ao equilíbrio entre as forças aerodinâmicas, provenientes do fluxo de ar vindo dos pulmões e as forças mioelásticas, provenientes da resistência dos músculos das pregas vocais à passagem do fluxo aéreo.

A produção do som vocal é iniciada quando a pressão do ar abaixo da glote (região subglótica) é maior do que a resistência de fechamento da glote (pregas vocais). As forças vibratórias que participam desse processo determinam a velocidade com que as pregas vocais vibram, a ocorrência das fases de abertura e de fechamento das pregas vocais, enquanto vibram, e a hora de cada etapa acontecer.

O movimento de abertura e fechamento das pregas vocais dá origem a um ciclo glótico, formado por quatro etapas, a saber: fase aberta, fase de

fechamento, fase fechada e fase de abertura. A camada de mucosa que recobre as pregas vocais ondula de forma bastante exuberante, de três modos combinados: horizontal, longitudinal e vertical, como se observa na FIG. 2

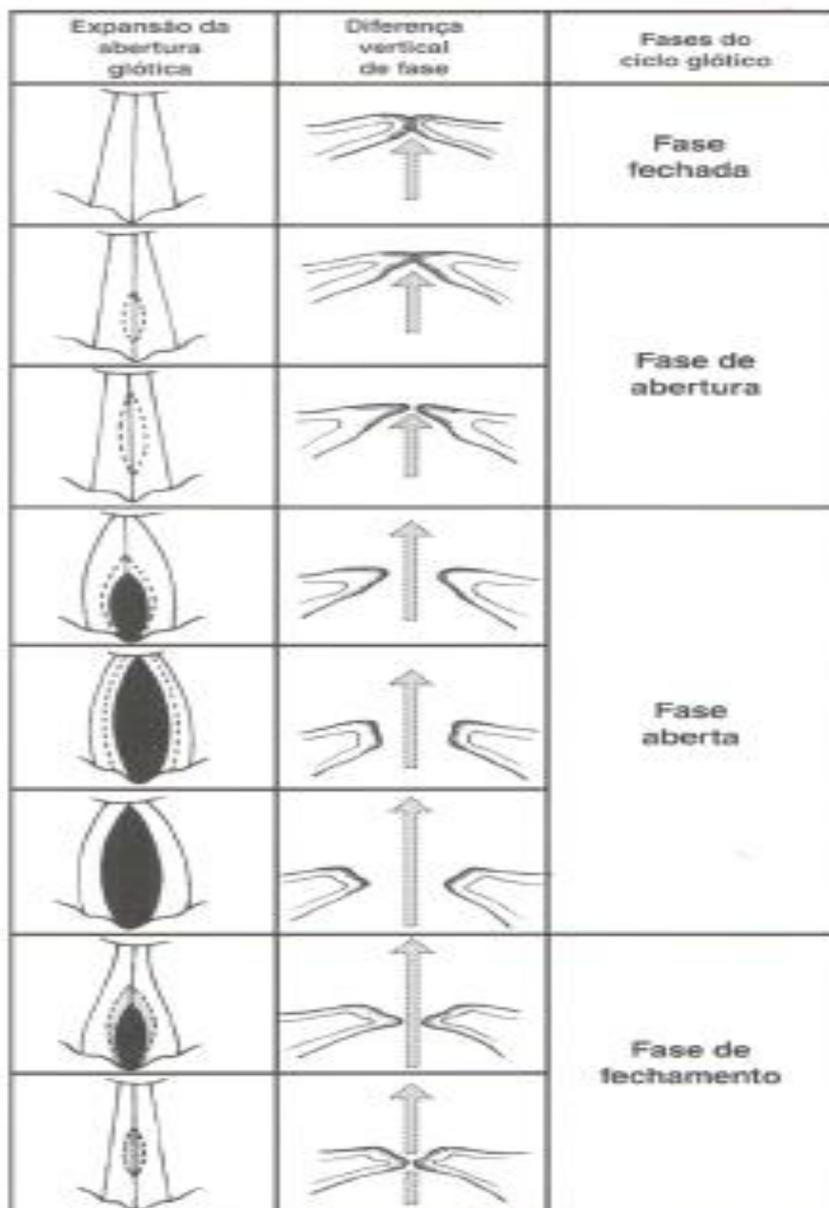


FIGURA 2 - Fases do ciclo glótico da vibração das pregas vocais

Fonte: Behlau, Azevedo e Madazio, 2001, p. 26

Behlau, Azevedo e Madazio apresentam uma explicação da FIG. 2 sobre as fases do ciclo glótico:

O movimento no plano horizontal indica o deslocamento da mucosa por movimentos mediais e laterais; o movimento longitudinal é o deslocamento da mucosa por movimentos anteriores e posteriores, sendo que as pregas vocais abrem-se de trás para frente e fecham-se de frente para trás. Finalmente o movimento vertical da mucosa ocorre por diferença vertical de fase, em movimentos de baixo para cima, sendo que as pregas vocais abrem-se e fecham-se neste mesmo sentido, ou seja, de baixo para cima. (BEHLAU; AZEVEDO e MADAZIO, 2001, p.27).

As fases do ciclo glótico, ou seja, a representação de um sinal de fluxo de ar produzido pela ação de fechamento e abertura das pregas vocais, pode ser visualizado na FIG. 3.

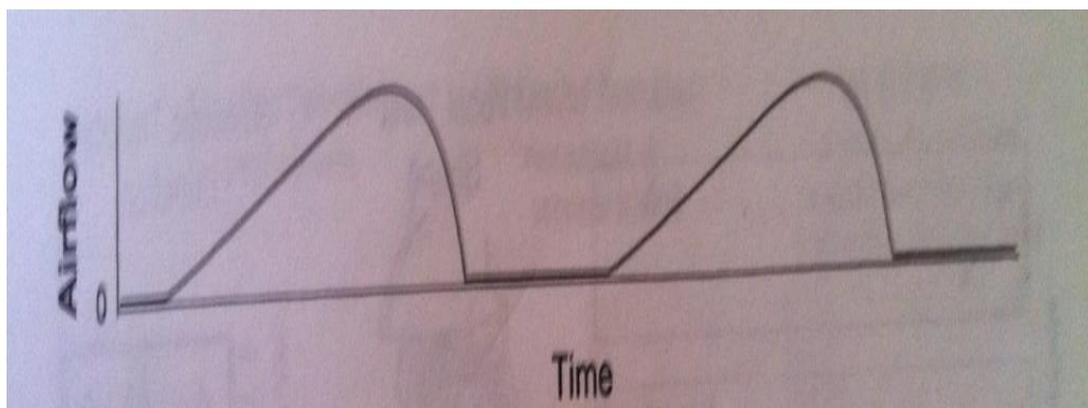


FIGURA 3 - Representação de um sinal de fluxo de ar produzido pela ação de fechamento e abertura das pregas vocais.

Fonte: Baken; Orlikoff, 2000, p. 253.

Uma importante característica da oscilação das pregas vocais saudáveis, ou seja, aquelas sem nenhuma alteração patológica, é que o seu fechamento ocorre de forma muito mais rápida do que a sua abertura. O fluxo de ar que perpassa a glote se interrompe mais abruptamente do que se inicia. Esse fechamento abrupto é responsável pela maior parte da energia na onda

acústica e, em particular, pela geração dos harmônicos superiores, no conjunto de frequências do sinal sonoro (BAKEN, ORLIKOFF, 2000).

1.2 A modificação da frequência na voz humana

A ativação neuromuscular tem uma importante atuação no controle da elasticidade¹ e tensão² das pregas vocais. Uma atividade cerebral em alto nível é envolvida no planejamento e na execução dos padrões de entonação da voz. A extensão da prega vocal apresenta variação para o ajustamento da frequência fundamental (Fo).

A fim de compreender melhor esse processo, abordaremos as principais cartilagens envolvidos nesse processo. Iniciaremos com a cartilagem tireóidea que é a maior cartilagem da laringe. Possui um formato de escudo e é composta de duas lâminas laterais, de formato quadrangular, e dois pares de cornos posteriores. Em seguida, a cartilagem cricoidea, também essencial no processo de mudança de frequência vocal, é a segunda maior cartilagem da laringe. Possui um formato circular de anel completo. Sua região anterior é mais estreita, sendo denominada de arco e a sua região posterior é mais larga e elevada, denominada lâmina. Apresenta um formato de um anel de dedo com a pedra virada para a região posterior. Tanto a cartilagem tireóidea, quanto a cartilagem cricoidea são cartilagens únicas. (BEHLAU, AZEVEDO e MADAZIO, 2001 p.4-5). Essas cartilagens podem ser visualizadas na FIG.4 e FIG.5.

¹ Elasticidade é a capacidade que as pregas vocais têm para modificar seu tamanho e sua espessura.

² Tensão é o estado de rigidez ou retesamento em certas partes do organismo. Disponível em: <<http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/tens%C3%A3o>>. Acesso em 9 jun. 2013.

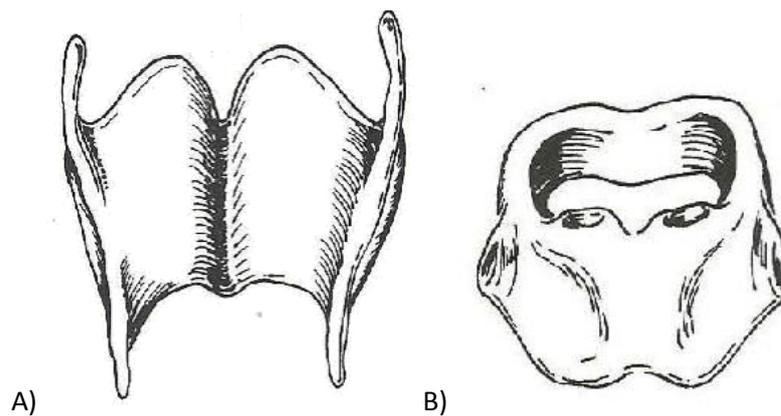


FIGURA 4 – Cartilagens da laringe.
A) cartilagem tireóidea e B) cartilagem cricoidea

Fonte: Behlau, Azevedo e Madazio, 2001, p.4

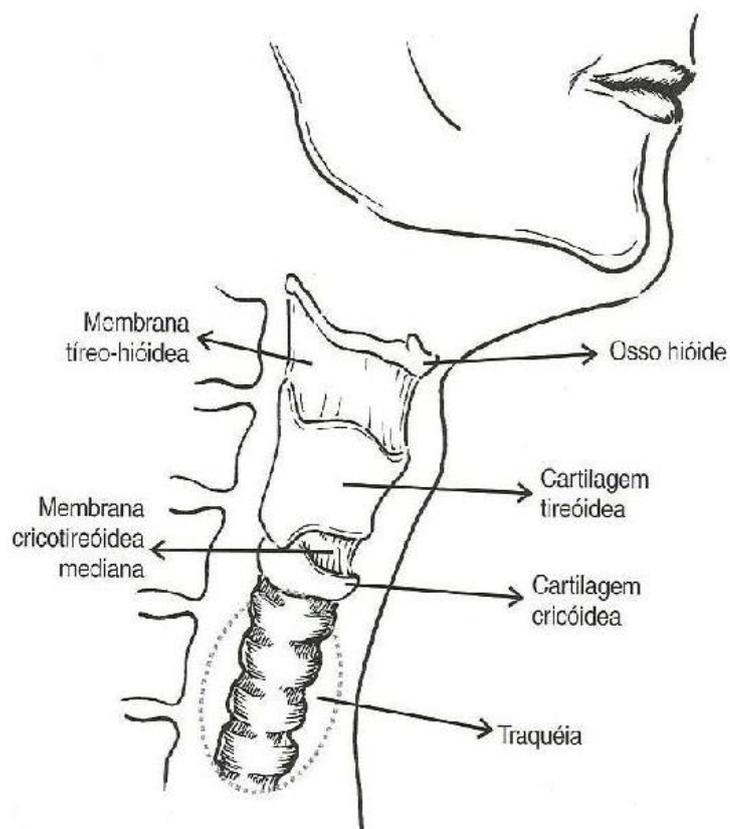


FIGURA 5 - Imagem das cartilagens tireóidea e cricoidea na laringe, além das membranas tireo-hioidea e cricotireoidea

Fonte: Behlau, Azevedo e Madazio, 2001, p.4

No que se refere às cartilagens aritenoideas, pode-se defini-las como um par de pequenas cartilagens móveis, consideradas a unidade funcional da laringe por possuir importantes funções respiratória e fonatória. Possuem um formato piramidal, um ápice, três faces verticais e uma horizontal. Na base de cada cartilagem aritenoidea encontram-se três ângulos: o mais anterior projeta-se para dentro da laringe, sendo denominado de processo vocal; o ângulo pósterolateral projeta-se para fora da laringe e recebe o nome de processo muscular, por ser o local de fixação de vários músculos, tais como o cricótireóideo posterior (CAP), abductor da laringe e o cricoaritenoideo lateral (CAL), adutor da região anterior das pregas vocais. O ângulo pósteromediano não recebe nenhuma nomenclatura específica. (BEHLAU, AZEVEDO e MADAZIO, 2001, p.5),

Importa ressaltar que as cartilagens aritenoideas apresentam dois movimentos básicos que ocorrem na superfície articular convexa da cartilagem cricoidea. A base horizontal da cartilagem aritenoidea apresenta um formato côncavo, o que facilita sua articulação com a cricoidea. (BEHLAU, AZEVEDO e MADAZIO, 2001 p.5), como pode ser visualizado na FIG. 6

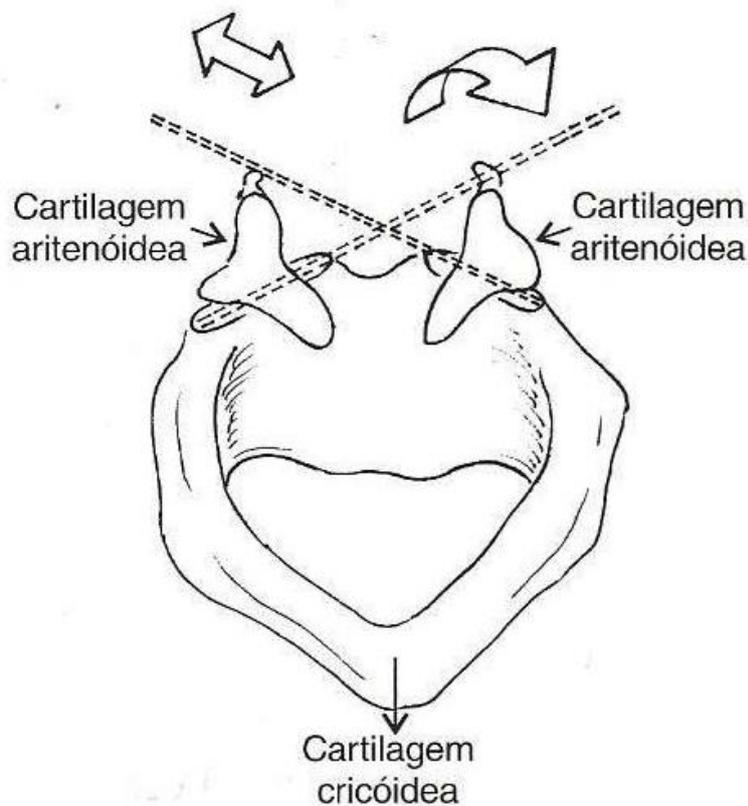


FIGURA 6 – Articulação das cartilagens aritenóideas com a cartilagem cricóidea.

Fonte: Behlau, Azevedo e Madazio, 2001, p.6.

Explicitadas as cartilagens da laringe, dá-se início a uma breve explicação sobre os músculos laríngeos. A musculatura da laringe é dividida em dois grupos: músculos intrínsecos e extrínsecos. Os intrínsecos são aqueles que possuem relação direta com a função fonatória, pois controlam a frequência e a intensidade da voz, promovendo tensão nas pregas vocais e a variação de pressão do ar na região subglótica. Além disso, os músculos intrínsecos têm uma particularidade: a origem e a inserção de todos os músculos são na laringe. A musculatura extrínseca é composta por músculos que se inserem na laringe, mas que se originam de estruturas não laríngicas. Além disso, eles não interferem, de modo direto, na fonação (PINHO E PONTES, 2008, p.16 e BEHLAU, AZEVEDO e MADAZIO, 2001, p.10).

Tendo isso em vista, não será abordada a musculatura extrínseca, somente alguns músculos intrínsecos mais importantes para o processo de mudança da frequência da voz.

Iniciaremos com o músculo tireoaritenóideo (TA). Esse é um músculo par que compõe o corpo das pregas vocais, conforme mostrado na FIG. 7. O ângulo da cartilagem tireóidea está inserido, principalmente, no processo vocal, mas com extensões em direção ao processo muscular. Esse músculo tem a função de aduzir, abaixar, encurtar e espessar as pregas vocais, deixando a borda da mucosa arredondada, sendo responsável pela emissão de sons graves da voz (TITZE, 1994 e BEHLAU, AZEVEDO E MADAZIO, 2001 p.7).

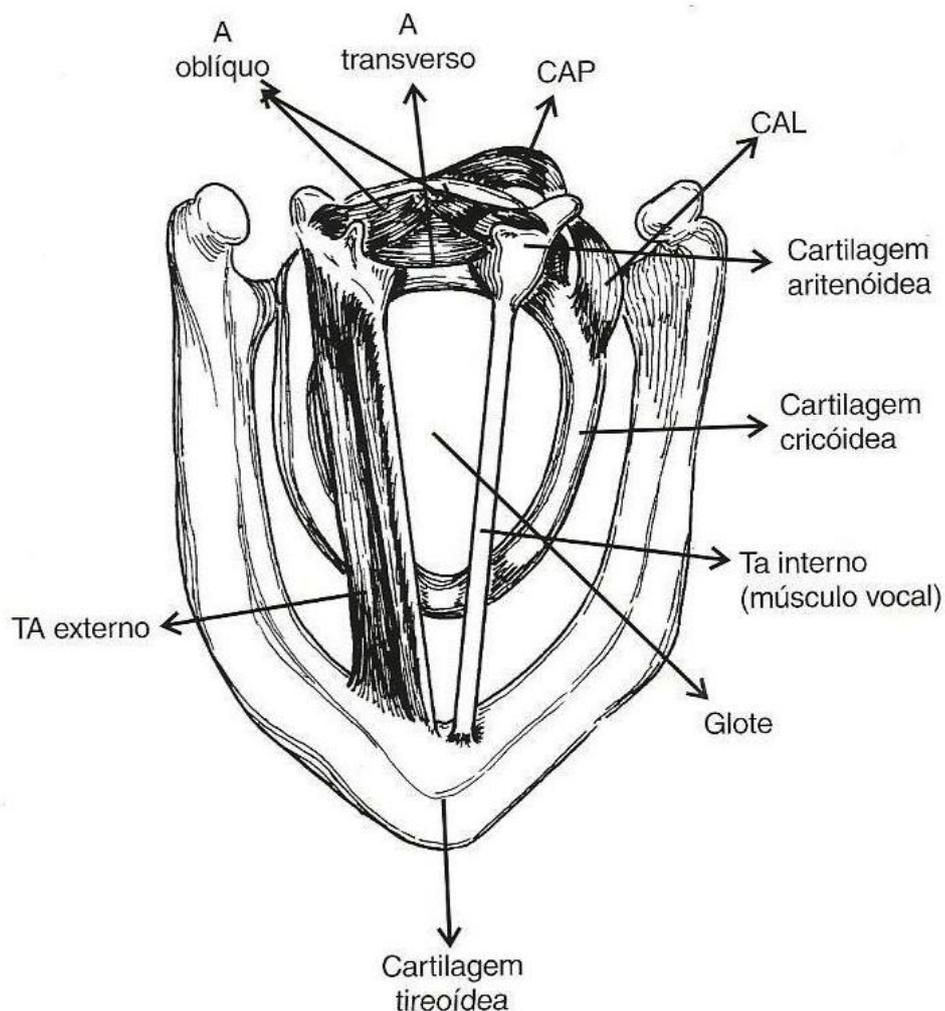


FIGURA 7- Ilustração do Músculo Tireoaritenóideo externo e interno representado pela sigla TA (TA externo e TA interno (músculo vocal)).

Fonte: Behlau, Azevedo e Madazio, 2001, p.7

O músculo cricótireoideo (CT) também é um músculo par, com ação adutora secundária das pregas vocais. Esse é o maior músculo intrínseco da laringe e apresenta um formato de leque. O CT origina-se no arco da cartilagem cricoideia, na região anterior, e sua inserção ocorre na borda inferior da cartilagem tireóidea. O cricótireoideo aduz na posição paramediana, abaixa, estira, alonga e afila as pregas vocais, enrijecendo todas as camadas e deixando a borda livre das pregas vocais mais anguladas. É o responsável pela tensão longitudinal da prega vocal, sendo esse um fator importante no controle da frequência fundamental da voz. Sua contração produz elevação da frequência, ou seja, sons mais agudos. (Ver FIG.8 A)

A ativação desse músculo aproxima as cartilagens cricóidea e tireóidea, por meio, principalmente, do deslocamento da cartilagem tireóidea para baixo e da cricoideia para cima, movimento conhecido como Movimento de Bâscula. Esse movimento alonga, secundariamente, as pregas vocais. (BEHALU, AZEVEDO E MADAZIO, 2001 p. 9-10), como pode ser visto FIG. 8 B.

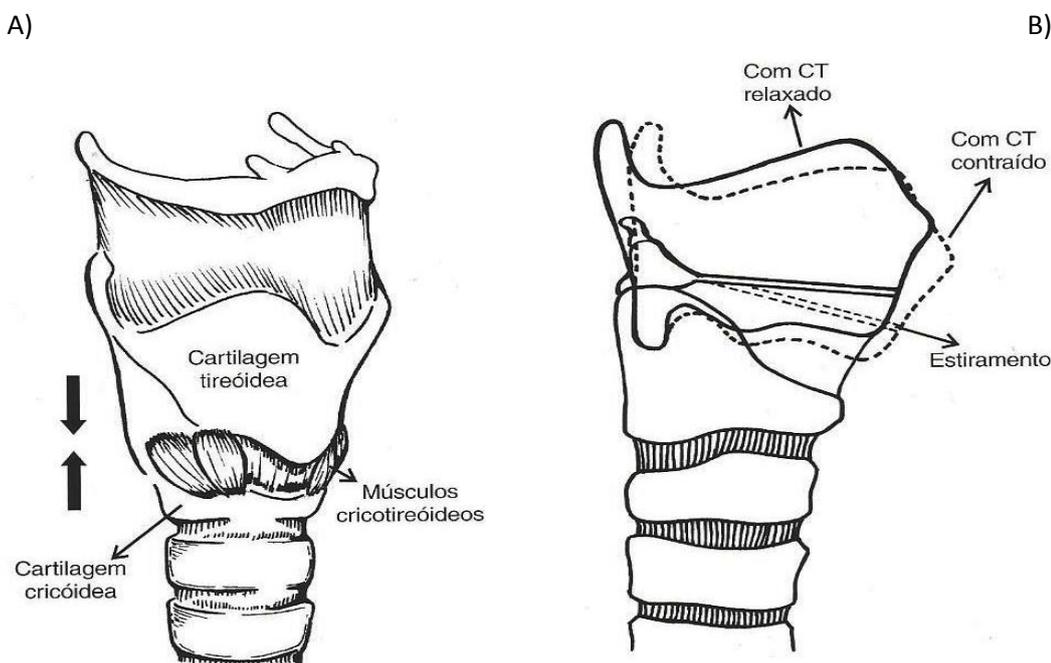


FIGURA 8 - A) Demonstração da cartilagem cricoideia e o músculo cricótireoideo (CT). B) Imagem do estiramento das pregas vocais com o músculo cricótireoideo relaxado e contraído.

Fonte: Behlau, Azevedo e Madazio, 2001, p.9.

Observa-se que a cartilagem tireoidea está ligada à cartilagem cricoidea na articulação chamada de cricotireoide. Essa articulação permite a rotação e a translação entre essas duas estruturas. Movimentos entre as cartilagens tireoidea/cricoidea e as cartilagens aritenoideas foram quantificados em termos de contração dos músculos cricotireoide e tireoaritenoide, abreviados como CT e TA. Visualizar a FIG. 9

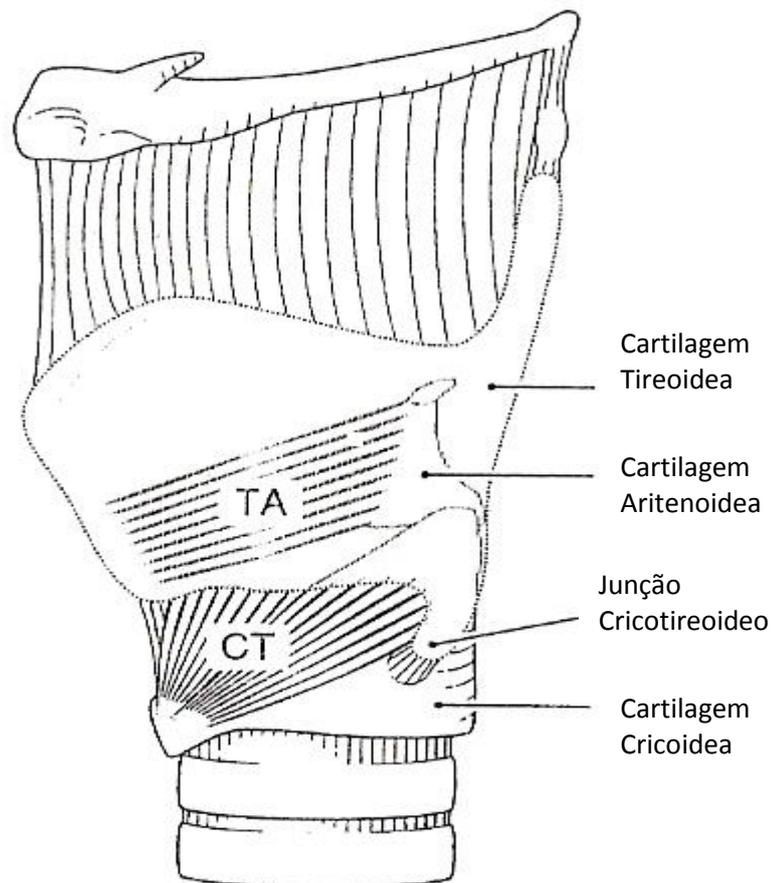


FIGURA 9 - Imagem da laringe com suas respectivas cartilagens tireoidea, aritenoidea, cricoidea e a junção cricotireoidea. TA (músculo Tireoaritenoideo) e CT (músculo Cricotireoideo).

Fonte – Titze, 1994

Na FIG. 9 podemos verificar que os músculos CT aproximam as cartilagens cricoidea e tireoidea, ao reduzir o espaço frontal de sua musculatura, causando uma rotação entre as cartilagens que resulta no alongamento das pregas vocais. Esse alongamento provocado pela ação do

músculo cricotireoideo é um dos responsáveis pela variação da frequência fonatória. Quanto mais alongadas, mais agudo será o som (TITZE, 1994 p.198), como mostra a FIG. 10.

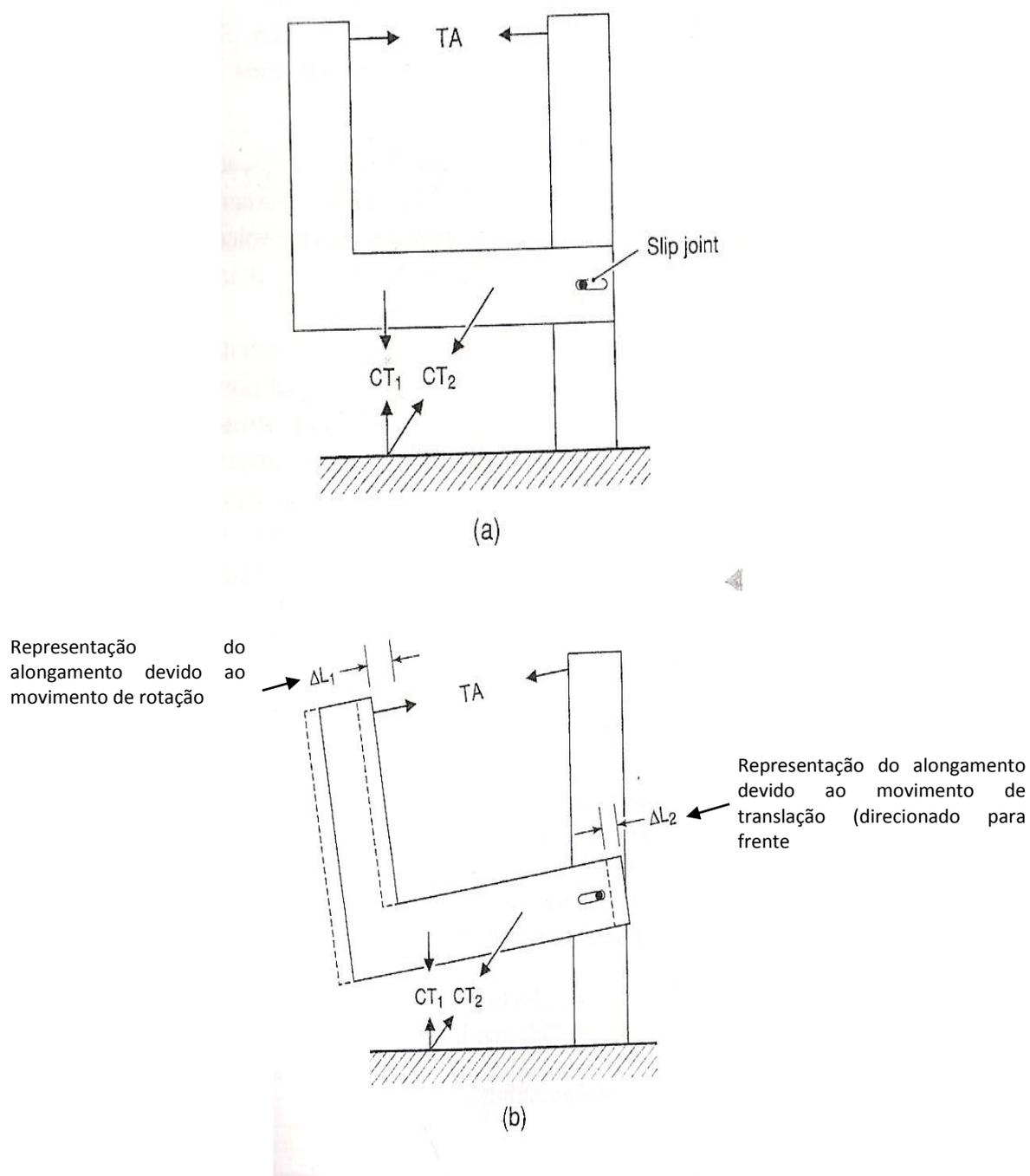


FIGURA 10 - Representação esquemática da cartilagens tireoideia em rotação deslizando sobre o ligamento cricotireoideo. CT 1, CT 2 e TA mostram as forças de contração dos músculos cricotireoideo (parte reta e oblíqua) e do músculo Tireoaritenoideo.

Fonte: Titze, 1994, p.198.

A ação da musculatura cricotireoidea (CT) é oposta à ação da musculatura tiroaritenóideo (TA). A contração do TA tende a encurtar as pregas vocais para produzir sons graves. Em conjunto, os dois músculos são responsáveis pela maioria das mudanças de alongamento (extensão) nas pregas vocais (TITZE, 1994 p.199).

Dessa forma, o ser humano é capaz de vibrar as pregas vocais mais ou menos rapidamente, diminuir ou aumentar a quantidade de massa posta em vibração e elevar ou diminuir a tensão do sistema a fim de buscar a frequência desejada (BEHLAU, 2001; IMAMURA, TSUJI e SENNES, 2005).

CAPÍTULO II: A TEORIA DO MODELO FONTE E FILTRO

De acordo com Stevens e House (1961), a Teoria Fonte e Filtro explica como ocorre a geração de vogais distintas no trato vocal. Além disso, descreve a glote como a fonte de um sinal rico em harmônicos e o trato vocal como o filtro desses harmônicos (FANT, 1970).

Segundo Kent e Read (1992), a fonte de energia sonora necessária à produção das vogais é constituída pela vibração da glote, mais especificamente das pregas vocais. O primeiro harmônico, ou frequência fundamental, é chamado de fonte vocal, que deve ser entendida não como um pulso de fluxo de ar, mas como um pacote acústico que é injetado de uma vez, a cada ciclo glótico, na extremidade inferior do trato vocal. Esse pacote contém um conjunto de frequências que serão transformadas pelo trato vocal em uma vogal (STEVENS e HOUSE, 1961; SUNDBERG, 1987).

Ao escutar as vogais, ainda que sejam iguais em intensidade e frequência, verifica-se uma enorme diferença entre elas. Desse modo, a qualidade dos sons das vogais não depende somente da fonte vocal, pois o trato vocal atua como um ressonador que se encarrega de modificar os sons advindos da fonte da voz, alterando a sua forma para produzir padrões particulares de ressonância. Como exemplo temos a distinção dos fonemas orais e nasais que se dão pela movimentação do palato mole e da úvula. Os fonemas orais ocorrem quando as estruturas do palato mole e da úvula se aproximam da parede da faringe, e os nasais, quando essas estruturas se movem em direção à base da língua.

A fonte vocal, por sua vez, produz um som composto de uma rica série de frequências e o trato vocal amplifica e filtra as frequências compatíveis com o seu formato e com a sua acústica. Essas frequências sofrerão irradiação pela boca (KENT e READ, 1992; TITZE, 1994, p.237). Essa irradiação pode ser vista na FIG. 11, no modelo adaptado por Vieira (2004).

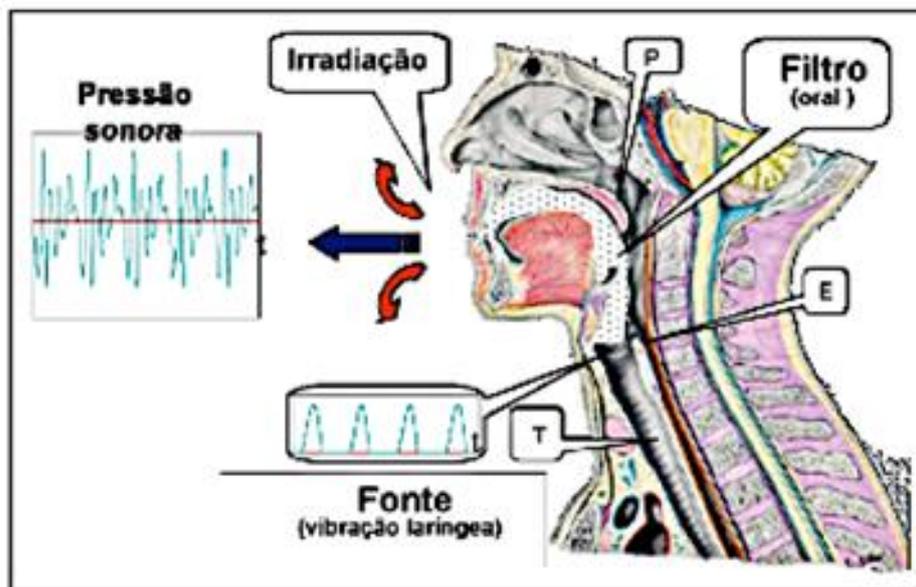


FIGURA 11 - Modelo Fonte-Filtro no trato vocal

Fonte: Vieira, 2004, p.71.

De acordo com a FIG. 11 (adaptada de FANT por Vieira (2004) explica como é o Modelo Fonte-Filtro no trato vocal:

A elevação do pórtico velofaríngeo (**P**) desacopla as cavidades nasais. Note a proximidade da entrada do esôfago (**E**) com a região das pregas vocais, situadas acima da traquéia (**T**). Os pulsos gerados na fonação são filtrados pelas cavidades acústicas do trato vocal, e propagam-se pelo ar. Na irradiação, como sugere o desenho, parte do som (baixas frequências) espalha-se enquanto outra parte (altas frequências) propaga-se para frente: (VIEIRA, 2004, p. 71).

Alguns dos harmônicos do som fundamental produzido pelas pregas vocais decaem próximo aos picos de ressonância do trato vocal e o percorrem, sem serem reforçados. Outros harmônicos são mais fortemente ressaltados pelo filtro (trato vocal) e são denominados formantes. Geralmente, o trato vocal possui quatro ou cinco formantes mais relevantes (STEVENS e HOUSE, 1961;

KENT e READ, 1992). Os formantes serão melhor explicitados no decorrer desse capítulo.

2.1 Frequência fundamental e seus harmônicos

O primeiro componente da série harmônica produzido pelas pregas vocais é denominado de *frequência fundamental*, sendo definido pela velocidade com que as pregas vocais vibram, completando uma vibração ou um ciclo vibratório. Mas a qualidade vocal não depende exclusivamente das pregas vocais e sim de todo o trato vocal. “A região da modulação sonora ocorre no trato vocal. É o nosso filtro sonoro, constituído por faringe, boca, cavidades nasais e paranasais. São verdadeiras cavidades de ressonância da voz”. (ANDRADE e SILVA e DUPRAT, 2010, p.771). Se a frequência fundamental for de 120 Hz, o décimo segundo harmônico terá uma frequência de 12×120 , que resultará em 1440Hz (BAKEN e ORLIKOFF, 2000). A coleção das parciais ou sobretons do som é chamada de espectro (SETHARES, 2005). A FIG. 12 mostra o espectro da frequência fundamental e seus harmônicos.

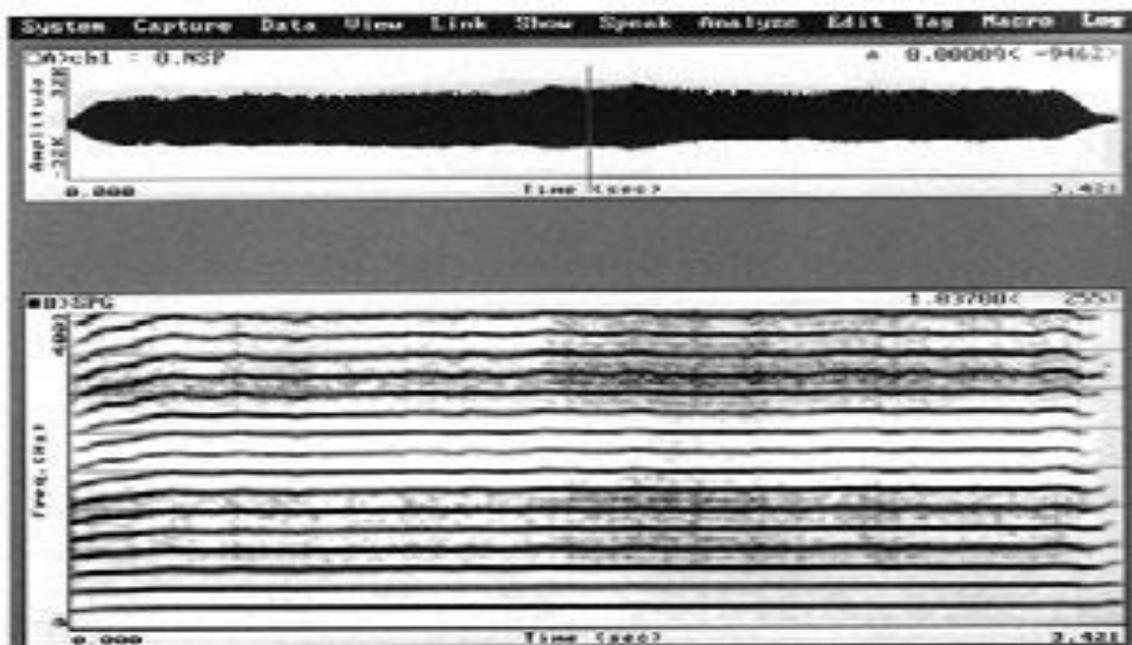


FIGURA 12 - Espectro da frequência fundamental - primeira linha e seus parciais - harmônicos

Fonte: Zemlin, 2000.

O espectro mostra a acústica da onda sonora vocal. Nessa figura, podemos verificar que a primeira linha, de baixo para cima, é denominada frequência fundamental e as demais linhas são os harmônicos da frequência fundamental. Entre essas linhas podemos observar visualmente algumas sombras, que são denominadas “ruídos na voz”.

Esses dados são registrados pelo espectograma, que gera um gráfico tridimensional de tempo por frequência. Esse gráfico apresenta a frequência na vertical, o tempo na horizontal e a intensidade é representada pelo grau de escurecimento das linhas dos harmônicos. Além disso, esse gráfico mostra o oscilograma, que é a variação da amplitude, representado pela faixa preta e compacta no ápice do espectro. (FIG. 12).

A espectrografia reflete dados relativos à fonte do som vocal e dados da postura do trato vocal, caracterizando vogais e consoantes, fornecendo dados referentes à distribuição dos harmônicos e dos formantes do som vocal, além de informar sobre a qualidade vocal (XUE e CHENG, 2010).

A distribuição dos harmônicos pode ser visualizada num gráfico tridimensional, chamado de espectrografia de banda estreita, pois é feita por um filtro que proporciona maior e melhor resolução da frequência. Além disso, a espectrografia de banda estreita proporciona uma visualização detalhada dos harmônicos de uma onda periódica, como pode ser comprovado na FIG. 12. Os formantes da voz são representados pelo gráfico resultante da espectrografia de banda larga. Sua reprodução é feita por um filtro que permite uma melhor resolução do tempo e dos eventos sonoros que se sucedem a intervalos maiores que 3 milissegundos (FIG. 13).

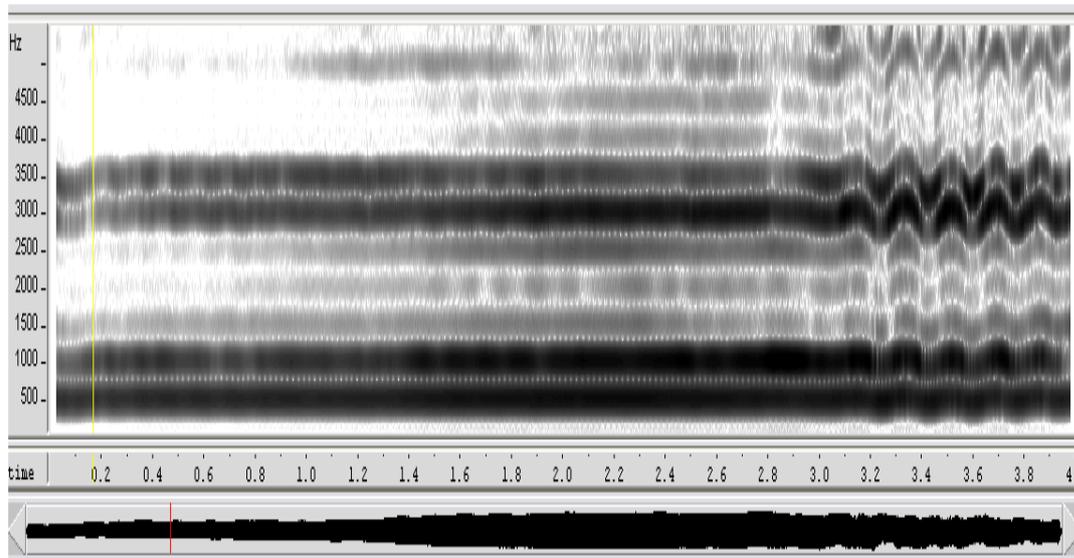


FIGURA 13 - Espectrografia vocal: harmônicos – linhas horizontais claras e Formantes barras horizontais escurecidas.

Fonte: CRUZ, 2006.

As faixas compactas e escurecidas na vertical, visualizadas na FIG. 13, representam os formantes da voz.

2.2 As vogais e seus Formantes

O *Formante* é representado pelas frequências naturais de ressonância do trato vocal, especificamente na posição articulatória da vogal falada. As vogais são identificadas pelos seus formantes (PETERSON e BARNEY, 1952 ; BEHLAU, 2001) que determinam a sua qualidade e contribuem significativamente para o timbre do indivíduo (SUNDBERG, 1991; DINVILLE, 1993).

Na produção de um segmento vocálico, a passagem da corrente de ar não é interrompida e por isso não há obstrução ou fricção no trato vocal. Os segmentos vocálicos são descritos levando-se em consideração a altura e a posição ântero-posterior da língua e o arredondamento dos lábios. (SILVA, 1999). Serão abordados, a seguir, os parâmetros referentes à altura e à

posição ântero-posterior da língua, já que são determinantes das freqüências dos formantes. A FIG. 14 mostra a posição esquemática da língua nas vogais da Língua Portuguesa.

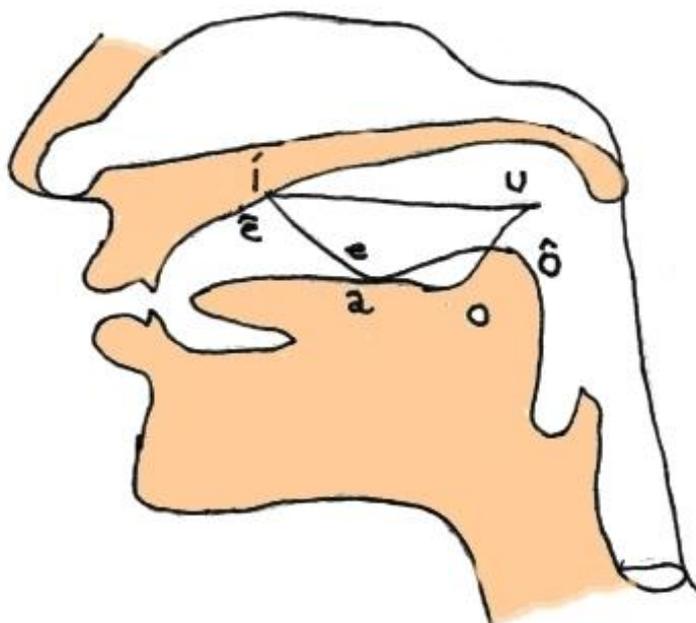


FIGURA 14 - Posição das vogais na cavidade oral

Fonte: adaptado de Silva, 1999

A classificação da vogal, na cavidade oral, relaciona-se com a posição vertical da língua durante sua articulação. Isso posto, a posição da língua na cavidade oral pode ser classificada como alta, média-alta, média-baixa e baixa. Já a movimentação da língua, no plano ântero-posterior, refere-se à dimensão horizontal, podendo ser classificada como anterior, média e posterior. A altura da língua, na cavidade oral, para a articulação das vogais consideradas anteriores [i], [ê] e [é], as vogais posteriores [u], [ô] e [o] e a média [a] pode ser visualizada na FIG. 15

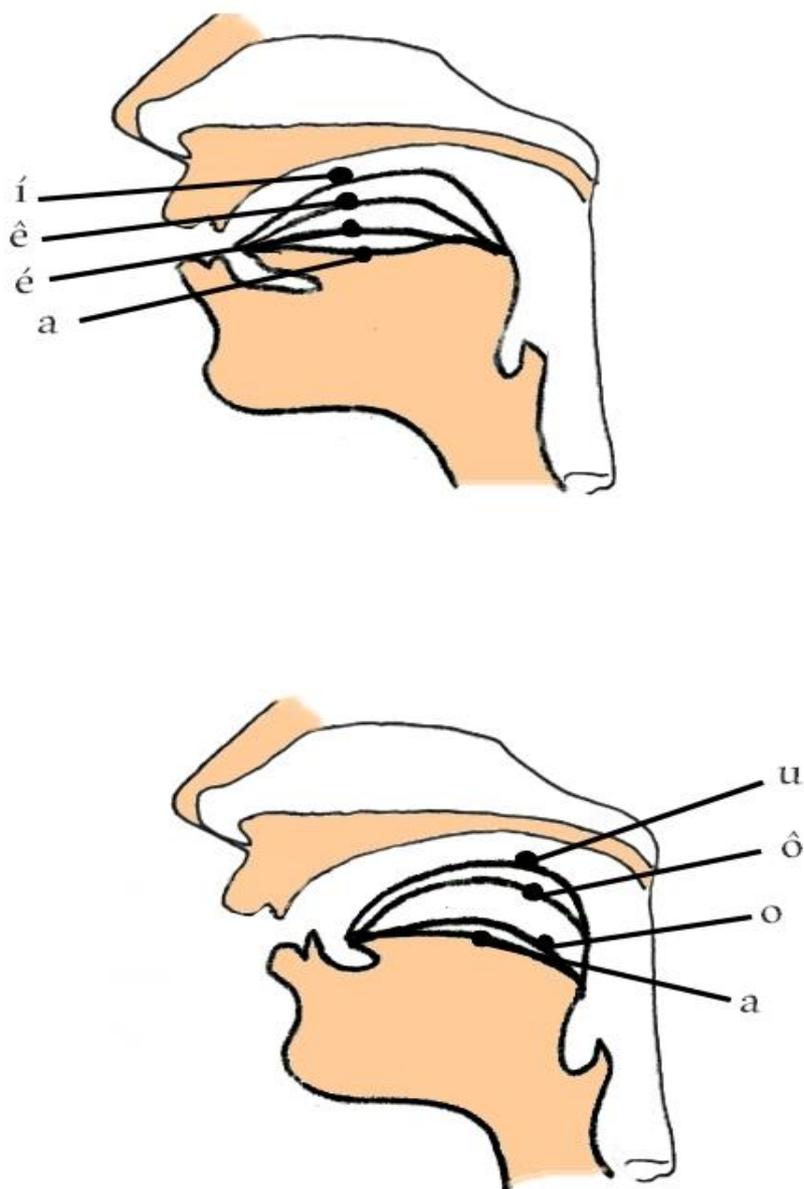


FIGURA 15 - Imagem ilustrativa da altura e posição ântero-posterior das vogais anteriores e posteriores.

Fonte: adaptado de Silva, 1999

Sobre essa questão, Medeiros (2002) ressalta que há uma diferença entre o padrão formântico das vogais faladas em relação às vogais cantadas. O autor ressalta que, na vogal cantada, há uma distorção do formante, tanto acústica, quanto articulatoriamente em relação à vogal falada, ocorrendo uma sobreposição do primeiro formante das vogais [a], [e] e [o]. Nesse sentido, é responsabilidade do segundo formante a diferenciação acústica dessas vogais. A FIG. 16 representa a frequência do primeiro (F1) e segundo (F2) formantes nas vogais [a], [i] e [u].

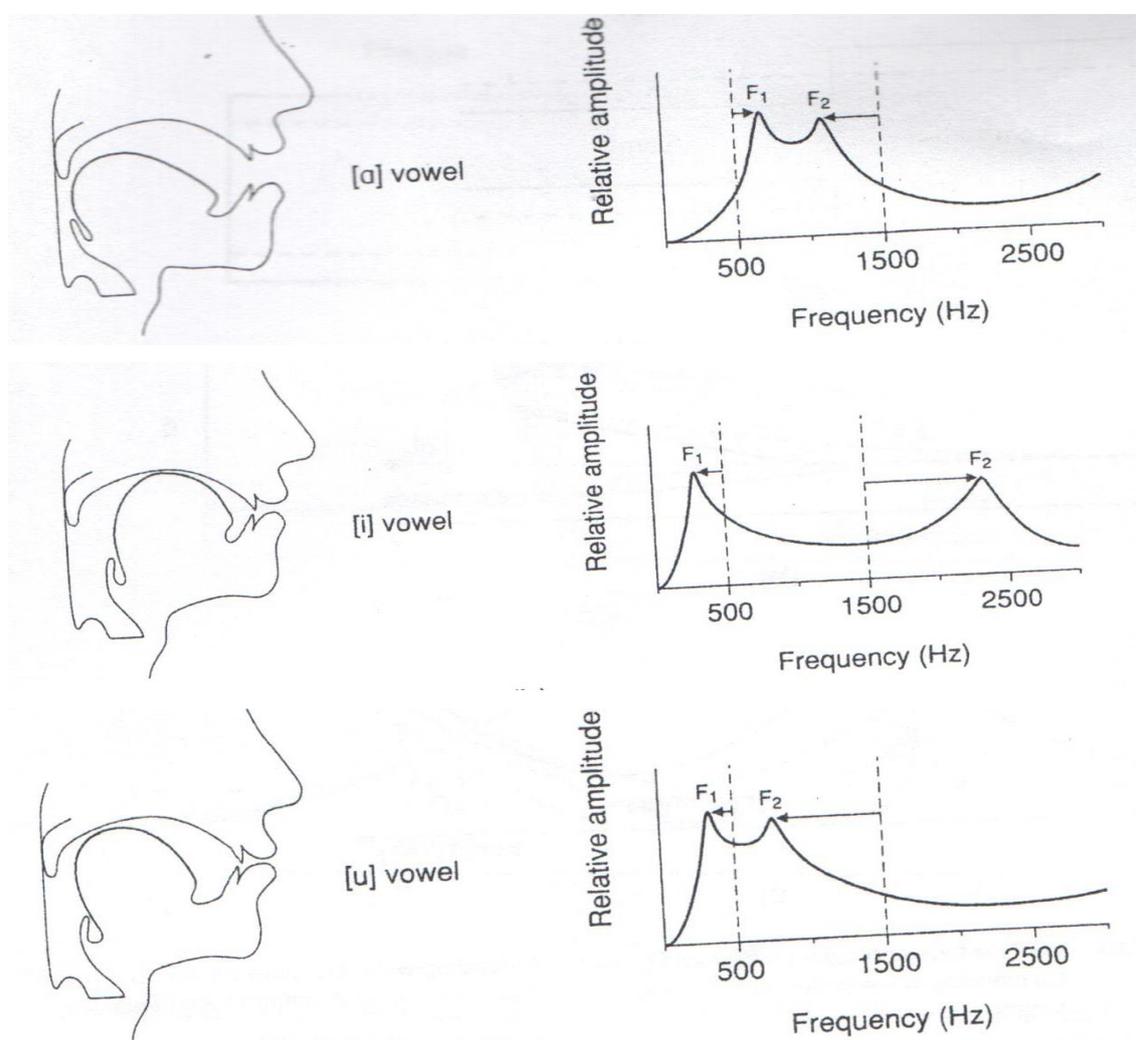


FIGURA 16 - Articulação das vogais [a], [i] e [u] e seus correspondentes espectrais (F1 e F2).

A FIG. 16 permite identificar a distinção da altura e o movimento da língua nas vogais [a], [i] e [u], além da frequência do primeiro e do segundo formantes (F1 e F2). É possível verificar essa distinção, conforme apresentado, didaticamente, no quadro a seguir:

	VOGAIS		
	[a]	[i]	[u]
Altura da língua	Baixa	Alta	Alta
Movimento horizontal da língua	Média	Anterior	Posterior
F1	+ Agudo	+ Grave	+ Grave
F2	Média	+ Agudo	+ Grave

Percebe-se que a movimentação da língua no plano vertical está relacionada com o primeiro formante (F1), já que, quanto mais alta a posição da língua, mais grave será o primeiro formante. Por sua vez, o deslocamento da língua no plano horizontal refere-se ao segundo formante (F2), já que a posição anterior da língua dá origem às frequências mais agudas.

Face ao exposto, comprova-se que o timbre das vogais depende da amplitude relativa dos harmônicos, que sofrem interferência no trato vocal. Em relação aos primeiros formantes, alguns autores como Sundberg (1987, 1991) Dinville (1993), Cordeiro, Pinho e Camargo (2007) afirmam que tanto o primeiro formante (F1) quanto o segundo (F2) sofrem influência da cavidade oral através dos articuladores do som.

É importante ressaltar que na cavidade oral estão presentes as gengivas, os dentes e a língua, juntamente com a mandíbula, que são componentes importantes para a articulação do som vocal. É possível alterar o tamanho e o formato da cavidade oral por meio do movimento da mandíbula - para baixo, para trás e para frente; da língua - anterior, posterior, elevação ou

retrocesso e dos lábios - fechados, abertos, horizontais ou verticais. A movimentação dos articuladores é um dos fatores determinantes na qualidade vocal resultante. Uma posição de língua mais posterior, na qual o dorso ficará mais elevado, poderá produzir um som com uma qualidade mais escura e mais abafada, devido à perda dos harmônicos agudos, já que tanto o primeiro formante (F1) quanto o segundo formante (F2) tendem a ficar mais graves nas vogais posteriores.

Segundo BEHLAU (2001), os formantes, na maioria das vezes, são expressos pelo seu valor médio em Hertz (Hz), ou ciclos por segundo, e designados por F1, F2, F3, [...] Fn, progressivamente. A qualidade que distingue as vogais pode ser atribuída a variações relativas das duas primeiras frequências dos formantes F1 e F2. A FIG. 17 demonstra a análise espectral do primeiro e do segundo formantes, assim como do terceiro.

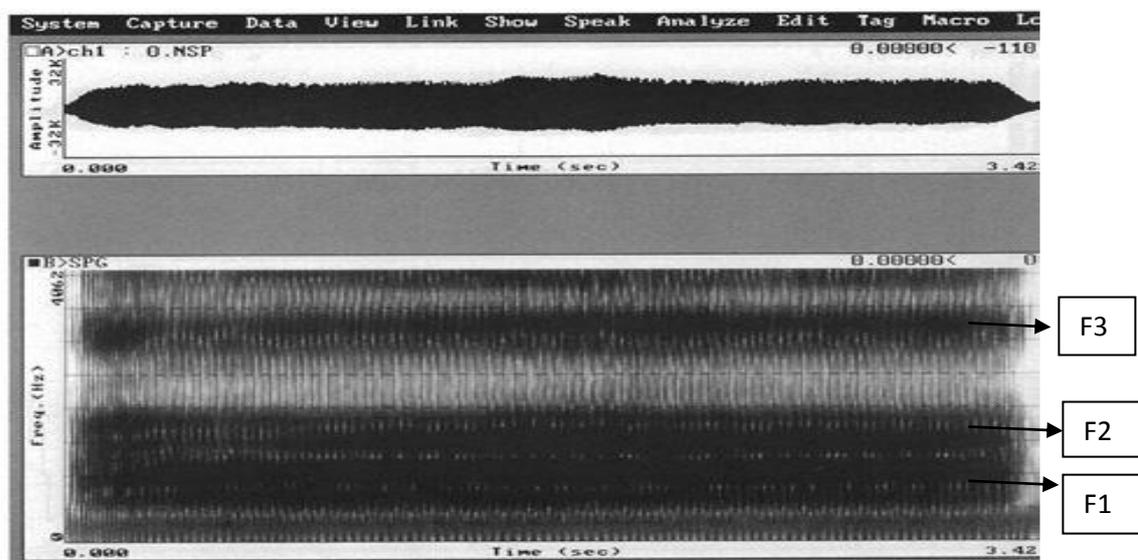


FIGURA 17 - Espectrografia da voz mostrando os formantes

Fonte: Zemlin, 2000.

Na FIG.17, as linhas horizontais escuras representam os formantes. Neste exemplo, os três primeiros formantes são expressos por F1, F2 e F3.

Em uma análise acústica, representada pela espectrografia de banda larga, os primeiros cinco formantes são os de maior interesse. Isso se deve ao

fato dos três primeiros formantes serem responsáveis pela identidade das vogais e possuem características instáveis, já que podem apresentar variações de vogal para vogal. Já o quarto e o quinto formantes não têm a mesma variação, sendo então considerados estáveis (MASTER, 2005). Assim sendo, são responsáveis pelo timbre pessoal, ou seja, pela qualidade e brilho da voz (BEHLAU, 2001).

O som produzido pelas pregas vocais contém os harmônicos da voz. Esse som, ao percorrer a supraglote, a hipofaringe, a boca e as cavidades nasais, é modificado pela massa, conformação e elasticidade dessas estruturas do trato vocal. Sendo assim, o som rico em harmônicos, ao passar por essas cavidades, transforma-se em um som com diversos formantes, resultando no som que se ouve. Modificações, ajustes ou constrictões do trato vocal podem causar mudanças nos formantes (BICKLEY e STEVENS, 1986).

A articulação das consoantes proporciona, também, uma modificação dos formantes da voz, pois a movimentação da língua numa emissão de fala, ou canto contínuo, modifica o som tanto em vogais quanto em consoantes.

É fato que consoantes não possuem formantes e sim regiões que as identificam (BEHLAU, MADAZIO, FEIJÓ E PONTES, 2001, p.160). Contudo, podemos identificar, no exemplo a seguir, como a articulação da consoante pode influenciar os formantes das vogais. Na FIG. 18, comparamos a altura do segundo formante (representado pela linha vermelha da figura), na palavra [ada] que contém a consoante [d] linguodental e na palavra [aga], que contém uma consoante velar. Houve elevação do segundo formante da vogal [a] na palavra [ada] quando comparada à palavra [aga].

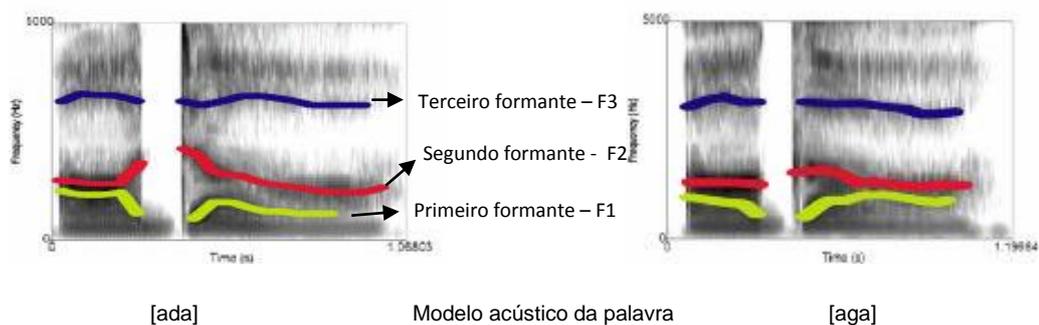


FIGURA 18 – Demonstração da altura do segundo formante das palavras [ada] e [aga]

Fonte: Disponível em <<http://www.ifi.unicamp.br/~knobel/f105/fono9b.pdf>> Acesso em 27/03/14.

Na FIG. 18, torna-se notório que a posição da língua é anterior na articulação do fonema [d]. Essa posição permitiu que o segundo formante (F2) ficasse mais agudo.

Variações consideráveis das vogais ocorrem devido às complexidades nos processos da produção da fala. No caso elementar de uma palavra contendo uma estrutura fonêmica consoante-vogal-consoante, a pronúncia da vogal dentro da palavra poderá ser influenciada pela experiência do falante (PETERSON e BARNEY, 1952). No contexto musical, a conformação da vogal pode ser modificada de acordo com a técnica do cantor, pois ele é capaz de cantar o som da vogal [u] com a posição da língua próxima ao da articulação da vogal [i].

A fim de explicitar melhor a assertiva exposta, utiliza-se, como exemplo, a articulação da vogal [u], que possui posição de língua posteriorizada, para compará-la com a vogal [i], que é uma vogal anterior. Na vogal [i], o primeiro formante (F1) é mais grave e o segundo formante (F2) mais agudo. Isso ocorre devido à anteriorização da língua durante a articulação dessa vogal. No que se refere à vogal [u], essa apresenta tanto o primeiro quanto o segundo formante mais graves. Sendo assim, é comum, na pedagogia do canto, o uso de exercícios vocais com a vogal [u], ou demais vogais, com uma leve anteriorização da língua (aquela posição próxima da vogal [i]), para que o

segundo formante fique mais agudo e a vogal, com isso, ganhe mais brilho durante a emissão vocal.

Importa ressaltar, ainda, a relação entre a emissão da voz cantada e a intensidade da voz, pois ter maior intensidade vocal, no canto, não significa cantar de forma inteligível (DI CARLO, 2007). Se analisarmos a inteligibilidade no canto, veremos que esta depende de vários fatores, tais como: a faixa sonora do emissor (cantor) para o receptor (público), que é ameaçada a todo momento devido aos fatores linguísticos e extralinguísticos; o acompanhamento orquestral, que mascara formas semânticas de palavras cantadas e a acústica do ambiente, que pode interferir negativamente nesse contexto (DI CARLO, 2007).

Segundo Di Carlo (1980), no canto ocorre uma distorção da vogal causada pelas mudanças de frequência e intensidade. Quando a intensidade das vogais ultrapassa 80 dB, (limite superior das intensidades utilizadas na fala), não restam mais que 3 (três) tipos de timbres, sendo eles [i], [a] e [u], para os quais tendem todos os outros timbres vocálicos (DI CARLO, 1980). Esse fenômeno pode explicar o porquê da falta de inteligibilidade no canto, principalmente nas frequências agudas e de forte intensidade.

2.3 O Formante do Cantor

Com base nas explanações anteriores, verifica-se que o primeiro e o segundo formantes (F1 e F2) são responsáveis pela definição das vogais. Os demais formantes (o terceiro, o quarto e o quinto), considerados *formantes superiores*, não interferem na identificação e inteligibilidade das vogais. Eles sofrem interferências diretas do trato vocal e são mais difíceis de serem controlados pelas particularidades articulatórias. Além disso, são encontrados em vozes de cantores e atores treinados. É importante ressaltar que vozes não treinadas não apresentam boa definição desses formantes superiores (STONE *et al*, 1999; CLEVELAND *et al*, 2001; BELLE, 2006, MASTER, 2006; BJORNER, 2008; LEINO *et al*, 2010 e FERGUSON *et al*, 2010).

Considerados de grande importância para a voz cantada, esses formantes superiores (junção de F3, F4 e F5) são denominados *Formante do Cantor* (SUNDBERG, 1991; CORDEIRO, PINHO e CAMARGO, 2007 e REID, et al, 2007). O quarto e o quinto formantes estão relacionados ao comprimento da laringe (FANT, 1970). Para Sundberg (1987), são dois os fatores determinantes das frequências do *Formante do Cantor*, a saber: a dimensão e a extensão do trato vocal.

O comprimento do trato vocal afeta as frequências dos formantes. Homens adultos têm comprimento do trato vocal de aproximadamente 17 a 20 centímetros. Na mulher, o trato vocal é em média 15% mais curto em relação ao trato vocal do homem de estatura média (BEHLAU, 2001 p.157). A proporção do trato vocal no homem é maior quando comparado ao da mulher (NORDSTROM, 1977 *apud* SUNDBERG, 1987). Tratos vocais maiores irão enfatizar as frequências graves e os menores, as frequências agudas (CORDEIRO, PINHO e CAMARGO, 2007).

Dong, Sundberg e Kong (2014) descobriram em pesquisa realizada com cantores da ópera ocidental que a média da frequência fundamental dos papéis masculinos foi mais baixa quando comparada aos dos papéis femininos. Isso mostra que a frequência dos formantes também pode ser influenciada pelo gênero do indivíduo.

O *Formante do Cantor* é encontrado em vozes treinadas e é definido pela amplificação sonora das frequências de 2 a 4 KHz, sendo demonstrado no espectro acústico pela junção do terceiro, quarto e quinto formantes. Essas frequências coincidem com a frequência de ressonância do meato acústico externo³, que está numa faixa de 3 a 4 KHz (WIENER & ROSS, 1946). Dessa forma, o som que chega ao ouvido tem um aumento de pressão com um ganho de energia de 10 a 12 dB. Por isso, o som cantado é amplificado ainda mais pelo processamento auditivo (ROEDERER, 2002), pois a frequência do *Formante do Cantor* coincide com a frequência de ressonância do ouvido.

³ O meato acústico externo vai desde o pavilhão até a membrana do tímpano. Apresenta-se como um canal achatado, de paredes rígidas, que o mantém constantemente aberto. É revestido por pele, rica em glândulas ceruminosas. Fonte: Dangelo e Fattini, 2002.

A técnica lírica confere à voz dos cantores um pico espectral intenso e largo, algo em torno de 3.000 Hz. Esse pico proporciona a projeção da voz sobre uma orquestra, como pode ser visto na FIG. 19. Independentemente da categoria ou classificação vocal, a intensidade do *Formante do Cantor* pode variar com a intensidade da fonação cantada, controlada pela técnica vocal (SUNDBERG, 1991).

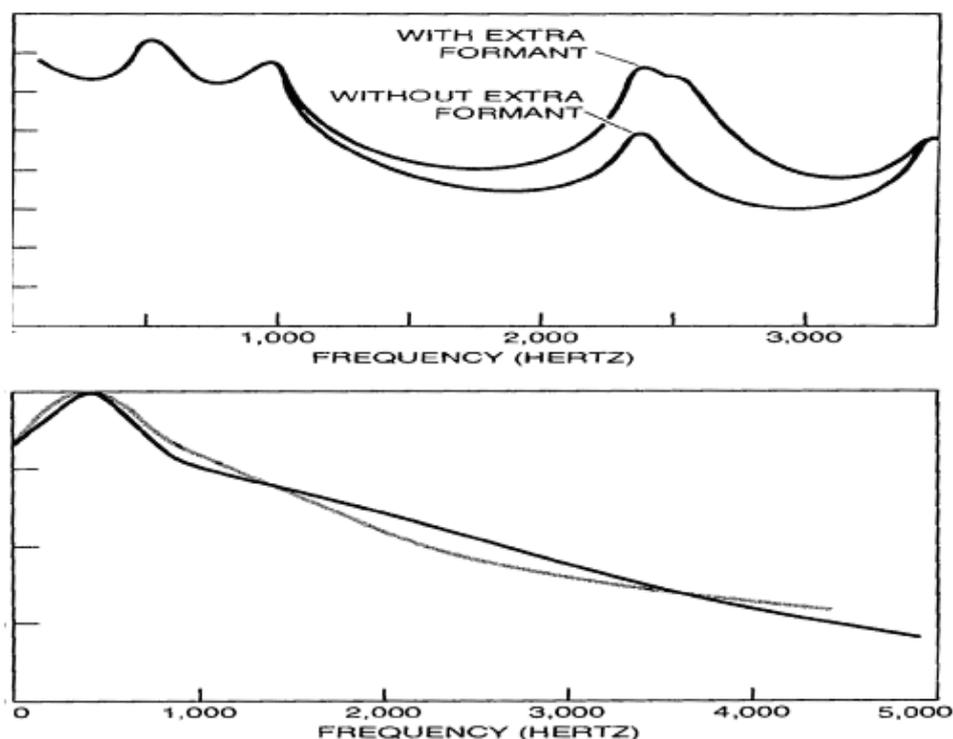


FIGURA 19- Nível de energia sonora com o formante do cantor e sem o formante do cantor

Fonte: Adaptado de Sundberg, 1977, p.112.

Assim, o *Formante do Cantor* pode ser definido como uma ressonância adicional da voz, que é o que diferencia cantores e falantes entre si. Para se obter esse fenômeno acústico na voz, responsável por favorecer seu brilho e sua projeção, alguns cantores realizam ajustes no aparato vocal. Portanto, é

importante ressaltar que um ajuste vocal controverso, ou que foge à fisiologia vocal, pode prejudicar o aparecimento ou a definição do *Formante do Cantor*.

Sundberg (1991) afirma que experimentos com modelos acústicos do trato vocal mostraram que a junção dos formantes ocorre se a faringe for larga, quando comparada à entrada do tubo laríngeo e quando há um abaixamento da laringe.

Apesar de confirmado por vários autores, tais como Sundberg, (1987,1991,2012); Behlau *et al* (2001); Cruz (2006); Cordeiro, Pinho e Camargo (2007) e Andrade e Duprat (2010), o ajuste de abaixamento da laringe não foi totalmente comprovado pelo pesquisador chinês S. Wang (1984). Ele relatou a ocorrência do *Formante do Cantor* sem o abaixamento da laringe, tanto no canto chinês quanto na música medieval, e defendeu que o pico do *Formante* ocorreu graças à interação acústica das pregas vocais com o trato vocal. (WANG, 1984 *apud* SUNDBERG, 1991).

É fato que no canto popular, de uma maneira geral, vê-se uma forma de cantar com laringe mais alta, principalmente tendo-se a técnica do Belting⁴ como modelo. A elevação da laringe não impede que certos cantores tenham o *Formante do Cantor* e nem mesmo ausência de projeção da voz. Possivelmente a diferença entre o belting e outros estilos de canto reside nas forças longitudinais sobre a laringe (SUNDBERG, et all, 1993). O autor relata que há um predomínio do funcionamento do músculo tireoaritenóideo. As pregas vocais ganham massa aumentando o ciclo fechado da fonação em quase 70% e conseqüentemente há um aumento da pressão subglótica.

As características acústicas e fonatórias dos estilos de canto dependem da fonte sonora e da frequência característica dos formantes. Elas são controladas pela pressão subglótica, pelos ajustes laríngeos e pelo formato da faringe durante o canto. Segundo Costa e Duprat (2008), no estilo de canto em que a laringe é elevada e a faringe estreitada, o resultado acústico é o aumento das frequências de todos os formantes.

⁴ *BELT* significa *Hit Hard* ou bater forte com violência, onde a laringe é submetida a uma grande pressão subglótica. Fonte: Costa e Duprat, 2008.

É importante levarmos em consideração que estamos falando de ajustes laríngeos de técnicas de canto distintas. Nesta dissertação, nosso foco de pesquisa foi a técnica do canto erudito, ou seja, os ajustes utilizados para essa técnica.

2.4 A percepção do som

O ouvido humano tem a capacidade de identificar sons de 20 à 20.000 Hz. A percepção do som é complexa e subjetiva e, para tentar quantificar essa percepção, utiliza-se o *loudness* (sensação de intensidade) e o *pitch* (sensação de frequência), que serão explicados a seguir.

2.4.1 *Loudness*

Pode ser descrito como a quantidade de pressão de som sofrida pela membrana timpânica, que resulta na percepção da intensidade da fonte sonora.

O Nível de Pressão Sonora (NPS) é frequentemente utilizado como uma medida física da intensidade vocal e é medido em decibel (dB) em relação à pressão de percepção em 1KHz (TITZE, 2013 p.191). A audição confortável está situada entre 40 e 60 dB NPS.

Colton, Casper e Leonard (2010) consideram que a intensidade da voz depende da grande pressão de ar existente abaixo das pregas vocais. O controle da intensidade se deve não somente à pressão subglótica (abaixo das pregas vocais), mas a velocidade de fechamento das pregas vocais (TITZE, 1994). Sendo assim, dois fatores são importantes nesse processo: a resistência das pregas vocais à passagem do ar e a pressão do fluxo aéreo durante o fechamento das mesmas.

2.4.2 Pitch

A frequência sonora se define pelo número de ciclos vibratórios por segundo, propriedade medida em Hertz (Hz), cuja qualidade permite que os sons possam ser classificados em graves (baixa frequência) e agudos (alta frequência) (VASCONCELOS, 2002). O *Pitch* é a sensação percebida pelo ouvido que se relaciona à altura do som (grave ou agudo). A FIG. 21 ilustra as altas e baixas frequências.

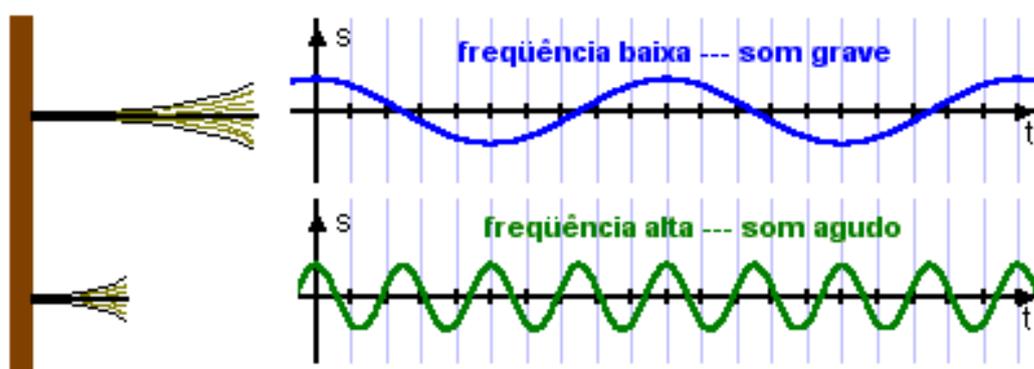


FIGURA 20 - Demonstração das altas e baixas frequências

Fonte: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&docid=p7S17Yqr7gJ38M&tbnid=rn3_a7YpW1C9bM:&ved=0CAUQjRw&url=http%3A%2F%2Fwww.if.ufrgs.br%2Fcref%2Fntef%2Fsom%2F&ei=pJdyUsblA5Tb4AO71oHYAQ&bvm=bv.55819444,d.dmg&psig=AFQjCNEZg6eohlOPCSosYPaNh0-7TbOnFQ&ust=1383328012315496>. Acesso em 31 out. 2013.

De acordo com a FIG. 21, nas altas frequências, o ritmo do sinal sonoro é mais rápido e a distância entre os picos é menor. Já nas baixas frequências, o ritmo do sinal sonoro é mais lento e a distância entre os picos é maior.

O *Pitch* é uma característica bastante complexa. A cóclea humana tem a função de transformar a energia das ondas sonoras mecânicas em impulso elétrico. Um fator importante para esse processo é o movimento da membrana basilar. Os movimentos dos estereocílios das células ciliadas da membrana basilar iniciam o processo de transdução do som, que é transmitido para o nervo auditivo (MENEZES, NETO E MOTTA, 2005).

Cada ponto da membrana basilar possui movimentos de amplitude máxima de acordo com o estímulo. Isso quer dizer que a amplitude da vibração se difere em diferentes regiões da membrana basilar, pois depende da frequência e intensidade do estímulo. Com isso, a membrana basilar produz um movimento de onda conhecido como onda viajante (FIG. 22).

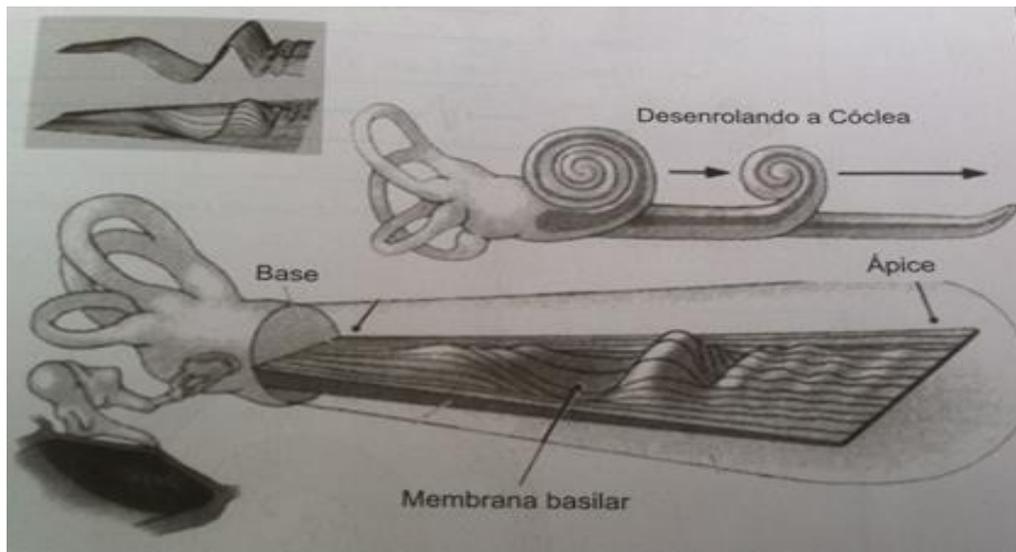


FIGURA 21 - Imagem da onda viajante na membrana basilar

Fonte: Menezes, Neto e Motta, 2005.

Na FIG. 23, pode-se verificar que o estímulo da onda viajante vai variar de acordo com o estímulo da frequência. Nas frequências mais graves, a amplitude do movimento da cóclea é maior perto do ápice. Nas frequências agudas, a maior amplitude ocorre próximo à base da cóclea (MENEZES, NETO e MOTTA, 2005 e ROEDERER, 2002).

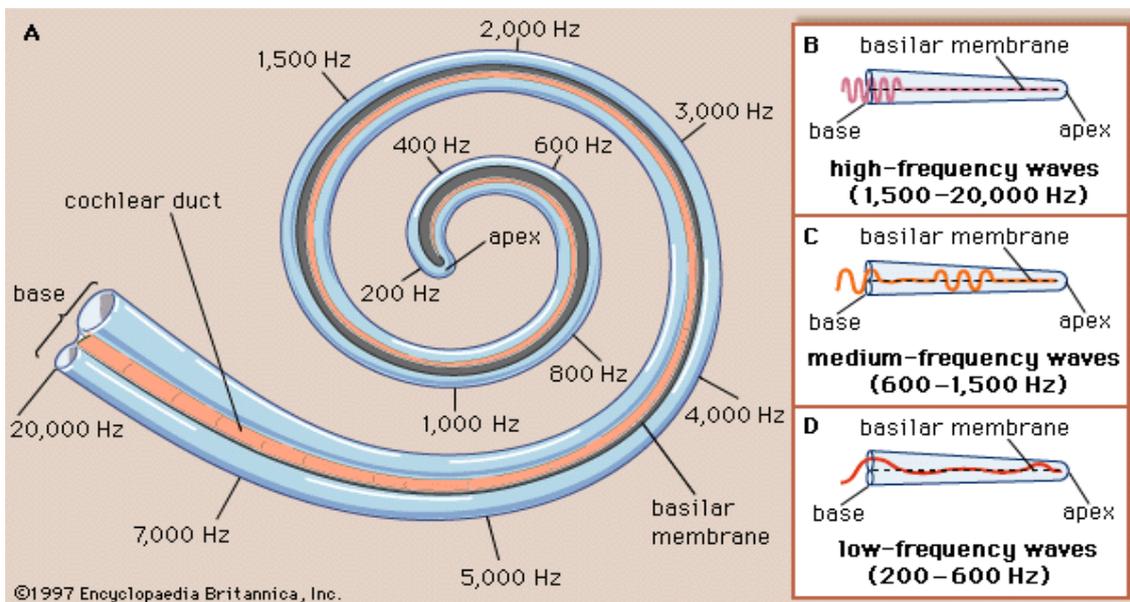


FIGURA 22 - Imagem da cóclea com seus respectivos locais de percepção do som

Fonte: Disponível em <<http://scienceblogs.com/retrospectacle/2007/02/05/basic-concepts-hearing-1>>. Acesso em 02/02/2014.

Depois que esse estímulo é transmitido ao nervo auditivo, o cérebro processa a informação e então somos capazes de ouvir e identificar o som (*pitch*). É a sensação auditiva que ajuda o cantor a comparar o *pitch* percebido com o *pitch* de referência no cérebro (SAPIR; MCCLEAN e LARSON, 1981).

Para monitoração da ação mecânica na laringe, relacionada às variações de intensidade e altura do som produzido, existem receptores⁵ de pressão, de alongamento e de articulação (SUZUKI e SASAKI, 1977). Os receptores de pressão respondem a variações na pressão do ar na glote, durante a fonação. Os receptores de alongamento respondem a aumentos na extensão da prega vocal ou na extensão do músculo cricotireoideo. Já os receptores de articulação respondem às rotações ou aos deslocamentos das articulações, que se conectam às cartilagens da laringe (TITZE, 1994). Essa

⁵ O receptor recebe, registra e grava, sinais acústicos, elétricos e/ou eletromagnéticos. É um dos elementos básicos do processo de comunicação: aquele que recebe os sinais transmitidos, decodificando-os de forma a recuperar a mensagem original produzida para atingir um destinatário.

informação talvez explique o porquê de alguns pedagogos do canto pedirem a seus alunos que pensem na nota antes mesmo de emití-la. Isso ocorre para que o aparato vocal se prepare para o ataque da nota. A partir da escuta mental do som.

2.4.3 Timbre

Timbre é a qualidade que diferencia dois sons de mesma altura e de mesma intensidade, mas que são produzidos por fontes sonoras diferentes (GARCIA, 2002).

Na voz humana, é o timbre ou a qualidade vocal (termo melhor aplicado à voz humana) que identifica o indivíduo e o diferencia de outro. As características de vibração das pregas vocais determinam a qualidade de uma voz (COLTON, CASPER E LEONARD, 2010). Além disso, a forma e a configuração do trato vocal favorecem a amplificação do som produzido pelas pregas vocais, pois se adaptam o tempo todo aos movimentos dos articuladores. A modificação dos articuladores altera o tamanho, o diâmetro, o formato e a espessura das paredes do trato vocal. Tais alterações determinam o timbre da voz do indivíduo. (KINNEY, 1994 e VIDAL, 2000).

Na revisão bibliográfica ora apresentada foram abordadas as temáticas referentes à produção do som vocal; à modificação da frequência na voz humana; à Teoria do Modelo Fonte e Filtro; à frequência fundamental e seus harmônicos; às vogais e seus formantes; ao Formante do Cantor e à percepção do som. A pesquisa realizada possibilitou verificar que o estudo de todos esses processos é de extrema importância para a melhor compreensão sobre a voz cantada.

No capítulo a seguir, denominado “Materiais e Métodos”, serão descritos todos os procedimentos realizados para a coleta e obtenção dos dados nesta pesquisa.

CAPÍTULO III: MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, abordaremos todos os passos metodológicos da pesquisa como também as descrições e justificativas dos procedimentos realizados para a sua execução.

3.1 MATERIAL E MÉTODO

3.1.1 Sujeitos da pesquisa

Esta pesquisa contou com a colaboração de 12 (doze) cantores líricos do sexo masculino, classificados como barítonos. Todos eles trabalham como cantores e possuem experiência de no mínimo 3 (três) anos de canto erudito.

O convite para participar desta pesquisa foi feito pessoalmente, por telefone ou *e-mail*. Os cantores que aceitaram o convite foram orientados quanto aos objetivos e aos procedimentos para a realização da pesquisa. Os participantes receberam a ária “Non Piu Andrai” da ópera –“As bodas de Fígaro” do compositor W.A Mozart.

Os cantores foram orientados a praticar um aquecimento vocal de livre escolha antes da gravação da ária.

3.1.2 Obtenção de dados

Foi solicitado aos cantores que executassem o trecho da ária Non Piu Andrai, apresentado a seguir (FIG. 23).

No. 9. Non più andrai

From now on

Aria

Figaro

Vivace Figaro (to Cherubino)

Non più andrai, far-fal-lo - ne a-mo - ro - so, not-te e
From now on, my ad-ven - tur - ous lov - er, no ro -

gior - no d'in - tor - no gi - ran - do, del - le bel - le tur-ban-do il ri -
man - tic phi-lan - dring ex - cur - sions. Such di - ver - sions are done with and

po - so, Nar-ci - set - to, A - don - ci - no d'a - mor, del - le bel - le tur-ban-do il ri -
o - ver, Che - ru - bi - no, my young cav - a - lier, such di - ver - sions are done with and

po - so, Nar-ci - set - to, A - don - ci - no d'a - mor.
o - ver, Che - ru - bi - no, my young cav - a - lier.

42226

FIGURA 23 - Trecho da ária Non Piu Andrai - ópera as Bodas de Fígaro
Fonte: MOZART, 1986

3.1.3 Descrição dos procedimentos

Os procedimentos utilizados nesta pesquisa foram o exame de Fibronasolaringoscopia e a gravação do áudio da voz, realizados ao mesmo tempo, na clínica de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia Amélio Maia, situada na Avenida do Contorno, 9636, 4º andar, Prado, BH – MG (Anexo II). O exame de Fibronasolaringoscopia foi realizado por uma médica Otorrinolaringologista e a gravação do áudio pela pesquisadora.

3.1.4 Justificativa dos procedimentos

O exame de Fibronasolaringoscopia consiste na introdução do endoscópio flexível na narina do indivíduo, e a avaliação também pode ser realizada através da fonação cantada (FIG. 24). Esse exame proporciona uma boa visualização do funcionamento velofaríngeo e dos ajustes faringolaríngeos durante o canto, além de favorecer a visualização dos ajustes do trato vocal e da fonte sonora realizados durante a emissão cantada (ANDRADE e SILVA; DUPRAT, 2010).

Todos os sujeitos foram submetidos a um anestésico local (Decadron 10 ml), dois jatos em cada narina, 2 (dois) minutos antes do exame, para diminuir o desconforto durante o exame.

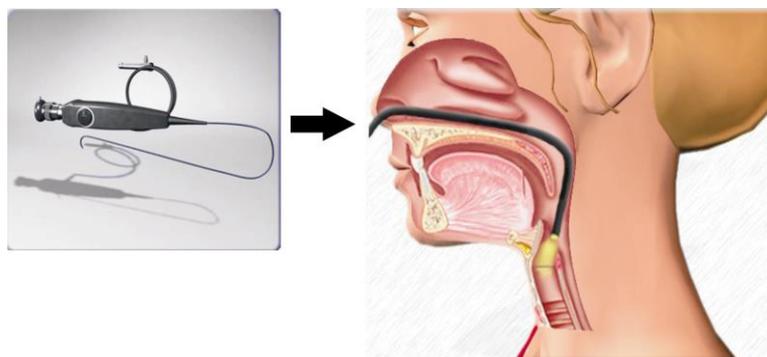


FIGURA 24 - Desenho esquemático do aparelho de Fibronasolaringoscopia e do posicionamento do aparelho na laringe durante a avaliação

Fonte: Adaptado de Vocal Parts Brasil, 2000.

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, e aprovado com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética - CAAE, cujo número da aprovação é 24404213.3.0000.5149. Os participantes admitidos no estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I), conforme resolução 196-96 CNS, a fim de que tivessem conhecimento dos objetivos do estudo, bem como da metodologia utilizada.

Dada a utilização de instrumentos de avaliação, a pesquisa foi realizada respeitando as condições éticas de seu emprego e preservando a identidade dos sujeitos. O cantor tinha a opção de deixar o processo avaliativo em qualquer fase, sem prejuízo para o desenvolvimento do estudo.

3.1.5 Gravação do áudio

Enquanto o sujeito da pesquisa fazia o exame de Fibronasolaringoscopia foi realizada, concomitantemente, a gravação do áudio utilizando o programa *WaveSurfer*.

Durante a gravação, o sujeito ficou em pé diante de um pedestal que foi ajustado a sua altura. Nesse pedestal havia um microfone que se conectava diretamente a uma placa de áudio, que transmitia o sinal para um computador. Para garantir que todos os cantores cantassem no mesmo tom e no mesmo andamento, foi disponibilizado um áudio com a gravação do acompanhamento do trecho, executado por um pianista. Para ouvir o acompanhamento da ária, os cantores utilizaram o fone de ouvido, conectado a um computador.

3.1.6 Equipamentos utilizados

No exame de Fibronasolaringoscopia, utilizou-se um aparelho Naso-faringo-laringoscópio flexível, modelo ENT -30PIV, marca MACHIDA, conectado a uma câmera Control Unit Tochiba, modelo K-CU43A focus lock SOAKABLE, lente IKM43H67. Esse conjunto foi conectado a uma fonte de luz HL 2250 Komlux. Os equipamentos utilizados podem ser visualizados na FIG. 25



FIGURA 25 - Aparelhos utilizados no exame de Fibronasolaringoscopia

Fonte: Foto

Para a gravação do áudio, foram utilizados um microfone Shure SM58, conectado a um placa de áudio M-AUDIO Fast Track, ligado diretamente a um computador Toshiba, para a captação da voz do cantor, e um fone de ouvido Philips SHM I 900, utilizado para ouvir o trecho gravado. Esses equipamentos podem ser visualizados na FIG. 26





FIGURA 26 - Equipamentos utilizados para a gravação do áudio.

Fonte: Foto

Para a captação do áudio, foi utilizado o programa *WaveSurfer* versão 1.8.5/0511011429, disponibilizado gratuitamente no site <<http://www.speech.kth.se/wavesurfer>> (Acesso em 15/07/13), desenvolvido por Kåre Sjölander e Jonas Beskow do departamento *TMH (Speech, Music and Hearing)* pertencente ao *KTH (Royal Institute of Technology)*.

Os dois procedimentos, ou seja, a captação da imagem laríngea e a gravação do áudio foram realizados no mesmo momento. Antes do início da gravação do áudio, foi solicitado aos cantores que cantassem o trecho da ária interpretando o personagem, ou seja, que dessem vida à ária como se estivessem num contexto de performance. As FIG. 27 e 28 simulam o momento da gravação de ambos os procedimentos, acústico e de imagem.



FIGURA 27 - Introdução do fibroscópio flexível na narina para captação da imagem laríngea



FIGURA 28 - Captação da imagem laríngea, juntamente com a captação do áudio.

Fonte: Foto do exame retirada pela pesquisadora.

Para alguns cantores, foi necessário a repetição do exame mais de uma vez. Em média, a duração do exame foi de aproximadamente dois minutos.

Após a coleta dos dados, a gravação do áudio foi copiada para o programa de análise acústica Praat versão 4.3.20, desenvolvido por Paul Boersma e David Weenink do Institute of Phonetic Sciences pertencente à University of Amsterdam, disponibilizado gratuitamente pelo site <<http://www.praat.org>> (Acesso em 12/12/13). Esse programa foi utilizado para verificar a presença ou ausência do *Formante do Cantor*. Nos cantores que apresentaram esse fenômeno, identificamos e analisamos, por meio do exame de laringe, o tipo de ajuste laríngeo e supralaríngeo realizado para facilitar o *Formante do cantor*.

3.1.7 Análise acústica

Para a análise acústica, foram avaliados os compassos 9º, 10º e 11º. A escolha por esses compassos se deu pelo fato dos cantores estarem mais familiarizados com o trecho, já que era a segunda vez que o mesmo se repetia. Além disso, nesse trecho ocorre uma progressão melódica ascendente culminando na nota mais aguda da ária, em dinâmica forte, o que leva os cantores a cantarem com mais energia. Esses dois fatores possibilitaram aos cantores uma emissão sonora, no trecho em questão, mais desenvolta, segura e intensa. Como nosso objetivo foi averiguar os ajustes laríngeos e supralaríngeos no *Formante do Cantor*, optamos por um trecho que nos permitisse maior facilidade de aferição. O trecho avaliado pode ser visualizado na FIG. 29.



Figura 29 - Trecho da música Non Piu Andrai avaliado na análise acústica.

Fonte: MOZART, 1986

Para a caracterização da Espectrografia de Banda Larga (EBL), foram avaliados os seguintes aspectos: presença ou ausência do *Formante do cantor*, intensidade média e máxima do traçado analisado. É importante ressaltar que a intensidade vocal é analisada pelo grau de escurecimento do traçado do espectro. (ANEXO III).

3.1.8 Análise do exame de Fibronasolaringoscopia

O exame de Fibronasolaringoscopia revelou os ajustes laríngeos e supralaríngeos ocorridos durante o canto. A fim de avaliar os dados obtidos no exame, foi criada uma tabela de avaliação com os seguintes parâmetros: na laringe - abaixamento de laringe e constrição ariepiglótica (aproximação das cartilagens aritenoideas com a epiglote); na faringe – alargamento ou constrição lateral. Foi incluído também o item base de língua posteriorizada, já que foi encontrado em alguns barítonos (ANEXO IV).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO

RESULTADOS

4.1 Resultados da Análise acústica

Na análise acústica, foi possível identificar que 100% dos barítonos avaliados (12) apresentaram o *Formante do cantor* durante o trecho analisado. Podemos identificar os formantes pelas barras escurecidas no espectrograma e verificar que todos os barítonos apresentaram energia sonora ao redor de 3 KHz.

Na espectrografia de banda larga, os formantes das vozes dos barítonos participantes da pesquisa pode ser visualizados nos espectros à seguir:

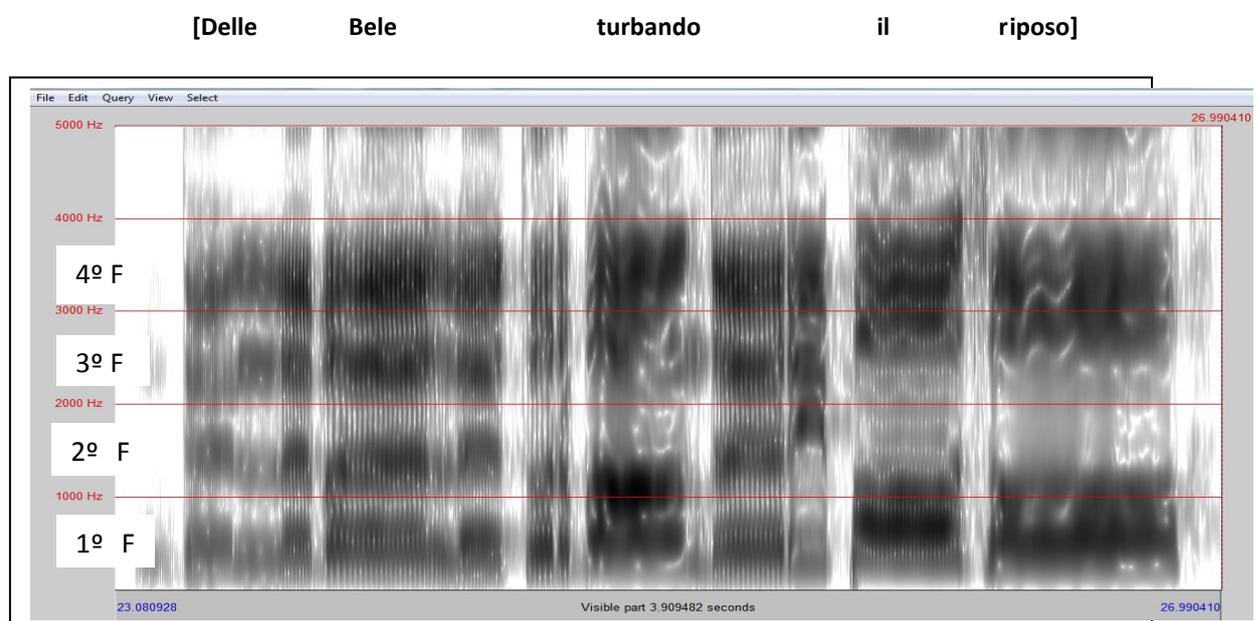


FIGURA 30 - Barítono 1 - Espectrografia de banda larga

Fonte: Análise acústica retirada do Programa Praat.

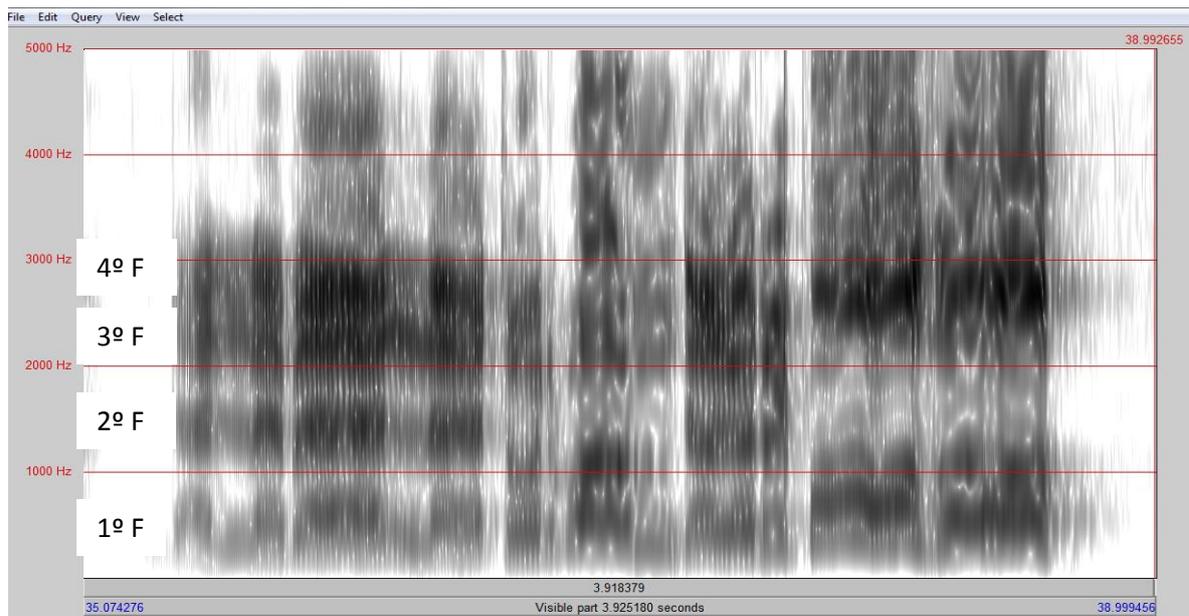


FIGURA 31 - Barítono 2 - Espectrografia de banda larga

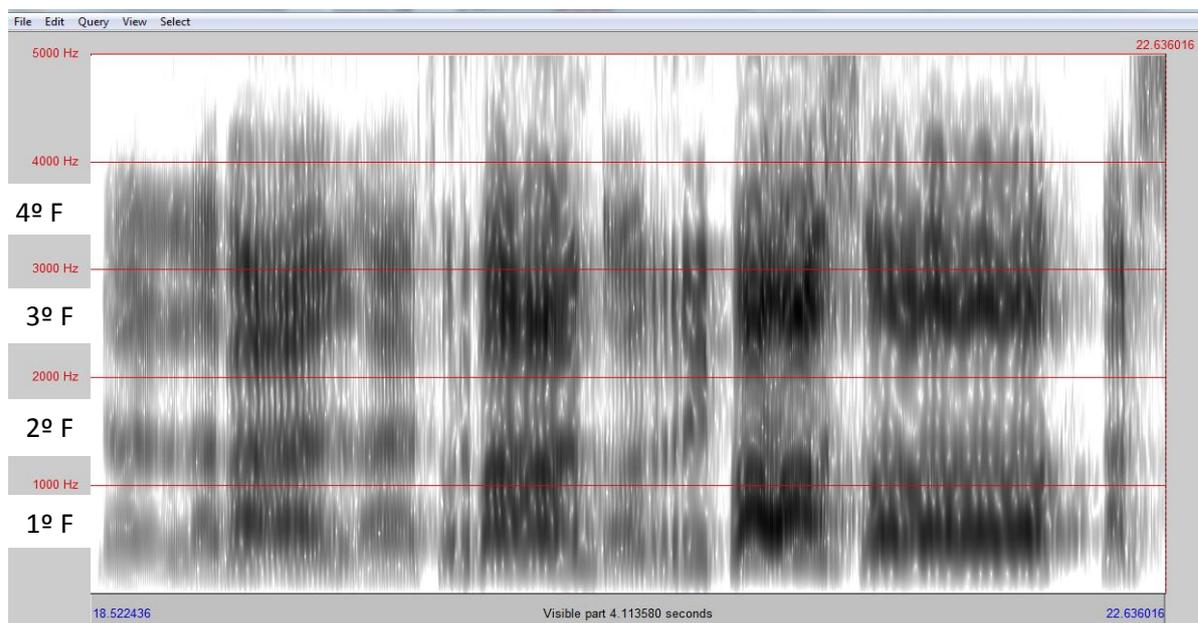


FIGURA 32 - Barítono 3 - Espectrografia de banda larga

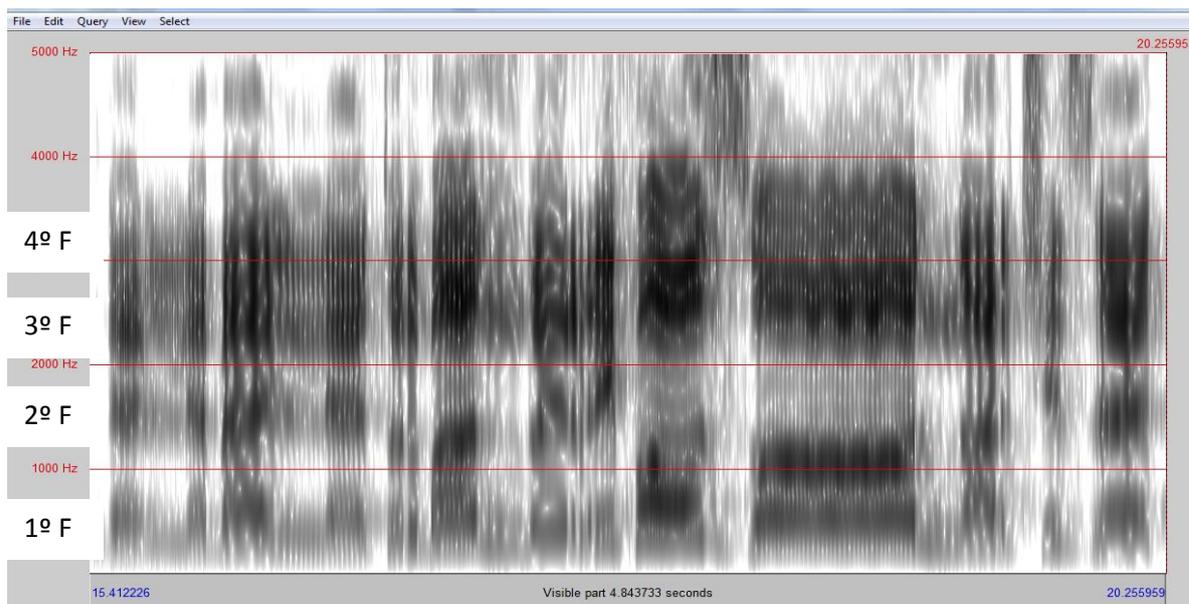


FIGURA 33 - Barítono 4 - Espectrografia de banda larga

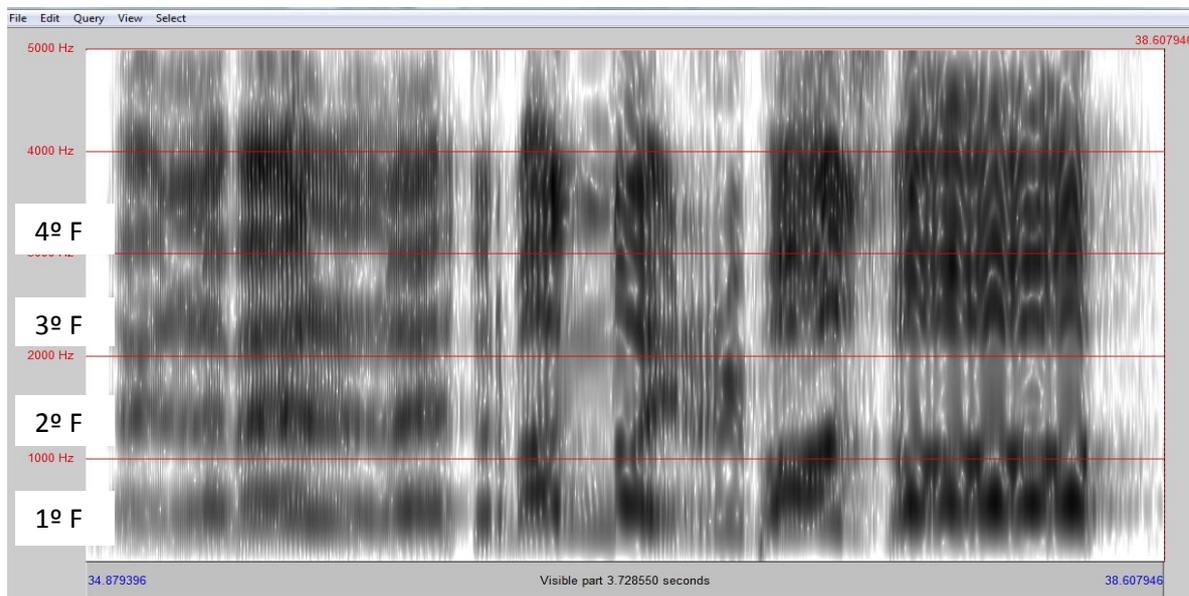


FIGURA 34 - Barítono 5 - Espectrografia de banda larga

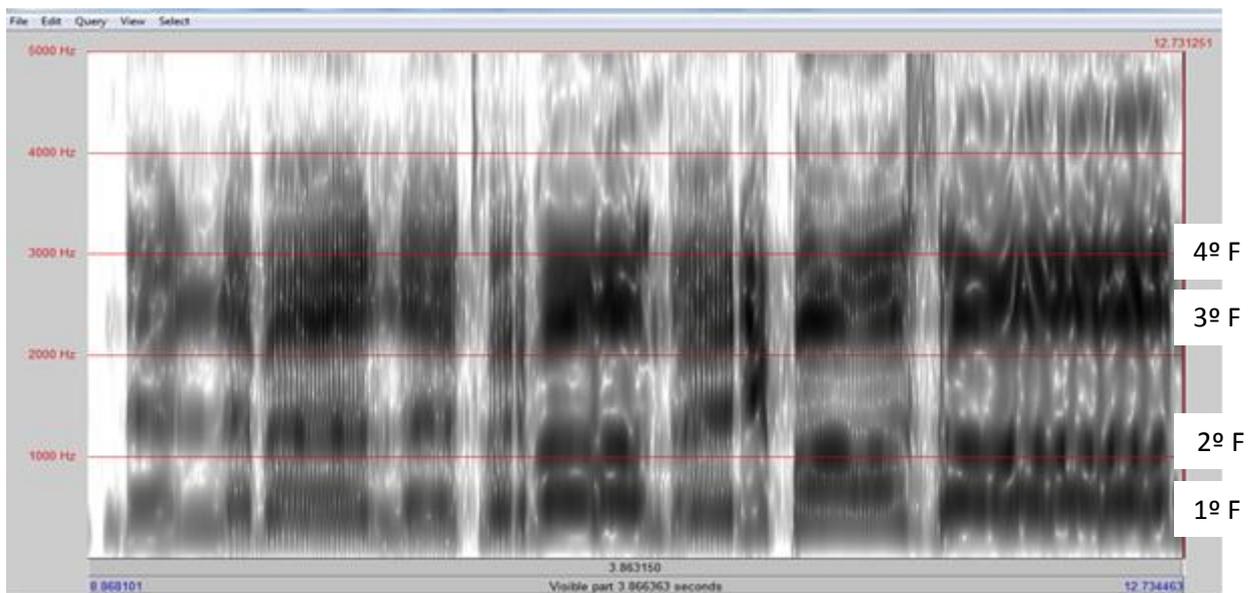


FIGURA 35 - Barítono 6 - Espectrografia de banda larga

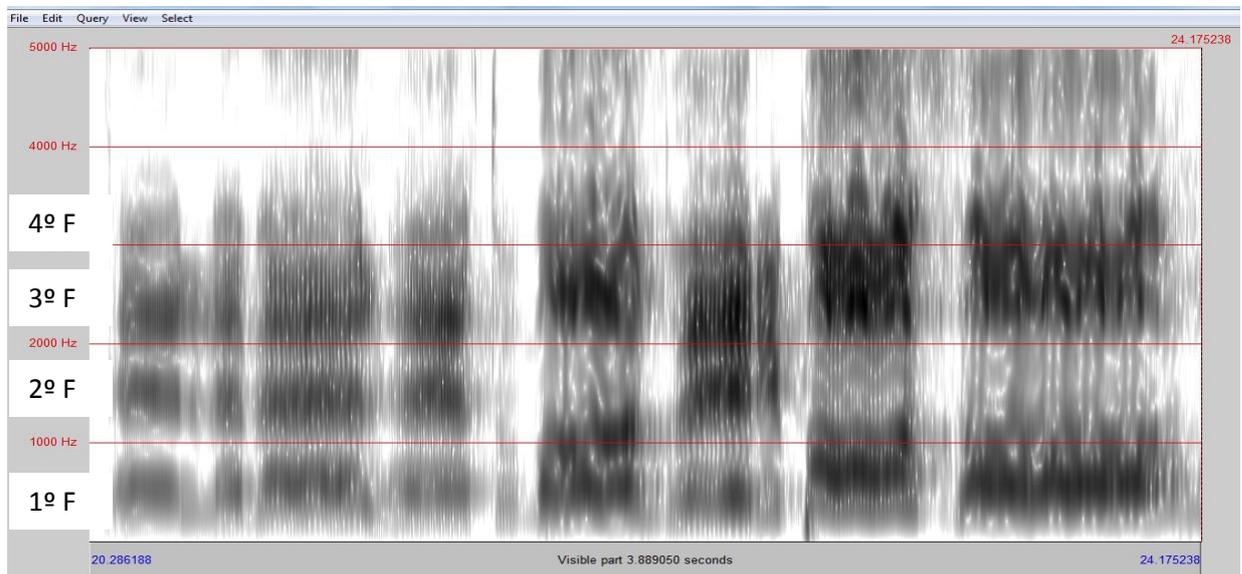


FIGURA 36 - Barítono 7 - Espectrografia de banda larga

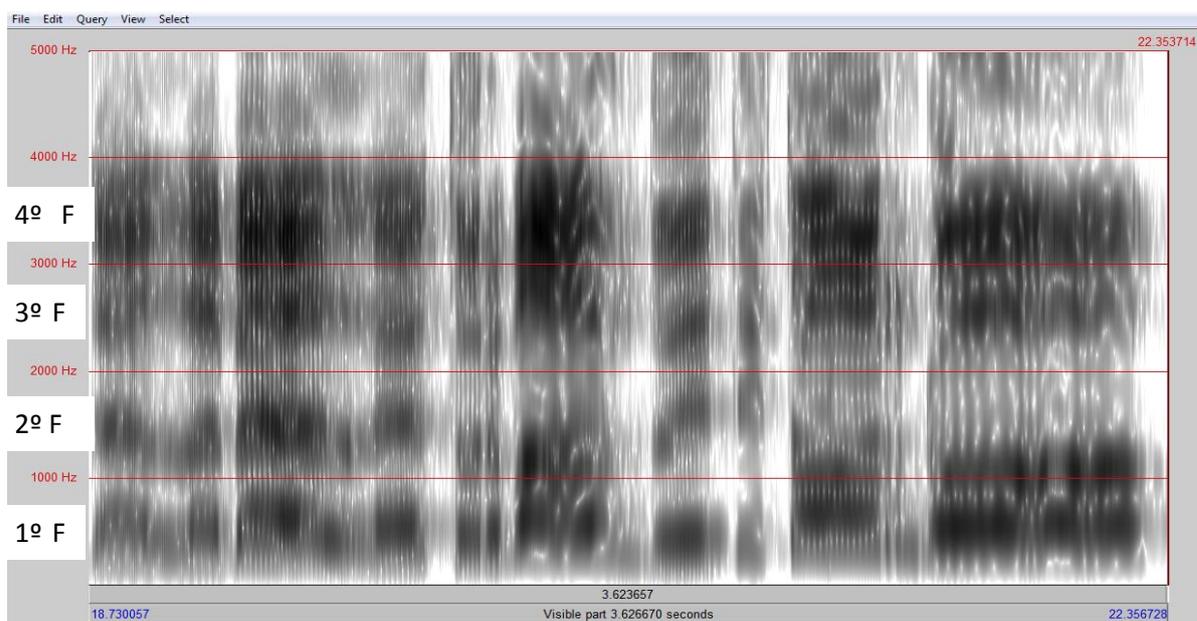


FIGURA 37 - Barítono 8 - Espectrografia de banda larga

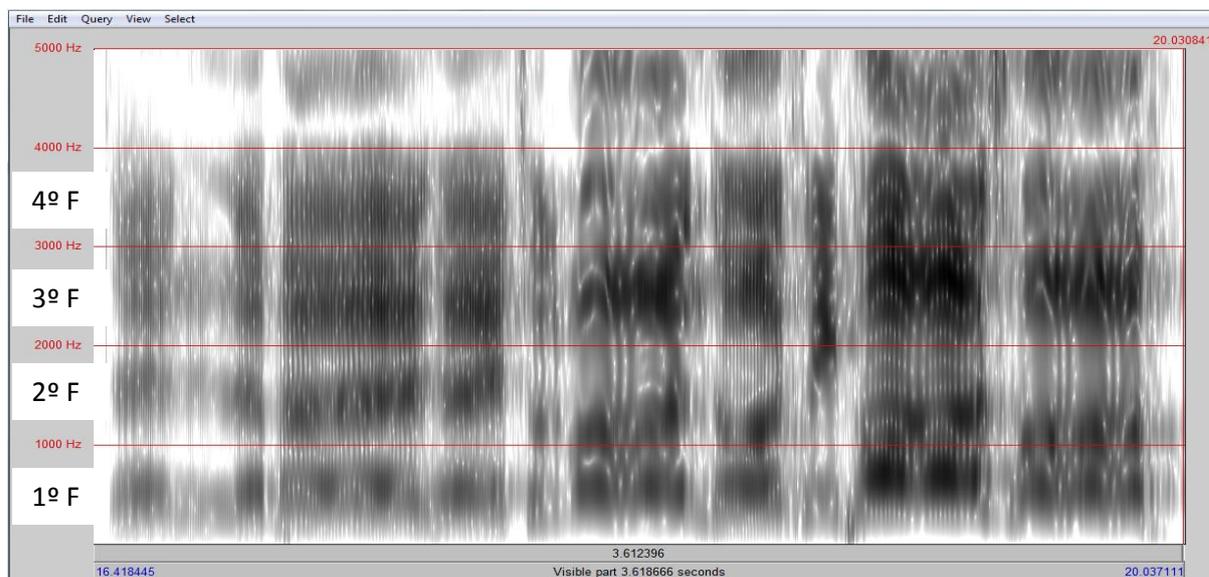


FIGURA 38 - Barítono 9 - Espectrografia de banda larga

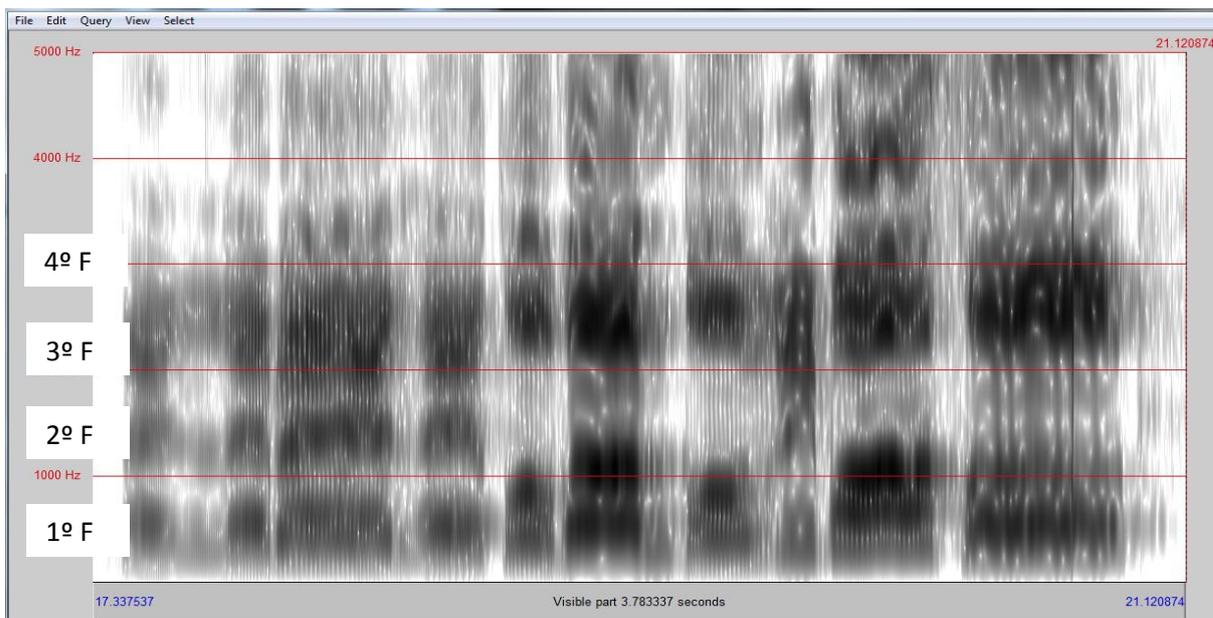


FIGURA 39 - Barítono 10: Espectrografia de banda larga

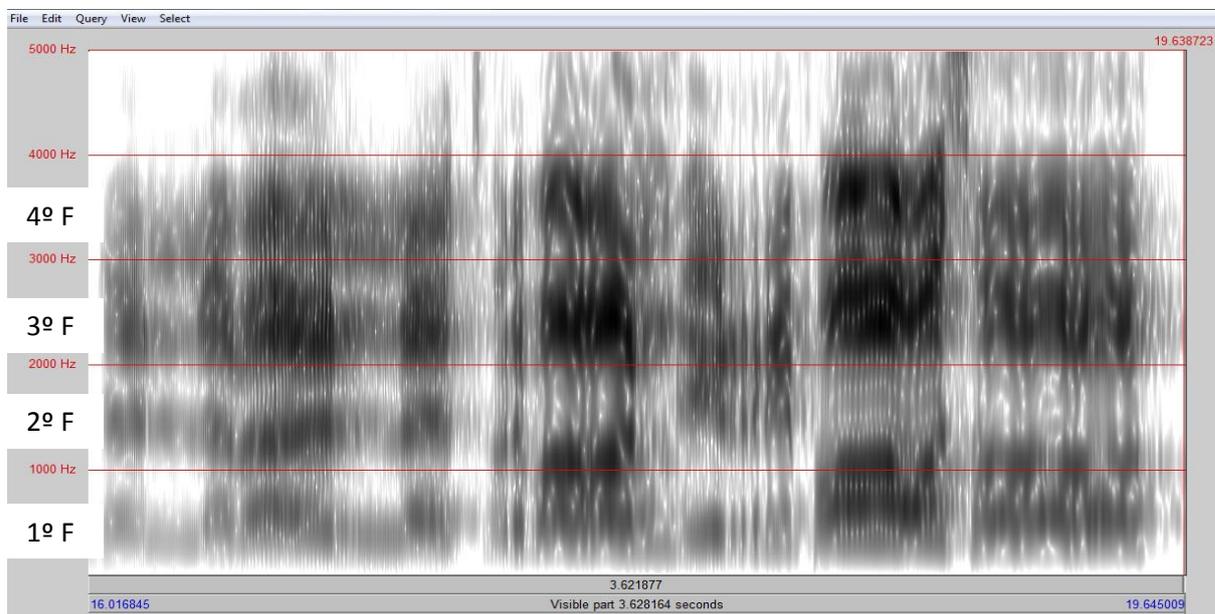


FIGURA 40 - Barítono 11: Espectrografia de banda larga

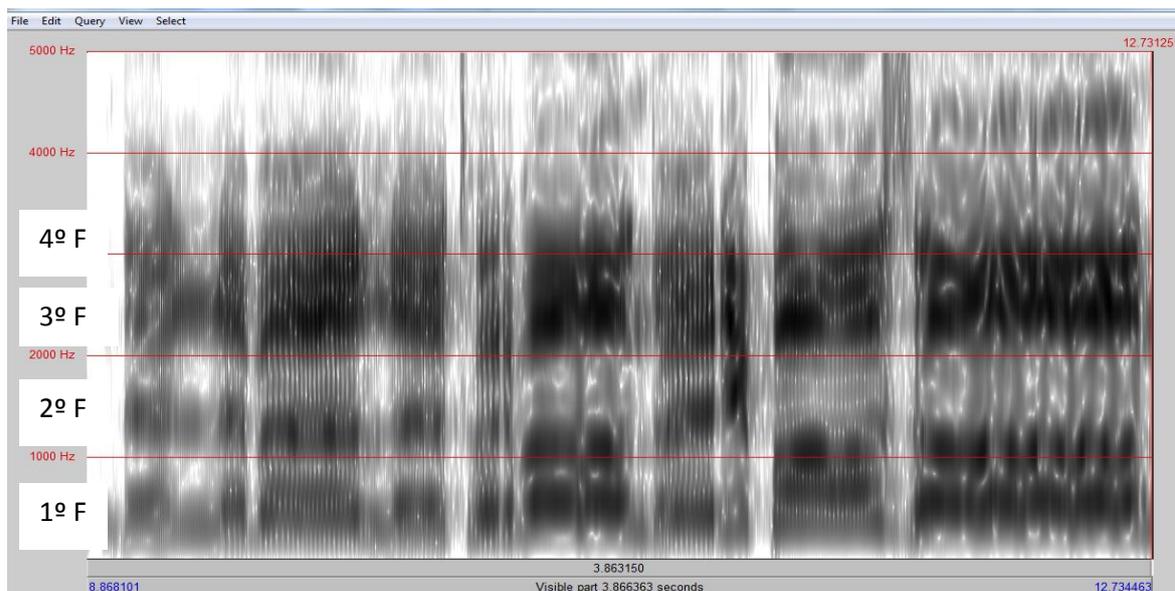


FIGURA 41 - Barítono 12: Espectrografia de banda larga

Fonte: Análise acústica retirada do Programa Praat

A espectrografia de banda larga (EBL) permite uma representação gráfica das frequências dos formantes.

Na análise feita pelo programa de análise acústica *Praat*, foi possível identificar que as curvas mais características para a identificação do *Formante do cantor*, com aumento da energia em torno de 3 kHz, estão presentes nos espectrogramas de todos os barítonos avaliados, apresentando maior concentração de energia sonora na região de 3.500 Hz, caracterizando o *Formante do cantor*.

Um fator observado nesta pesquisa foi em relação ao grau de escurecimento das barras. Quanto mais escuras forem as barras, mais intenso é o som; e o contrário, quanto mais claras as barras, menos intenso é o som. Avaliamos as intensidades média e máxima do trecho e verificamos que o menor valor da intensidade média foi de 56 dB e o maior foi de 64 dB, com diferença de 8 decibels. Com relação à intensidade máxima, a menor intensidade encontrada foi de 63 dB e a maior foi de 73 dB, resultando em uma diferença de 10 decibels. É interessante observar que a intensidade máxima

ocorreu em maior parte no último trecho que continha as palavras **il riposo**, o trecho mais agudo de toda ária (E_3).

Todos os barítonos apresentaram o *Formante do Cantor*. A fim de verificar a progressão dos formantes, foi feito um gráfico exemplificando as frequências do primeiro, segundo, terceiro e quarto formantes. Esses dados podem ser melhor visualizados no GRAF. 1

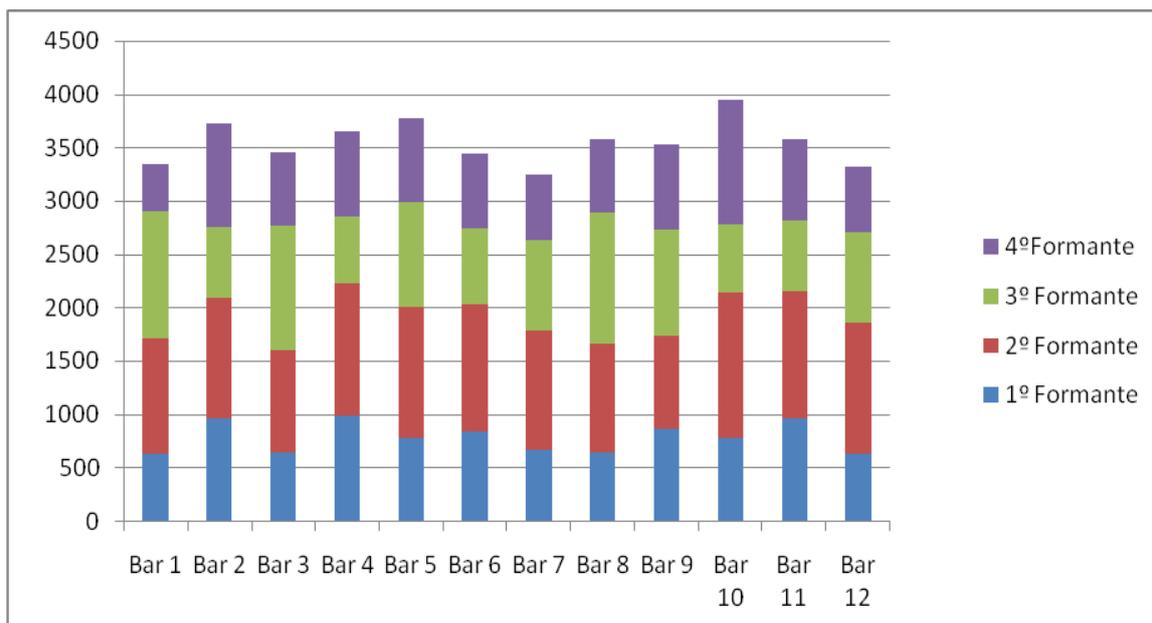


GRAFICO 1 - Medidas em Hz dos formantes. (Frequência na vertical) e formantes representado pelas cores na legenda.

Já a frequência do quarto formante (*Formante do Cantor*) mais recorrente no trecho avaliado podem ser visualizadas no GRAF.2

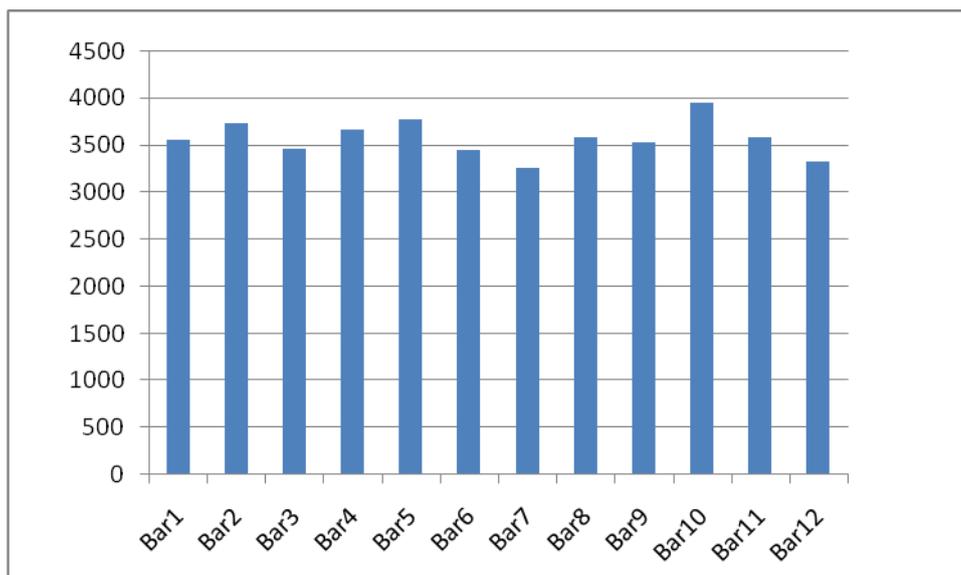


GRÁFICO 2 - Frequências mais recorrente no trecho avaliado

Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

É possível identificar pelo GRÁF. 2 que a menor frequência encontrada no trecho avaliado foi de 3252 Hz e a maior 3944Hz. A frequência média encontrada foi de 3552 Hz.

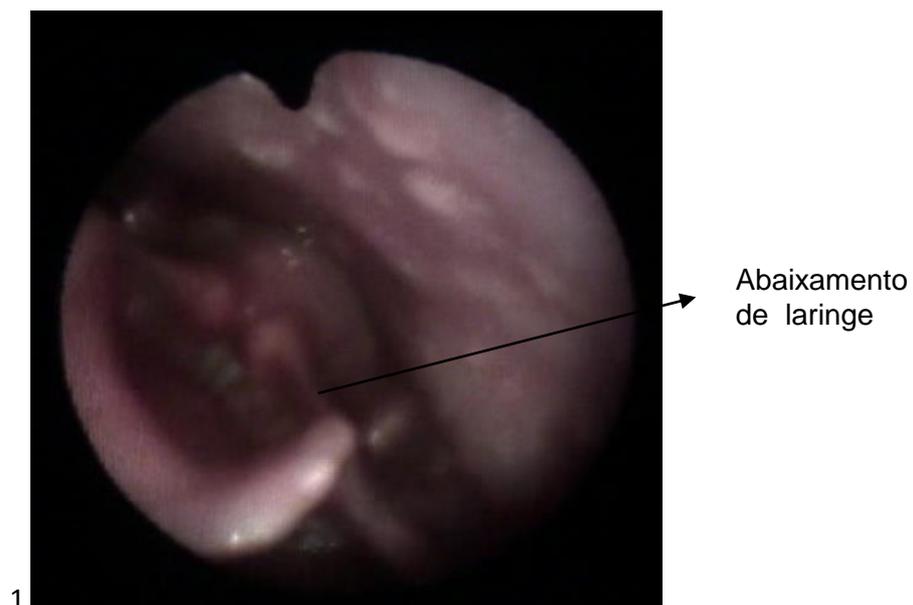
Esses dados ratificam os achados da literatura que relatam que o *Formante do cantor* ocorre ao redor dos 3000 Hz (SUNDBERG, 1991; CORDEIRO, PINHO e CAMARGO, 2007). É importante ressaltar que o BAR. 10 foi quem teve a maior frequência encontrada, com uma diferença de quase 400Hz em relação aos demais barítonos. Além disso, também foi o barítono que teve o maior valor em dB da intensidade máxima no trecho avaliado.

4.2 Resultados do exame de Fibronasolaringoscopia

O exame da laringe visou avaliar o comportamento e os ajustes da laringe e da região supralaríngea, ou seja, acima da laringe. No trecho avaliado da música Non Piu Andrai, foi possível visualizar o comportamento da laringe e da faringe envolvidas no processo da produção da voz cantada.

Por meio da Fibronasolaringoscopia, foi possível observar que 100% dos cantores (12) apresentaram o abaixamento da laringe como um dos ajustes para o *Formante do cantor*. Essa informação concorda com os achados de (SUNDBERG, 1987, 1991, 2014; BEHLAU, 2001, CRUZ, 2006 e ANRADE e SILVA E DUPRAT, 2010).

Ainda na laringe, avaliamos a constrição ariepiglótica, ou seja, a aproximação das cartilagens aritenoideas com a epiglote, e encontramos esse ajuste em 7 (58,33%) dos 12 barítonos avaliados. Essa informação também concorda com o relato de Behlau (2001), que afirma que essa constrição ajuda na ressonância da voz e na amplificação do som produzido, além de ser um facilitador para o *Formante do cantor*. Tanto o abaixamento de laringe quanto a constrição ariepiglótica podem ser visualizados na FIG. 42.



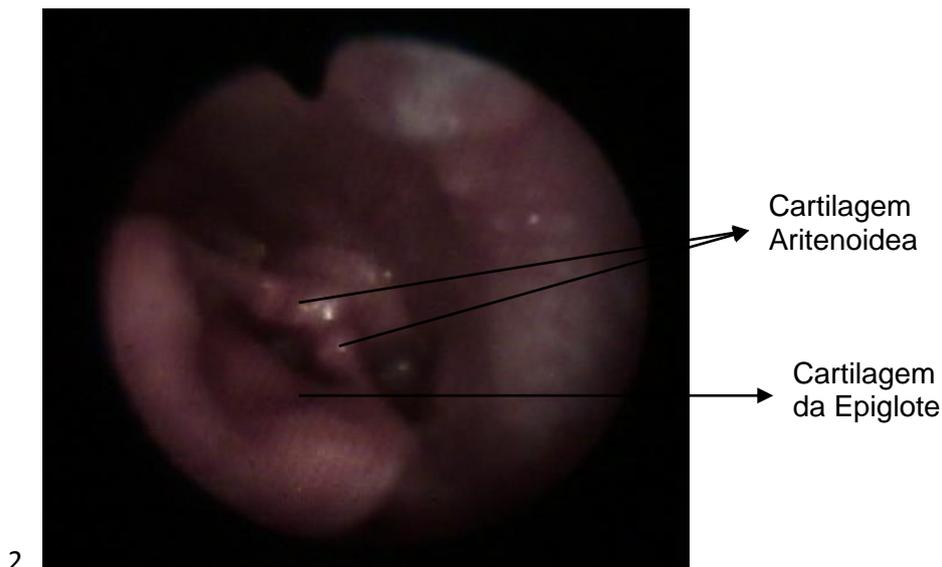


FIGURA 42 - Imagem do exame de Fibronasolaringoscopia.
 Imagem 1 - Abaixamento da laringe com alargamento da faringe.
 Imagem 2 - constrição Ariepiglótica

Fonte: Foto da pesquisa

A FIG. 42 (imagem 1). mostra o momento do ajuste de abaixamento da laringe, considerado ideal para o aparecimento do *Formante do cantor* (SUNDBERG, 1987, 1991, 2012, 2014, CORDEIRO, PINHO E CAMARGO, 2007 e BEHLAU, 1991). Além dele, a constrição ariepiglotica, FIG. 42, (imagem 2), também considerado adequado na produção do Formante do cantor (BEHLAU, 1991).

Outro ajuste que nos chamou atenção foi a posição da língua durante o canto. Verificamos que 4 (33,33%) dos 12 barítonos avaliados apresentaram posteriorização da base da língua enquanto cantavam. Desses barítonos, 1 (um) apresentou uma alteração estrutural da base da língua, ou seja, uma disfunção denominada macroglossia (aumento da base da língua). Os outros três (3) barítonos apresentaram a posteriorização da língua talvez por uma questão técnica do canto. A posteriorização da base da língua desses barítonos não impediu a visualização da laringe durante a emissão cantada, exceto em um (1) barítono, cuja posteriorização dificultou a visualização e a movimentação da laringe devido a grande projeção da base da língua para

trás. As estruturas que puderam ser visualizadas durante a emissão cantada deste barítono (BAR.10) foram a base da língua e as cartilagens aritenoideas, como pode ser visto na FIG. 43.

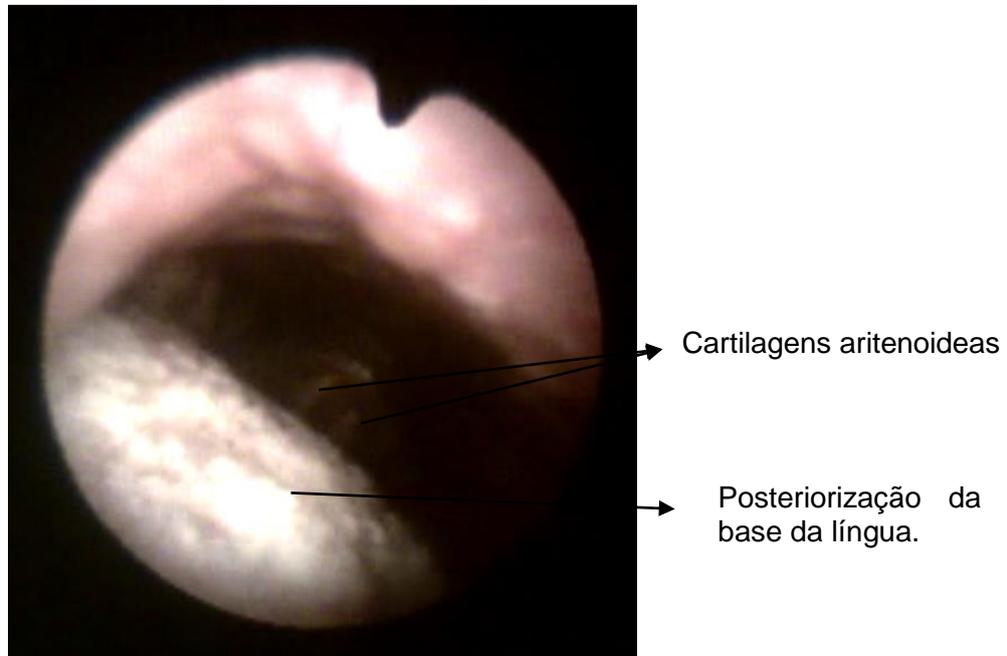


FIGURA 43 - Base da língua posteriorizada durante o trecho avaliado

Fonte: Foto da pesquisa

O fator técnico pode proporcionar a posteriorização da língua e conseqüentemente a posteriorização da ressonância no canto. Esse recurso favorece, na maioria das vezes, um timbre mais escuro. Mas um fato curioso que ocorreu com o cantor em questão foi que a maior intensidade encontrada e a maior frequência encontrada no trecho avaliado (3944 Hz) foi desse barítono (BAR.10). Talvez o excesso da tensão exercida na base da língua durante o canto fizesse com que o cantor compensasse a altura da emissão cantada aumentando a intensidade vocal.

Na faringe foi possível identificar que 9 (75%) barítonos apresentaram alargamento da faringe durante o trecho avaliado. Esse achado concorda com o trabalho de Sundberg (1987, 1991, 2014), quando relata que a faringe larga é um dos fatores que também favorece o *Formante do cantor*. Mas 3 (25%) apresentaram constrição lateral durante o canto no trecho avaliado, sendo que

dois (2) desses três cantores (BAR. 7 e BAR 12) tiveram uma associação de dois ajustes, a constrição lateral da faringe juntamente com a posteriorização da base da língua. Na FIG. 44, podemos identificar a diferença de uma laringe alargada com uma constrição da parede da faringe.

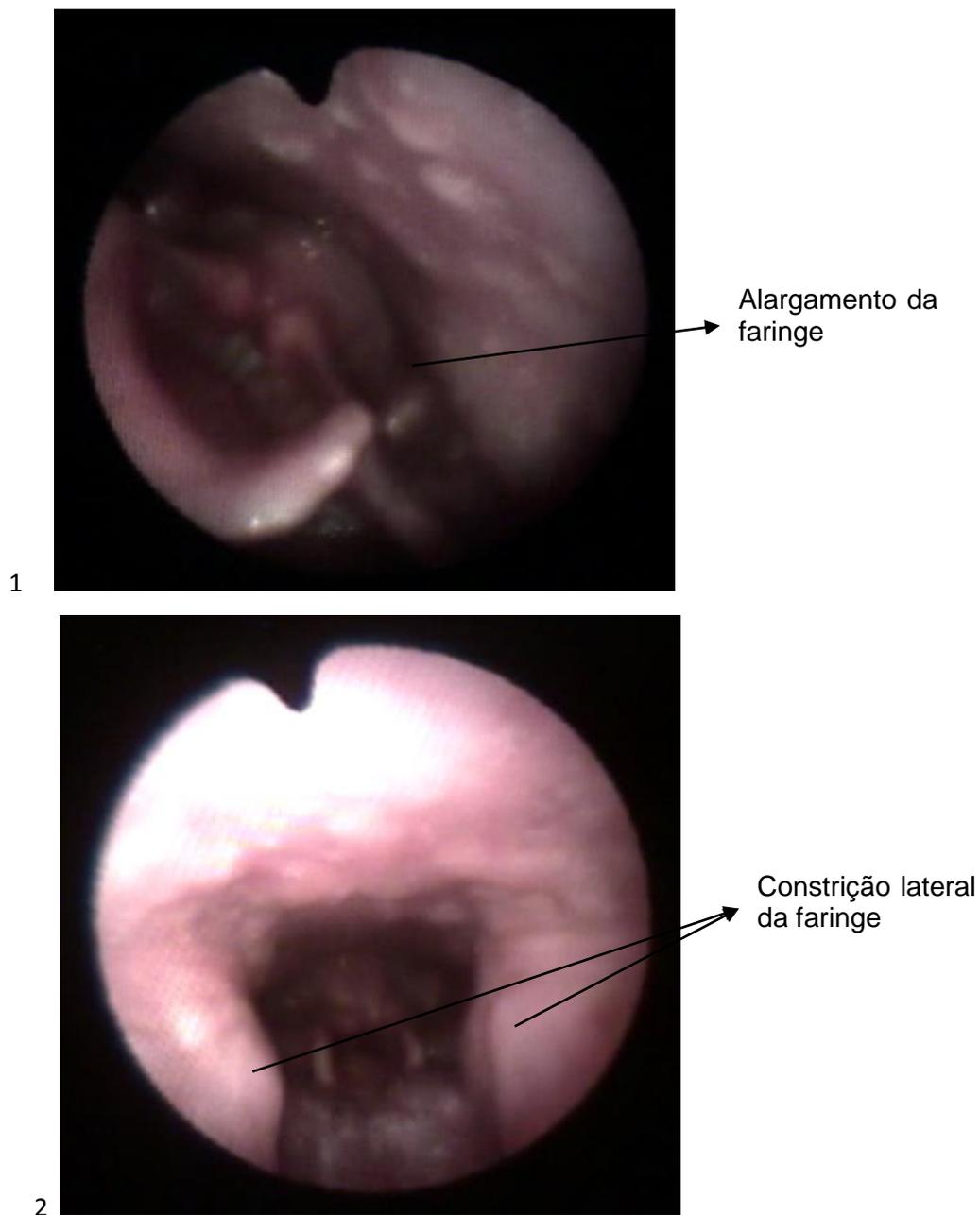


FIGURA 44 - Ajustes da Faringe

Fonte: Fotos da pesquisa

Todos os ajustes laríngeos e supralaríngeos de cada barítono, encontrados nesta pesquisa, foram inseridos de forma didática na TAB. 1, a seguir.

TABELA 1: Demonstração dos ajustes laríngeos e supra-laríngeos realizados pelos cantores barítonos

	LARINGE		BASE DA LÍNGUA	FARINGE	
	Abaixamento de laringe	Constricção ariepiglótica	Posteriorização da base da língua	Alargada	Constricção lateral
BAR 1	X			X	
BAR 2	X	X			X
BAR 3	X	X		X	
BAR 4	X			X	
BAR 5	X	X		X	
BAR 6	X	X		X	
BAR 7	X	X	X		X
BAR 8	X			X	
BAR 9	X	X		X	
BAR 10	X		X	X	
BAR 11	X		X	X	
BAR 12	X	X	X		X

Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Os resultados encontrados e relatados aqui serão melhor descritos e comparados na discussão a seguir.

Discussão

Os dados encontrados na análise acústica mostraram que todos os cantores pesquisados (100%) apresentaram o *Formante do cantor* no trecho avaliado. Esse dado confirma o que a literatura relata: que esse fenômeno é encontrado em vozes de cantores treinados, principalmente do canto erudito

(SUNDBERG, 1987, 1991, 2012, 2014; BEHLAU, 2001; CORDEIRO, PINHO e CAMARGO, 2007 e BJORKNER, 2008).

A intensidade vocal média do trecho avaliado variou entre 56 dB a 64 dB, apresentando diferença de 8 dB entre a menor e a maior intensidade média. Já a intensidade vocal máxima do trecho avaliado variou de 63 dB a 73 dB, com diferença de 10 dB da menor para a maior intensidade encontrada no trecho.

Podemos verificar que o aumento da intensidade coincidiu com o momento de maior energia exigido na ária. Ou seja, o trecho da frase **il riposo**. Além disso, torna-se necessário relatar que o aumento da energia ocorreu com o aumento da frequência. Esse achado confirma o trabalho de Di Carlo (2007), que relata que o aumento da intensidade também pode ocorrer com o aumento da frequência. Esse é um dos motivos pelos quais é necessário domínio técnico para que não haja descontrole da afinação quando a intensidade do som é aumentada ou diminuída. Segundo Sundberg (1987, 1991), o aumento da intensidade no canto também é uma forma de intensificar a energia sonora no *Formante do Cantor*.

Levando em consideração que o contexto operístico exige do cantor uma intensidade que condiz com a interpretação do personagem, entende-se a necessidade do aumento da intensidade na emissão cantada.

No que se refere aos ajustes laríngeos e supralaríngeos encontrados nesta pesquisa, podemos afirmar que o abaixamento de laringe foi um dos ajustes laríngeos mais ocorridos entre os cantores. Esse dado também concorda com os trabalhos de SUNDBERG (1987,1991, 2012, 2014); BEHLAU (2001), CRUZ (2006) e ANDRADE e SILVA E DUPRAT (2010).

Na pedagogia vocal, ajustes laríngeos e supralaríngeos podem ser explicados metaforicamente pelo professor de canto, como se segue: o aluno deve imaginar, por exemplo, a sensação de surpresa ao encontrar alguém que lhe é caro. Nesse breve instante, ocorre a elevação do véu palatino, o alargamento da faringe e o abaixamento da laringe, sendo que esse último pode ser percebido de forma tátil ao se colocar os dedos indicador e polegar na altura da cartilagem tireóidea.

Outro ajuste considerado importante na intensificação da ressonância foi a constrição ariepiglótica. Quando esse ajuste ocorre com um abaixamento de laringe e alargamento de faringe, podemos considerá-lo como ideal (SUNDBERG, 1987, 1991 e 2014 e BEHLAU, 2001).

Entretanto, um ajuste que ocorreu em 4 dos 12 barítonos avaliados foi a posteriorização da base da língua. Tal ajuste favorece o abaixamento da laringe, já que o osso hioide é a base firme para os movimentos da língua (DAGELO e FANTINI, 2002). Assim, um movimento da língua para frente eleva a laringe e o movimento da língua para trás abaixa a laringe.

Um (1) dos barítonos (BAR. 12) apresentou a posteriorização da língua devido a uma alteração estrutural da base da língua e apresentou a segunda menor frequência encontrada nessa pesquisa (3326 Hz). As frequências encontradas na análise acústica dos três barítonos que apresentaram posteriorização da base da língua, mas sem alteração estrutural, foram 3252 Hz (BAR. 7), 3579Hz (BAR.11) e 3944Hz (BAR. 10). O barítono 7 foi quem apresentou a menor frequência encontrada. A frequência do barítono 11 encontra-se dentro da média encontrada nesta pesquisa. E um fato que nos chamou bastante atenção foi que o barítono 10 foi quem apresentou a maior frequência encontrada em toda a pesquisa

O fato da base da língua ter sido posteriorizada nestes três (3) barítonos, nos leva à hipótese de que o fato pode ter ocorrido devido a uma questão técnica no canto, pois nenhum deles apresentou alteração estrutural que justificasse a posteriorização da língua.

A língua posta numa posição posterior impulsiona a laringe para uma posição mais baixa e se for abaixada de forma excessiva pode muitas vezes dificultar a movimentação da laringe durante as mudanças de frequências ocorridas no canto.

Um som gutural, posterior, caracterizado pela emissão tensa e com abaixamento excessivo da laringe proporciona uma voz com abafamento de harmônicos e sem projeção ao meio externo. Já um som produzido sem tensão, com ajustes laríngeos e faríngeos como o abaixamento de laringe e o alargamento de faringe, resultante da harmonia entre os articuladores,

proporciona um trato vocal amplo, favorecendo maior produção de harmônicos e conseqüentemente formantes mais bem definidos e com presença dos formantes superiores (F3, F4 e F5), aqueles que caracterizam o Formante do Cantor (APPLEMAN, 1986).

Um fato curioso foi que o barítono que apresentou posteriorização da base da língua, dificultando tanto a visualização quanto a movimentação da laringe durante o canto (BAR. 10) foi o cantor que apresentou a maior intensidade no trecho avaliado, além da maior frequência encontrada. Esse barítono, provavelmente, realizou alguma compensação laríngea para conseguir tal resultado, o que merece futuras investigações.

Entretanto, uma informação que nos chamou atenção em especial sobre esse barítono foi a sua etnia afrodescendente.

O fato da maior intensidade ter sido encontrada nesse barítono pode ser justificado porque o *loudness* aumentado é uma característica atribuída aos afrodescendentes, podendo estar vinculado à maior adução das pregas vocais, já que apresentam "musculatura laríngea mais vigorosa e mais larga, com inserções musculares de forma mais complexas, cartilagem tireóidea mais flexível, propiciando, possivelmente a maior adução glótica" (BOSHOFF, 1945 *apud* PIMENTA E PINHO, 2001, p.89). Além disso, o mesmo autor observou nessa etnia a inexistência do músculo ariepiglótico (responsável pela composição do esfíncter ariepiglótico). Essa ausência é associada a algumas características musculares dos afrodescendentes, como exemplo, os músculos cricoaritenóideos posteriores, aritenóideos oblíquos e transversos serem mais largos.

Mas o que pode justificar uma posição da base da língua tão posteriorizada durante o canto resultar na maior frequência de formantes encontrada nesta pesquisa, com diferença de 400 Hz em relação aos demais barítonos?

Uma posição de língua mais anterior iria favorecer o segundo formante, deixando-o mais agudo. Essa elevação da frequência iria se estender aos demais formantes, mas não foi o que ocorreu com o barítono em questão.

Um questionamento que deve ser pesquisado na população afrodescendente é sobre a inexistência do músculo ariepiglótico. Será que essa ausência pode interferir no *Formante do Cantor* nesta etnia?

Acredito que pesquisas futuras comparando etnias distintas talvez respondam a essa questão.

Em relação aos ajustes da faringe, foi possível verificar que 9 (nove) dos cantores pesquisados apresentaram alargamento da faringe, ajuste esse considerado como ideal para o Formante do Cantor (SUNDBERG, 1987, 1991 e 2014), e 3 (três) cantores apresentaram constrição lateral da faringe. Dos três cantores, dois cantores que tiveram constrição lateral da faringe também apresentaram posteriorização da base da língua. Os barítonos que tiveram essa associação de ajustes foram os que apresentaram as menores frequências encontradas na análise acústica. Esses ajustes não impediram que houvesse o Formante do Cantor, mas contribuíram para com que os cantores tivessem as menores frequências encontradas nessa pesquisa. Suponha-se que esses ajustes tenham ocorrido por falta de maturidade técnica desses cantores e/ou devido a compensações realizadas na base da língua.

O alargamento de faringe pode ser explicado no contexto da pedagogia do canto metaforicamente como "abrir a garganta". Esse gesto vocal faz com que o aluno entenda que o alargamento do tubo laringofaríngeo é importante para a produção de uma voz com mais harmônicos.

Com todas essas informações mencionadas até o momento, podemos afirmar que um único ressonador é capaz de responder tanto a uma vibração natural, harmoniosa, quanto a uma vibração forçada. Entretanto, a longevidade vocal está sempre associada a uma vibração vocal sem tensão (KINNEY, 1994). Além disso, o Formante do Cantor depende diretamente da integridade das estruturas do trato vocal que compõem o aparelho ressonador da voz.

Os ajustes encontrados aqui devem ser levados em conta quando se trata de voz cantada. Ajustes que prejudiquem o funcionamento ideal da laringe devem ser revistos tecnicamente, já que um dos grandes objetivos dos cantores é manter uma laringe saudável com ajustes que favoreçam a longevidade vocal. A falta da integridade de ajustes laríngeos ou mesmo um

modelo vocal técnico inadequado podem ser a causa de algumas alterações vocais (BEHLAU. 2001)

Sendo assim, podemos evitar ajustes e tensões desnecessários durante a emissão da voz cantada, buscando orientação junto aos profissionais que competem a essa função.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho elucidou questões acerca dos ajustes laríngeos e supralaríngeos utilizados por cantores classificados como barítonos durante a execução de uma ária de ópera. Num primeiro momento, verificou-se que todos os cantores avaliados apresentaram o *Formante do cantor*.

Em relação aos ajustes laríngeos e supralaríngeos encontrados durante o aparecimento do *Formante do cantor* no trecho avaliado, foi possível verificar que doze (100%) dos barítonos avaliados apresentaram o abaixamento de laringe como um dos principais ajustes. Foi encontrado também outro ajuste considerado ideal para o *Formante do Cantor*, que é o alargamento da faringe, em 9 (nove) dos doze (12) barítonos pesquisados.

Podemos afirmar aqui que os ajustes encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os achados literários. Todavia, alguns ajustes, como a posteriorização da base da língua e a constrição lateral da faringe, ajustes não incluídos na literatura como ideais para o Formante do Cantor, podem ter ocorrido por falta de orientação pedagógica no canto ou por uma compensação vocal na produção da voz cantada.

Ressaltamos aqui que o *Formante do cantor* é um fenômeno relevante no contexto do canto lírico, quando o cantor tem como pretensão fazer com que sua voz ganhe projeção sobre uma orquestra. Mais importante que isso, entretanto, é a integridade do aparelho vocal durante o canto. Por isso, ajustes técnicos que tensionam ou desfavorecem a voz natural do cantor devem ser repensados, pois a longevidade e a saúde da voz são prioridades ao profissional da voz cantada.

Além disso, pesquisas sobre o formante do cantor em diferentes etnias talvez possam apresentar resultados interessantes sobre a voz dos cantores afrodescendentes no contexto operístico e, principalmente, contribuir para com o conhecimento sobre o Formante do Cantor.

Esperamos que esta dissertação possa contribuir com informações importantes sobre os ajustes dos cantores classificados como barítonos, tanto para os cantores quanto para os pedagogos vocais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOZART, Wolfgang Amadeus. **The Marriage of Figaro (Le Nozze di Figaro):** Vocal Score. Ed. Ruth Martin. New York, Schirmer, 1986.

ANDRADE E SILVA M.A de; DUPRAT, André. **Voz cantada.** In: FERNANDES, Fernanda D.M; MENDES, Beatriz C.A; NAVAS, Ana Luiza P.G.P. **Tratado de Fonoaudiologia.** 2. edição. São Paulo: Editora ROCA, 2010.

APPLEMAN, R. **The Science of Vocal Pedagogy.** Indiana: Indiana University Press, 1986.

BAKEN, R.J; ORLIKOFF, Robert F. **Clinical measurement of Speech and Voice.** Second edition. Capítulo 7 – Sound Spectrography. Thomson Delmar Learning, United States of America, 2000.

BEHLAU, Mara, AZEVEDO, Renata; MADAZIO Glaucya. **Anatomia da laringe e fisiologia da produção vocal.** In: BEHLAU, Mara. **Voz o livro do especialista.** V. 1. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. Capítulo 1.

BEHLAU, Mara, MADAZIO, Glaucya, FEIJO, Deborah, PONTES, Paulo. **Avaliação de Voz.** In: BEHLAU, Mara. **Voz o livro do especialista.** V. 1. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. Capítulo 3.

BELE IV. **The speaker's formant.** Journal of Voice. 2006; 20(4):555-78.

BENNETT, Roy. **Uma Breve História da Música.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1986 (Reimpressão – 2007).

BICKLEY, C; STEVENS, k. **Effects of a tract constriction on the glottal source: experimental and modelling studies.** J. Phonetics, 14:373-82, 1986.

BOSHOFF, P.H. **The Anatomy of the South African Negro larynx.** *South African Journal of Medical Sciences*, 10: 113-119, 1945. In: PIMENTA, J; PINHO, Sílvia M.R. A voz do Negro. Livro: **Tópicos em Voz.** Organizadora: Sílvia M. Rebelo Pinho. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 2001.

BJORKNER, Eva. **Musical theater and opera singing – why so different (int) A study of subglottal pressure, voice source, and formante frequency characteristics.** Journal of Voice. Vol.22, Nº 5, p.533-540, 2008.

CANDÉ, Roland. **História Universal da Música.** Volume 1.: Martins Fontes, p.44-593. São Paulo, 2001.

CLEVELAND, Thomas F.; SUNDBERG, Johan.; STONE, R.E (Ed). **Long-Term-Average Spectrum characteristics of country singers during speaking and singing.** Journal of voice. Vol.15, nº 1, pp 54-60, 2001.

COLTON, Raymond H; CASPER, Janina K; LEONARD, Rebecca. **Compreendendo os problemas da voz – uma perspectiva fisiológica no diagnóstico e tratamento das disfonias.** 3. edição. Rio de Janeiro: Revinter, 2010.

CORDEIRO, Gislaine Ferro; PINHO, Sílvia M. R; CAMARGO, Zuleica Antonia. **Formante do cantor – um enfoque fisiológico.** In: PINHO, Sílvia M R. **Temas em voz profissional.** São Paulo: Revinter, 2007. pp. 23-30.

COSTA. Edilson. **Voz e Arte lírica – técnica vocal ao alcance de todos.** São Paulo: Lovise, 2001.

COSTA, Luíz Henrique C; DUPRAT, André de C. **Belting: uma visão otorrinolaringológica.** ACTA ORL/Técnicas em Otorrinolaringologia - Vol. 26 (1: 13-14, 2008).

CRUZ, Thiago L.B. **Estudo dos Ajustes laríngeos e supralaríngeos no canto dos contratenores: Dados Fibronasolaringoscópicos, Vídeoradioscópicos, Eletroglotográficos e Acústicos.** Dissertação de mestrado na Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais. 146 p. Defendida em Junho de 2006. Belo Horizonte- Minas Gerais.

DANGELO, José G; FANTINI, Carlo A. **Anatomia Humana sistêmica e segmentar.** 2ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2002.

DI CARLO, Nicole S. **L'intelligibilité dans le chant ou pourquoi ne comprend-on pas les chanteurs d'opera (int).** Actualité médicale. CNRS-INFO, 1981. Consacré aux travaux de Nicole Scotto Di Carlo.

DI CARLO, Nicole S. **Effect of multifactorial constraints on intelligibility of opera singing (II)**. Journal of Singing. Vol. 63. Nº 5, p 559-567, 2007.

DINVILLE, C. **A técnica da voz cantada**. 2. ed. Rio de Janeiro: Enelivros, 1993.

DONG, Li; SUNDBERG, Johan; KONG, Jiangping. **Loudness and Pitch of Kunqu Opera**. Journal of voice. Vol.28. nº 1, 2014

FANT, G. **Acoustic Theory of Speech Production**. 2nd ed. Paris: Mouton: 1970

FERREIRA, Aurélio B. de H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2º edição - Revista e Ampliada. Editora Nova Fronteira, 1986.

FERGUSON S, KENNY DT, CABRERA D. **Effects of training on time-varying spectral energy and sound pressure level in nine male classical singers**. Journal of Voice. 2010; 24(1): 39-46.

FREITAS, Euler de, **Física**, Curitiba: Positivo, 2013

GARCIA, Eduardo A.C. **Biofísica**. 2ª reimpressão. São Paulo: Sarvier, 2002.

IMAMURA, R; TSUJI, Domingos Hiroshi; SENNES, Luiz Ubirajara. **Fisiologia da Laringe**. In: PINHO, S.M.R; TSUJI, D. H; BOHADANA, Saramira C. Fundamentos em Laringologia e Voz. Rio de Janeiro: Revinter, 2005.

KINNEY, James C. Mc. **The diagnosis e + correction of vocal faults – a manual for teacher of singing and for choir directors**. Revised and expanded edition – Genevoz Music Group. Nashville, Tennessee, 1994.

LEHMANN, Lilli. **Aprenda a cantar**. Rio de Janeiro: Tecnoprint S.A, 1984.

LEINO T, LAUKKANEN AM, RADOLF V. **Formation of the actor's/speaker's formant: A study applying spectrum analysis and computer modeling.** J Voice. 2010; 25(2):150-8.

MASTER, Suely. **Análise acústica e perceptivo-auditiva da voz de atores e não atores masculinos:** Long term average spectrum e o "formante do ator".2005, 148 f. (Doutorado em distúrbios da comunicação humana) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2005.

MASTER S, BIASE ND, CHIARI BM, PEDROSA V. **O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica.** Pró-Fono Revista de Atualização Científica. 2006; 18(1): 111-20.

MEDEIROS, B.R. **Descrição comparativa de aspectos fonéticos-acústicos selecionados da fala e do canto em português brasileiro.** Tese (doutorado em Língua Portuguesa). Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas, 2002

MILLER, Richard. **On the Art of Singing.** Oxford University Press, 1996.
 _____. **English, French, German and Italian techniques of singing:** a study in national tonal preferences and how they related to functional efficiency. Boston: Scarecrow, 1977.

MILLER, G A. & NICELY, P.E. **An analysis of perceptual confusions among some English consonants.** J. Acoustic. Soc Amer.; 27:301-14, 1955.

MENEZES, Pedro de L; NETO, Silvio C; MOTTA, Mauricy A da. **Biofísica da audição.** Editora Lovise.São Paulo, 2005

OITICICA, V. **O bê-a-bá da técnica vocal.** Brasília: MusiMed, 1992.

PETERSON. Gordon E; BARNEY, Harold L. **Control Methods Used in a Study of the Vowels.** The Journal of the Acoustical Society of America. Volume 24, number 2. p -175-84. March, 1952.

PIMENTA, J; PINHO, Silva M.R. **A voz do Negro.** In: PINHO, Silvia M. R. **Tópicos em Voz.** Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2001, p.89-94.

PINHO, Silvia, M.R; PONTES, Paulo. **Músculos Intrínsecos da laringe e dinâmica vocal**. Série desvendando os segredos da voz. Vol. 1. . Rio de janeiro: Revinter, 2008

REID, Katherine LP; DAVIS, Pamela; OATES, Jennifer, et al. **The acoustic characteristics of professional opera singers performing in chorus versus solo mode**. Journal of voice. Vol.21 nº 1, 2007.

ROEDERER, Juan G. **Introdução à física e psicofísica da música**. Tradução: Alberto Luiz da Cunha. 1ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

SAPIR, S; McCLEAN, M e LARSON, C. **Human laryngeal responses to auditory stimulation**. Journal of the Acoustical Society of America, 1981. 73. 315-321.

SETHARES, Willian A. **Tuning, Timbre, Spectrum, Scale**. Second edition. Springer editora. Springer-verlag London Limites, 2005.

SILVA, Thaïs Cristófar. **Fonética e Fonologia do Português: Roteiro de estudos e Guias de exercícios**. São Paulo: Contexto, 1999.

STEVENS, K.N; HOUSE, A.S. **An acoustical theory of vowel production and some of its implications**. Journal of Speech and Hearing Research. V.4, 303-320, 1961

STONE, R.E (Ed) Jr.; CLEVELAND, Thomas F.; SUNDBERG, Johan. **Formant frequencies in country singer's speech and singing**. Journal of voice. Vol.13, nº 2, pp161-167, 1999.

SUNDBERG J. **Articulatory interpretation of the singing formant**. Journal of the Acoustical. Society of Americana, 1974. 55: 838-844.

_____ **The Acoustics of the singing voice**. Scientific American Offprints. Volume 236. Edição 3 de Scientific American. Editora W.H Freeman. 9 pg. March, 1977

_____. **The science of the singing voice**. Dekalb, Illinois: North Ill. Univ. Press, 1987.

_____. Vocal Tract Resonance. In: Sataloff RT. Eds. **Professional voice: The science and Art of clinical care**. New York: Raven Press Ltd.; 1991. P. 49-68.

SUNDBERG J, GRAMMING P, LOVETRI J. **Comparisons of pharynx, source, formant and pressure characteristics in operatic and musical theatre singing**. J Voice, 1993;6(4): 301-10

SUNDBERG, J.; GU, Lide.; HUANG, Qiang, HUANG, Ping. **Acoustical study of classical Peking opera singing**. Journal of voice. Vol.26, nº 2, pp 137-143, 2012.

SUZUKI, M e SASAKI, C. **Effect of various sensory stimuli on reflex laryngeal adduction**. Annals of Otolaryngology, 1977. 86. 30-36.

TITZE, Ingo R. **Principles of voice production**. Estados Unidos: Prentice-Hall, 1994.

_____. **A short tutorial on sound level and loudness for voice**. Journal of Singing. Vol. 70. Nº 2, p. 191-192, 2013

VASCONCELOS, José. **Acústica Musical e organologia**. Editora Movimento. Porto Alegre, 2002.

VIDAL. Mirna R de M. **Pedagogia vocal no Brasil: Uma abordagem emancipatória para o ensino-aprendizagem do canto**. 2000, 152 f. (mestrado em Música) Centro de Letras e Artes. Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

VIEIRA, Maurílio 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.

Wang S. **Singing voice: bright timbre, singer's formants and larynx positions**. In: Askenfelt A, Felicetti S, Jansson E, Sundberg J, eds. SMAC 83. Proceedings of the Stockholm International Music Acoustics Conference. Vol 1.

Stockholm, Sweden: Royal Swedish Academy of Music: No. 46:1; 1984:313–322.

WIENER, F M; ROSS, D A. **Pressure distortion in the auditory canal in progressive sound.** J. Acoust Soc Am, v.18, 1946; 401-8.

XUE SA, CHENG RW., Ng LM. **Vocal tract dimensional development of adolescents: An acoustic reflection study.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2010; 74(8):907-12.

ZEMPLIN, Willard R. **Anatomia e Fisiologia aplicada à fonoaudiologia.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

ANEXO I: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: O FORMANTE DO CANTOR E OS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS EM CANTORES BARÍTONOS: Uma Investigação Acústica e Fibronasolaringoscópica. Este estudo é um projeto de pesquisa das pesquisadoras Cristina de Souza Gusmão, Telefone: (31) 9154-8368 e (31) 3022-6587. Endereço : Rua Enéias, 765 Bairro Glória, CEP: 30880-010 Belo Horizonte - MG. Endereço eletrônico tina_gusmao@yahoo.com.br. e Mônica Pedrosa de Pádua, instalada na Rua Ministro Orozinho Nonato, 589, Ap. 301, Torre 2, Vila da Serra, CEP: 34.000-000. Nova Lima – MG. Telefone: (31) 3281-2097 e 9125-4830. Endereço eletrônico: monicapedrosa1@gmail.com.

O objetivo desta pesquisa é Identificar a presença do Formante do Cantor em cantores eruditos classificados como barítonos e verificar os ajustes laríngEOS realizados para favorecer o formante do cantor. A pesquisa se justifica pela necessidade de investigar o tema formante do cantor, já que é um tema de muito interesse para os cantores e professores de canto. O formante do cantor interfere diretamente no resultado final da emissão ouvida. Além disso, esse trabalho contribuirá para a literatura da pedagogia do canto, já que a literatura afirma que o formante do cantor ocorre em vozes com treinamento do canto erudito. Caso você aceite participar deste estudo você terá que gravar a melodia da ária Non Piu Andrai da ópera As bodas de Fígaro do compositor Mozart que será enviado via e-mail. Para a coleta das vozes o cantor será submetido a uma gravação da melodia escolhida pela pesquisadora e concomitante a isso se submeter a um exame de laringe. Todos os cantores serão orientados a fazer aquecimento vocal de livre escolha antes da gravação. Tanto a gravação do áudio da música cantada quanto o exame de imagem será realizada na clinica de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia Amélio Maia se localiza na Avenida do Contorno, 9636, 4º andar, Prado, BH-MG . Neste local estarão um microfone da marca shure SM58 conectado a uma placa de áudio da marca M-AUDIO Fast Track que será ligado diretamente a um computador da marca Toshiba para a captação da voz do cantor. O microfone

será apoiado a um pedestral, para que o cantor fique mais livre e a vontade. Na frente do cantor terá uma estante onde constará a partitura do trecho da ária que será gravado. Concomitante a gravação do áudio da voz será realizado o exame de imagem com o aparelho naso-faringo-laringoscópio flexível, modelo ENT – 30PIV marca MACHIDA, conectado a um DVD da marca LG. Esse exame consiste na introdução do endoscópio flexível na narina do indivíduo avaliado, permitindo que sua avaliação seja feita através da fonação cantada. Esse exame permite uma boa visualização do funcionamento velofaríngeo e dos ajustes faringolaríngeos durante o canto. Esse exame será feito por um médico otorrinolaringologista, sendo esse o profissional competente para essa função. Esse exame não causará nenhum tipo de dano à sua saúde geral, porém pode causar um certo incômodo na narina pelo fato de introduzir um fibroscópio flexível, mas após o término do exame que deverá durar aproximadamente 3 (três) minutos o incômodo será sanado. Após a coleta desses dados, o áudio das vozes gravadas passarão por um programa de análise acústica, cujo *software* é o Vox Metria (CTS Informática 2.6) ®. a fim de verificar a presença ou ausência do formante do cantor. Nos cantores que apresentarem presença do formante do cantor iremos comparar junto ao exame de laringe realizado que tipo de ajustes laríngeos foram feitos durante o aparecimento do formante do cantor. Caso você queira ter acesso ao resultado da pesquisa, será prontamente atendido pela pesquisadora. Caso você deseje participar da pesquisa, não haverá nenhum risco ou dano causados a você em nenhuma das etapas do estudo. Eu Cristina me responsabilizo em manter o anonimato e a privacidade dos sujeitos da pesquisa e a confidencialidade e sigilo dos dados coletados. Os resultados dessa pesquisa poderá ser futuramente utilizados em publicações ou apresentações em congressos de pesquisa. Mesmo para futuras publicações garanto preservar a identidade de todos os participantes. Sua participação é essencial para a realização da pesquisa. Porém tal participação é voluntária e não implicará em nenhum ônus, tampouco em nenhuma remuneração. Na eventualidade de ocorrerem dúvidas, entre em contato com as pesquisadoras através dos telefones (31) 9154-8368 Cristina ou 91254830 Mônica. Você poderá se retirar da pesquisa a qualquer

momento. Caso aceite participar do estudo, solicitamos que assine e date este documento.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____

Assinatura: _____

Nome legível: _____

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFMG – COEP

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade administrativa 2 - Segundo andar,
sala 2005. Fone: 3499-4592 - Site: <http://www.ufmg.br/bioetica/coep>

ANEXO II : Carta de Anuência da Clínica Amélio Maia



CARTA DE ANUÊNCIA DA CLÍNICA DE OTORRINOLARINGOLOGIA E FONOAUDIOLOGIA AMÉLIO MAIA

Declaro à Universidade Federal de Minas Gerais, que a clínica de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia Amélio Maia, que fica situada na Avenida Contorno, 9.636 – 4º andar, Prado, CEP: 30110-936 Conj. 405/408, autoriza a Pesquisadora Cristina de Souza Gusmão, RG M.9.158.343 a realizar seu projeto de mestrado utilizando o espaço físico e os aparelhos disponíveis na clínica.

A clínica disponibilizará os exames de imagem e a avaliação acústica que serão utilizados no projeto de pesquisa intitulado: O Formante do Cantor: uma investigação dos ajustes laríngeos e supralaríngeos em cantores barítonos. Os procedimentos de imagem como o exame de Vídeo Endoscopia Naso Sinusal serão realizados na clínica Amélio Maia pela médica Otorrinolaringologista Dra. Mariana Maia. Para este procedimento, a clínica disponibilizará o aparelho naso-faríngeo-laringoscópio flexível, modelo ENT – 30PIV, marca MACHIDA, conectado a um DVD da marca LG. E para a avaliação acústica que será realizado pela pesquisadora, será disponibilizado o software Vox Metria (CTS Informática 2.6). O microfone e o computador utilizado para a avaliação acústica ficará a cargo da pesquisadora, não tendo a clínica Amélio Maia nenhuma responsabilidade sobre este objeto.

A Universidade Federal de Minas Gerais não terá nenhum encargo financeiro; todos os ônus para a pesquisa ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora.

Colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Dr. Amélio Ferreira Maia
OTORRINOLARINGOLOGIA
CRM 3989

Amélio Ferreira Maia

Av. Contorno, 9.636 Diretor Geral da Clínica de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia Amélio Maia
Conj 405 / 408
Prado
CEP. 30110-936
Belo Horizonte / MG

31 . 3292.8128 / 31 . 8793.0804

ANEXO III : TABELA1: Demonstração dos ajustes laríngeos e supra-laríngeos realizados pelos cantores barítonos

	LARINGE		BASE DA LÍNGUA	FARINGE	
	Abaixamento de laringe	Compressão ariepiglótica	Posteriorização da base da língua	Alargada	Constricção lateral
BAR 1					
BAR 2					
BAR 3					
BAR 4					
BAR 5					
BAR 6					
BAR 7					
BAR 8					
BAR 9					
BAR 10					
BAR 11					
BAR 12					