

TIAGO LIMA BICALHO CRUZ

**ESTUDO DOS AJUSTES LARÍNGEOS E
SUPRALARÍNGEOS NO CANTO DOS CONTRATENORES:
Dados Fibronasolaringoscópicos, Vídeo-radioscópicos,
Eletroglotográficos e Acústicos**

Escola de Música
Universidade Federal de Minas Gerais
Junho/2006

TIAGO LIMA BICALHO CRUZ

**ESTUDO DOS AJUSTES LARÍNGEOS E
SUPRALARÍNGEOS NO CANTO DOS CONTRATENORES:
Dados Fibronasolaringoscópicos, Vídeo-radioscópicos,
Eletroglotográficos e Acústicos**

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

Linha de Pesquisa: Música e Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Maurício Alves Loureiro (Escola de Música)

Co-Orientador: Prof. Dr. Maurílio Nunes Vieira (ICEX/Física)

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Música
Universidade Federal de Minas Gerais
Junho/2006

Para meus pais, sogros, irmãos e Chris,
o meu agradecimento especial pela força
de sempre e apoio mesmo em
momentos conflitantes desta caminhada.

Como diz o ditado: “No final tudo dá
certo!” Obrigado! Amo Vocês!

AGRADECIMENTOS

À Deus por ser o pai criador do universo no qual deposito minhas esperanças e busco forças para completar os meus projetos.

À Chris que sempre me apoiou antes do início desse projeto o qual finalizei agora. Por todo amor por ela despendido a mim, pela compreensão, carinho, amizade e cumplicidade nas tarefas que tive de realizar.

Aos meus pais por terem me dado a oportunidade de sempre estudar e cursar um correto caminho pelo qual cheguei até aqui. Pelo amor e carinho mesmo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos que mesmo estando em profissões diferentes da minha souberam entender e compreender os meus objetivos de vida.

Ao meu orientador Maurício Alves Loureiro que apoiou o meu projeto e me deu a oportunidade de ingressar no mestrado.

Ao meu co-orientador Maurílio Nunes Vieira pelos grandes momentos de aprendizado nesses anos que o conheço, sempre pronto a ensinar e ajudar.

Ao Instituto de Otorrinolaringologia em nome da Dra. Juliana Landi pela disponibilidade na realização dos exames de fibronasolaringoscopia.

Ao Hospital Mater Dei em nome do Dr. Henrique Salvador por autorizar os exames de vídeo-radioscopia no setor de Radiologia ao qual agradeço a todos os médicos e técnicos que me ajudaram na operação e realização.

Ao Dr. Evandro Ribeiro da Clínica de Otorrinolaringologia Evandro Ribeiro que possibilitou a realização do exame de fibronasolaringoscopia em Juiz de Fora.

Ao Dr. Ricardo Viana da CEDIMAGEM que possibilitou a realização do exame de vídeo-radioscopia no Hospital Monte Sinai em Juiz de Fora.

Aos contratadores participantes desta pesquisa que prontamente se disponibilizaram a participar de todas as etapas de avaliação sempre com grande humor e empenho.

Aos professores da UFMG que me ajudaram nesta etapa de aprendizado seja de forma direta e indireta durante esses dois anos.

Aos funcionários da UFMG que sempre me aturaram com humor em todas as ocasiões de brincadeiras, dúvidas e questionamentos.

À todos o meu MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Objetivo: pesquisar os ajustes laríngeos e supralaríngeos durante o canto do contratenor em contexto musical, buscando-se elucidar o mecanismo de produção da voz e identificar a relação desses ajustes com as características acústicas da fonte vocal e do filtro no falsete cantado. **Métodos:** quatro contratenores foram avaliados por meio da fibronasolaringoscopia, vídeo-radioscopia e eletroglotografia, sendo que todas as avaliações foram acompanhadas da gravação das amostras vocais para análise acústica. Os vídeos foram analisados para se obter informações referentes aos tipos de ajustes laríngeos e supralaríngeos ocorridos nas tarefas realizadas para correlação com os dados obtidos na análise do EGG (coeficiente de contato) e análise acústica (formante do cantor). Quatro tipos diferentes de tarefas foram propostas, sendo que todas estavam inseridas em um trecho musical, caracterizando as emissões vocais dentro de um contexto usual de canto. **Resultados:** nas quatro tarefas (movimento melódico rápido, escala descendente, salto de intervalo e crescendo em nota sustentada) os resultados foram distintos. O comportamento laríngeo e supralaríngeo evidenciou abaixamento de laringe nas tarefas de movimento melódico, escala descendente e crescendo e elevação discreta nas tarefas de salto de intervalo. A predominância de abaixamento de laringe ocorreu até a nota Ré₅ (587 Hz), sendo que a elevação foi observada na nota Fá#₅ (740 Hz). O palato mole permaneceu fechado e elevado, a língua elevada com pouca variação no eixo antero-posterior e os lábios em protrusão na maior parte das emissões. O coeficiente de contato variou de 42% a 50% em média, enquanto que o formante do cantor esteve presente em todas as tarefas, mas não para todos os sujeitos, sendo menos presente na tarefa de salto de oitava (Fá#₄ – Fá#₅). **Conclusões:** Os contratenores lançam mão da técnica de abaixamento de laringe que ocorre predominantemente em quase todas as situações de seu canto. Leves constrições laterais da faringe inferior são observadas quando emitem nota acima do Ré₅ (587 Hz). O coeficiente de contato varia entre 42% a 50% em média, mas pode oscilar de 20% (em emissões na região grave) a um pico de 75% (em emissões de salto de intervalo próximas ao topo da tessitura). Observou-se presença característica do formante do cantor com picos de amplitude nas regiões de 2750 ou 3250 Hz em níveis elevados. Os contratenores utilizaram mecanismos para sintonia de F₀-F₁, como abaixamento da mandíbula, ocorrendo em regiões de F₀ igual ou maior que F₁, onde houve maior transferência de energia acústica para o trato vocal, por causa da alta impedância supraglótica.

ABSTRACT

Objective: To investigate the laryngeal and supralaryngeal adjustments of the countertenor singing voice in a musical context, trying to elucidate the voice production mechanism and to identify the relationship between these adjustments and the acoustical characteristics of the voice source and of the filter in falsetto.

Methods: four countertenors were evaluated with videofiberscopy, video-radioscopy, electroglottography, and acoustic analysis. Four types of tasks (fast melodic movement, descending scales, leap interval and *crescendo* in a sustained note) were performed by the participants, all tasks being inserted in an usual musical context. The videos were analyzed, information concerning laryngeal adjustments and supralaryngeal gestures was obtained, and these data were compared with measures taken from the electroglottographic (closed quotient) and acoustic analysis recordings (singer's formant).

Results: in the four tasks, the results were distinct. The laryngeal and supralaryngeal behavior evidenced lowering of the larynx in the fast melodic movement, descending scale and *crescendo* tasks, and discrete rise in the leap interval tasks. The predominance of larynx lowering occurred up to D₅ (587 Hz), larynx rising being observed in F#₅ (740 Hz). The soft palate remained closed and high, the tongue rose with little variation in the anteroposterior axis and the lips were protruded during most part of the emissions. The closed quotient varied from 42% to 50%, whereas the singer's formant was present in all tasks, but not for all the participants, being also less present in the task of octave leap (F#₄ – F#₅).

Conclusions: The countertenors always used the technique of larynx lowering that predominantly occurred in almost all situations of the recordings. Small lateral constrictions of the lower pharynx were observed when they emitted notes above D₅ (587 Hz). The closed quotient varied from 42% to 50%, on average, but it ranged from 20% (in emissions in the lower range) to a 75% peak (in leap interval emissions next to the top of the tessitura). The singer's formant was commonly present, with high amplitude levels peaks in the range of 2750-3250 Hz. The countertenors used mechanisms for F₀-F₁ tuning, such as jaw lowering, in regions where F₀ was equal or larger than F₁, resulting in greater acoustic energy transference to the vocal tract, due the high value of the supraglottic impedance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA LARINGE E DA TRAQUÉIA NO PESCOÇO (ADAPTADO DE BEHLAU, AZEVEDO & MADAZIO, 2004).	5
FIGURA 02 – DESENHO ESQUEMÁTICO DOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DA LARINGE EM VISÃO LATERAL E SUPERIOR: CT – CRICOTIREÓIDEO; TA – TIREOARITENÓIDEO; CAL – CRICOARITENÓIDEO LATERAL; CAP – CRICOARITENÓIDEO POSTERIOR; A – ARITENÓIDEO (ADAPTADO DE BEHLAU, AZEVEDO & MADAZIO, 2004).	6
FIGURA 03 – DESENHO ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A DIREÇÃO DO FLUXO AÉREO ATRAVÉS DA GLOTE E EM CONTATO COM A COLUNA DE AR SUPRAGLÓTICA (ADAPTADO DE TITZE, 1994).	8
FIGURA 04 – REPRESENTAÇÃO DIAGRAMÁTICA DA TEORIA FONTE-FILTRO DA PRODUÇÃO DAS VOGAIS. O ESPECTRO DA FONTE LARÍNGEA, U(S), É FILTRADO PELA FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA, T(S), E O EFEITO DE RADIAÇÃO, R(S), PRODUZ O ESPECTRO DE SAÍDA, P(S). (ADAPTADO DE KENT & READ, 1992).	10
FIGURA 05 – ÁRIA <i>LA GIUSTIZIA HA GIÀ SULL'ARCO</i> DA ÓPERA <i>GIULIO CESARE</i> DE GEORGE FREDERICK HAENDEL (TRECHO 01)	19
FIGURA 06 – ÁRIA <i>LA GIUSTIZIA HA GIÀ SULL'ARCO</i> DA ÓPERA <i>GIULIO CESARE</i> DE GEORGE FREDERICK HAENDEL (TRECHO 02)	19
FIGURA 07 – ÁRIA <i>LA GIUSTIZIA HA GIÀ SULL'ARCO</i> DA ÓPERA <i>GIULIO CESARE</i> DE GEORGE FREDERICK HAENDEL (TRECHO 03)	20
FIGURA 08 – DESENHO ESQUEMÁTICO DO APARELHO DE FIBRONASOLARINGOSCOPIA E DO POSICIONAMENTO DO APARELHO NA LARINGE DURANTE A AVALIAÇÃO (ADAPTADO DE VOCAL PARTS BRASIL, 2000).	24
FIGURA 09 – DESENHO ESQUEMÁTICO DO APARELHO DE ELETROGLOTOGRAFIA E DO POSICIONAMENTO DOS ELETRODOS NO PESCOÇO.	25
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA FORMA DE ONDA TÍPICA (VOZ MODAL, LARINGE SAUDÁVEL) E AS CORRESPONDENTES SEÇÕES CORONAIS DAS PREGAS VOCAIS. (1) PRIMEIRO CONTATO SUBGLÓTICO; (2) AUMENTO DO CONTATO VERTICAL; (3) MÁXIMO CONTATO E MÁXIMA COMPRESSÃO MEDIAL; (4) SEPARAÇÃO DAS BORDAS INFERIORES DAS PREGAS VOCAIS; (5) SEPARAÇÃO DAS BORDAS SUPERIORES DAS PREGAS VOCAIS; (6) APROXIMAÇÃO DAS BORDAS INFERIORES (ADAPTADO DE VIEIRA, 1997).	26

FIGURA 11 – POSIÇÃO DO SUJEITO EM RELAÇÃO À AMPOLA E A PRANCHA.....	28
FIGURA 12 – POSIÇÃO DO SUJEITO EM RELAÇÃO AOS MICROFONES.....	29
FIGURA 13 – POSIÇÃO DO BIOMBO E DO GRAVADOR.....	29
FIGURA 14 – TRAÇADO ELETROGLOTOGRÁFICO (A) COM FLUTUAÇÃO DA LINHA BASE; (B) FILTRADA.....	34
FIGURA 15 – TRAÇADO IRREGULAR NA ONDA EGG FILTRADA PRESENTE NO FINAL DA ESCALA DESCENDENTE DO TRECHO 03 NA VOGAL /O/ ANTES DA ARTICULAÇÃO DO /r/.	35
FIGURA 16 – EXTRAÇÃO DO COEFICIENTE DE CONTATO (CC) DA ONDA EGG PELA ESTIMAÇÃO DA DURAÇÃO (AMOSTRAS) DA FASE FECHADA (A) E DA DURAÇÃO TOTAL (AMOSTRAS) DO CICLO VIBRATÓRIO (B).	36
FIGURA 17 – IMAGENS REPRESENTATIVAS DOS AJUSTES LARÍNGEOS PARA O MOVIMENTO MELÓDICO DO TRECHO 01 (SUJEITO CT3). A PRIMEIRA IMAGEM MOSTRA A AUSÊNCIA DE CONSTRIÇÕES FARÍNGEAS EM UM PONTO NO MEIO DO MOVIMENTO MELÓDICO DO TRECHO 01. A SEGUNDA IMAGEM MOSTRA CONSTRIÇÃO FARÍNGEA INFERIOR EM MENOR GRAU DURANTE A NOTA RÉ ₅ (587 HZ) NA PARTE FINAL DO MOVIMENTO MELÓDICO DO TRECHO 01.	56
FIGURA 18 – IMAGENS REPRESENTATIVAS DOS AJUSTES SUPRALARÍNGEOS PARA O MOVIMENTO MELÓDICO DO TRECHO 01 (SUJEITO CT3). A PRIMEIRA IMAGEM MOSTRA O POSICIONAMENTO DA LARINGE, LÍNGUA, PALATO MOLE, MANDÍBULA E LÁBIOS NO INÍCIO DO MOVIMENTO MELÓDICO DO TRECHO 01, ENQUANTO A SEGUNDA IMAGEM NA PARTE MAIS AGUDA, RÉ ₅ (587 HZ), DO MESMO MOVIMENTO.	56
FIGURA 19 – IMAGENS REPRESENTATIVAS DOS AJUSTES LARÍNGEOS PARA O SALTO 01 E 02 DO TRECHO 01 (SUJEITO CT3). A PRIMEIRA IMAGEM MOSTRA A PRESENÇA DE CONSTRIÇÃO LATERAL FARÍNGEA EM MAIOR GRAU PARA O SALTO 01. A SEGUNDA IMAGEM MOSTRA A DIMINUIÇÃO DA CONSTRIÇÃO NO SALTO 02. NA PRIMEIRA IMAGEM A NOTA É O FÁ# ₅ (740 HZ) E NA SEGUNDA O RÉ ₅ (587 HZ).	58
FIGURA 20 – IMAGENS REPRESENTATIVAS DOS AJUSTES LARÍNGEOS PARA O SALTO 01 E 02 DO TRECHO 01 (SUJEITO CT3). A PRIMEIRA IMAGEM MOSTRA O POSICIONAMENTO DA LARINGE, LÍNGUA, PALATO MOLE, MANDÍBULA E LÁBIOS NO SALTO 01, ENQUANTO A SEGUNDA NO SALTO 02. NA PRIMEIRA IMAGEM A NOTA É O FÁ# ₅ (740 HZ) E NA SEGUNDA O RÉ ₅ (587 HZ).	59
FIGURA 21 – IMAGENS REPRESENTATIVAS DOS AJUSTES LARÍNGEOS PARA O CRESCENDO EM NOTA SUSTENTADA DO	

TRECHO 02 (SUJEITO CT3 E CT2). AS IMAGENS MOSTRAM A AUSÊNCIA DE CONSTRIÇÃO FARÍNGEA COM CONSEQÜENTE ABERTURA DO TUBO LARINGO-FARÍNGEO DURANTE O CRESCENDO EM NOTA SUSTENTADA. A NOTA SUSTENTADA É O SI ₄ (494 HZ).....	60
FIGURA 22 – IMAGENS REPRESENTATIVAS DOS AJUSTES LARÍNGEOS PARA O CRESCENDO EM NOTA SUSTENTADA DO TRECHO 02 (SUJEITO CT3 E CT4). AS IMAGENS MOSTRAM O POSICIONAMENTO DA LARINGE, LÍNGUA, PALATO MOLE, MANDÍBULA E LÁBIOS DURANTE O PONTO DE MAIOR INTENSIDADE DO CRESCENDO EM NOTA SUSTENTADA DO TRECHO 02. A NOTA SUSTENTADA É O SI ₄ (494 HZ).	61
FIGURA 23 – GRÁFICO DO COEFICIENTE DE CONTATO E ESPECTROGRAFIA DE BANDA ESTREITA AO LONGO DO MOVIMENTO MELÓDICO RÁPIDO DO TRECHO 01 PARA O SUJEITO CT1.....	62
FIGURA 24 – <i>LONG TERM AVERAGE SPECTRUM</i> (LTAS) PARA O MOVIMENTO MELÓDICO DO TRECHO 01 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	64
FIGURA 25 – ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA DO CT4 PARA A ESCALA DO TRECHO 01 REALIZADA DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	65
FIGURA 26 – GRÁFICO DO COEFICIENTE DE CONTATO E ESPECTROGRAFIA DE BANDA ESTREITA AO LONGO DO SALTO 01 DO TRECHO 01 PARA O SUJEITO CT2.....	66
FIGURA 27 – <i>LONG TERM AVERAGE SPECTRUM</i> (LTAS) PARA O SALTO 01 DO TRECHO 01 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	68
FIGURA 28 – ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA DO CT4 PARA O SALTO 01 DO TRECHO 01 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	69
FIGURA 29 – GRÁFICO DO COEFICIENTE DE CONTATO E ESPECTROGRAFIA DE BANDA ESTREITA AO LONGO DO SALTO 02 DO TRECHO 01 PARA O SUJEITO CT2.....	70
FIGURA 30 – <i>LONG TERM AVERAGE SPECTRUM</i> (LTAS) PARA O SALTO 02 DO TRECHO 01 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	72
FIGURA 31 – ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA DO CT3 E CT4 PARA O SALTO 01 DO TRECHO 01 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	73
FIGURA 32 – GRÁFICO DO COEFICIENTE DE CONTATO E ESPECTROGRAFIA DE BANDA ESTREITA AO LONGO DO CRESCENDO DO TRECHO 02 PARA O SUJEITO CT3.....	74

FIGURA 33 - ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA DOS SUJEITOS CT1, CT2, CT3 E CT4 PARA O CRESCENDO DO TRECHO 02 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	77
FIGURA 34 – ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA E LPC (<i>LINEAR PREDICTIVE CODE</i>) PARA O CT4 NO INÍCIO E FINAL DA EMISSÃO DO CRESCENDO DO TRECHO 02.....	79
FIGURA 35 – GRÁFICO DO COEFICIENTE DE CONTATO E ESPECTROGRAFIA DE BANDA ESTREITA AO LONGO DO SALTO DE OITAVA DO TRECHO 03 PARA O SUJEITO CT4.	81
FIGURA 36 – <i>LONG TERM AVERAGE SPECTRUM</i> (LTAS) PARA O SALTO DE OITAVA DO TRECHO 03 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	83
FIGURA 37 – ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA DO CT4 PARA O SALTO DE OITAVA DO TRECHO 03 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	84
FIGURA 38 – GRÁFICO DO COEFICIENTE DE CONTATO E ESPECTROGRAFIA DE BANDA ESTREITA AO LONGO DA ESCALA DESCENDENTE DO TRECHO 03 PARA O SUJEITO CT2.....	85
FIGURA 39 - <i>LONG TERM AVERAGE SPECTRUM</i> (LTAS) PARA A ESCALA DESCENDENTE DO TRECHO 03 REALIZADO DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	87
FIGURA 40 – ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA DO CT3 E CT4 PARA A ESCALA DESCENDENTE DO TRECHO 03 REALIZADA DURANTE A FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	88
FIGURA 41 – GRÁFICO DO NÍVEL DE AMPLITUDE DO FORMANTE DO CANTOR (A PARTIR DA DIFERENÇA ENTRE VALORES OBSERVADOS E ESPERADOS L3 – L1) DO CRESCENDO EM NOTA SUSTENTADA DO TRECHO 02 PARA TODOS OS SUJEITOS.....	100
FIGURA 42 – GRÁFICO LTAS E ESPECTROGRAFIA DE BANDA LARGA PARA OS CONTRATENORES E DUAS SOPRANOS. SOPRANO 01 (CD REF. HMC 901.385.87) E SOPRANO 02 (CD REF. HMC 474.210.2).....	101

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS	18
TABELA 2 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA.....	32
TABELA 3 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – VÍDEO-RADIOSCOPIA	32
TABELA 4 – EXEMPLO DE DADOS DO COEFICIENTE DE CONTATO OBTIDOS COM EGG.EXE (NÃO FILTRADOS) E COM O SMOOTH.EXE (FILTRADOS).....	37
TABELA 5 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA E VÍDEO-RADIOSCOPIA – TRECHO 01 – MOVIMENTO MELÓDICO RÁPIDO	42
TABELA 6 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA E VÍDEO-RADIOSCOPIA – TRECHO 01 – SALTO DE INTERVALO ASCENDENTE 01	44
TABELA 7 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA E VÍDEO-RADIOSCOPIA – TRECHO 01 – SALTO DE INTERVALO ASCENDENTE 02	47
TABELA 8 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA E VÍDEO-RADIOSCOPIA – TRECHO 02 – CRESCENDO EM NOTA SUSTENTADA	49
TABELA 9 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA E VÍDEO-RADIOSCOPIA – TRECHO 03 – SALTO DE OITAVA ASCENDENTE	51
TABELA 10 – ANÁLISE DOS AJUSTES LARÍNGEOS E SUPRALARÍNGEOS – FIBRONASOLARINGOSCOPIA E VÍDEO- RADIOSCOPIA – TRECHO 03 – ESCALA DESCENDENTE	53
TABELA 11 – ESCALA ASCENDENTE E DESCENDENTE – TRECHO 01- MÉDIA DO COEFICIENTE DE CONTATO (%).....	63
TABELA 12 – SALTO DE INTERVALO 01 – TRECHO 01 – MÉDIA DO COEFICIENTE DE CONTATO (%)	67
TABELA 13 – SALTO DE INTERVALO 02 – TRECHO 01 – MÉDIA DO COEFICIENTE DE CONTATO (%)	71
TABELA 14 – CRESCENDO – TRECHO 02 – MÉDIA DO COEFICIENTE DE CONTATO (%)	75

TABELA 15 – SALTO DE OITAVA – TRECHO 03 – MÉDIA DO COEFICIENTE DE CONTATO (%)	82
TABELA 16 – ESCALA DESCENDENTE – TRECHO 03 – MÉDIA DO COEFICIENTE DE CONTATO (%)	86
TABELA 17 – RESULTADOS GERAIS PARA TODAS AS ANÁLISES – PARÂMETROS DE MAIOR OCORRÊNCIA PARA TODOS OS SUJEITOS.	90

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 Anatomia e Fisiologia da Laringe.....	5
2.2 Teoria Fonte-filtro da Produção das Vogais.....	8
2.3 Registro Vocal	10
2.4 Ajustes do Trato Vocal.....	12
2.5 Formante do Cantor.....	14
2.6 Extensão Vocal.....	15
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	17
3.1 Sujeitos.....	17
3.1.1 Caracterização dos Sujeitos.....	17
3.2 Aquisição de Dados	18
3.3 Descrição dos Procedimentos	20
3.4 Justificativa da Escolha dos Procedimentos	21
3.5 Descrição da Vídeo-Radioscopia.....	22
3.6 Descrição da Fibronasolaringoscopia.....	24
3.7 Descrição da Eletroglotografia.....	24
3.8 Equipamentos Utilizados	26
3.9 Projeto Piloto	27
3.10 Análise da Configuração Laríngea e do Trato Vocal	30
3.10.1 Processamento dos Vídeos da Fibronasolaringoscopia e Vídeo- radioscopia.....	31
3.10.2 Análise dos Vídeos.....	31
3.11 Processamento dos Dados da Eletroglotografia.....	33
3.11.1 Análise dos Dados Eletroglotográficos.....	33
3.12 Análise Acústica	37
3.12.1 Processamento do Sinal Acústico.....	38
3.12.2 Análise do Sinal Acústico	38

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	41
4.1 Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia	41
4.1.1 Considerações	54
4.1.1.1 Movimento Melódico Rápido e Escala Descendente	55
4.1.1.2 Salto de Intervalo	57
4.1.1.3 Crescendo em nota sustentada	59
4.2 Análise Integrada dos Dados Eletroglotográficos e Acústicos	61
4.2.1 Trecho 01 – Movimento Melódico Rápido	61
4.2.1.1 Coeficiente de Contato	61
4.2.1.2 Análise Acústica	63
4.2.2 Trecho 01 - Salto 01	65
4.2.2.1 Coeficiente de Contato	65
4.2.2.2 Análise Acústica	68
4.2.3 Trecho 01 - Salto 02	69
4.2.3.1 Coeficiente de Contato	69
4.2.3.2 Análise Acústica	71
4.2.4 Trecho 02 – Crescendo	73
4.2.4.1 Coeficiente de Contato	73
4.2.4.2 Análise Acústica	75
4.2.5 Trecho 03 – Salto de Oitava	79
4.2.5.1 Coeficiente de Contato	79
4.2.5.2 Análise Acústica	82
4.2.6 Trecho 03 - Escala Descendente	84
4.2.6.1 Coeficiente de Contato	84
4.2.6.2 Análise Acústica	86
4.3 Resumo Geral dos Resultados	89
 CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO	 91
5.1 Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos	91
5.2 Eletroglotografia	94
5.3 Análise Acústica	97
5.4 Considerações Finais	103
 CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO	 105

CAPÍTULO 7 – ANEXOS	111
Anexo 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	111
Anexo 2 – Carta de Aprovação do Comitê de Ética.....	116
Anexo 3 – Tabela de Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos – Fibronasolaringoscopia.....	117
Anexo 4 – Tabela de Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos – Víde- radioscopia.	119
Anexo 5 - Exemplos dos Graus da Escala de Avaliação.....	123
 CAPÍTULO 8 – REFERÊNCIAS	 126

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A voz cantada começou a ser classificada no final do século XI com o surgimento do termo 'tenor', tendo sido originado do latim *tenere*. Esse tipo de voz se referia à '*vox principalis*', normalmente aguda, mas às vezes em regiões mais características de um barítono (GILES, 1994).

A partir do início do século XII uma segunda parte foi adicionada à melodia principal, o *vox organalis* ou *descant*, que inicialmente situava-se abaixo do tenor, posteriormente podendo estar acima ou abaixo dobrando em oitavas paralelas. Ainda no século XII a *vox organalis* passou a ser inserida sempre acima da *vox principalis*, e a partir daí, uma ornamentação mais livre começa a ser desenvolvida, em linhas melódicas em contraponto. No final do século XII alguns compositores adicionaram uma terceira voz à melodia e os termos *vox principalis* e *vox organalis* foram substituídos por tenor e *duplum*, sendo a terceira voz denominada de *triplum* (GILES, 1994).

Durante o final do século XIII uma nova linha melódica foi introduzida, o contra-tenor ou *concordans*, que cruzava a linha melódica do tenor. No século XV as vozes passaram a ser denominadas por: *descant*, tenor e contra-tenor. Por fim, a voz do contra-tenor foi sub-dividida em dois tipos distintos, o contra-tenor e contra-tenor *secundus*, que posteriormente passaram a se chamar de contra-tenor *altus* e contra-tenor *bassus*. O contra-tenor *altus* ficava acima do tenor e o contra-tenor *bassus* abaixo. No final do século XV a formação coral se constituía de quatro vozes masculinas distintas: *superius*, contra-tenor *altus*, tenor, contra-tenor *bassus*. Mais tarde o contra-tenor *altus* passou a ser denominado de contralto ou alto e o

contratenor *bassus* de baixo (GILES, 1994; JANDER, 2001). A nomenclatura contratenor recebeu diferentes nomes em países e períodos distintos: '*countertenor*', '*alto*', '*altist*', '*falsettist*', '*contralto*' ou '*haute-contre*' (JANDER, 2001).

Atualmente, os contratenores são definidos como homens adultos com voz falada de tenor ou barítono/baixo, que geralmente usam uma técnica vocal de falsete para cantar partes de contralto (*alto*) ou soprano (GILES, 1982; WELCH; SERGEANT & MACCURTAIN, 1988). A maioria dos contratenores usa ajustes laríngeos específicos quando canta na sua mais alta extensão o que é claramente distinto da sua voz normal de fala e da sua voz usual de canto (GOTTFRIED & CHEW, 1986). A utilização de ajustes laríngeos e supralaríngeos específicos pelos contratenores, na voz de falsete, causam mudanças na qualidade sonora deste registro, possibilitando o exercício do canto lírico.

Alguns estudos enfocam exclusivamente a voz do contratenor tais, como o de Gottfried e Chew (1986), a respeito da inteligibilidade das vogais cantadas por um contratenor; o de Södersten e Lindestad (1987) sobre o padrão de fechamento das pregas vocais no canto do contratenor; o de Bogg e Torpe (2000) a respeito da qualidade vocal ao longo da tessitura e das mudanças de registro; o de Howard, Welch e Penrose (2001) sobre evidências acústicas e da fonte vocal (pregas vocais) para a existência de sub-registros na voz do contratenor. Entretanto, a maioria das pesquisas envolve o estudo da voz do contratenor juntamente com outros tipos vocais como os tenores e barítonos. Lindestad e Sördesten (1988) pesquisaram os ajustes laríngeos e faríngeos no canto dos contratenores e barítonos; Welch, Sergeant e Maccurtain (1988) estudaram as diferenças de dimensão do trato vocal em tenores, barítonos e baixos e compararam com contratenores; Sundberg e

Högset (2001) pesquisaram as diferenças da fonte vocal (pregas vocais) através de filtragem inversa, entre os registros modal e falsete em contratenores e barítonos; Henrich (2001), estudou a relação dos registros vocais com os dados eletroglotográficos durante o canto em todos os tipos vocais, incluindo contratenores.

O estudo de Henrich (2001) pesquisou dados referentes aos contratenores durante o canto, considerando um pequeno trecho musical. Porém, considerou dados eletroglotográficos sem abordar aspectos fisiológicos. Os demais estudos que pesquisaram dados fisiológicos não abordaram aspectos acústicos ou eletroglotográficos, o mesmo acontecendo com aqueles que abordaram somente dados acústicos. Com exceção do estudo de Henrich (2001), os demais estudos pesquisaram a voz dos contratenores fora do contexto musical, realizando apenas emissões isoladas de canto. O presente estudo abrange dados fisiológicos, eletroglotográficos e acústicos durante o canto do contratenor.

O objetivo principal deste trabalho é o de pesquisar os ajustes laríngeos e supralaríngeos durante o canto do contratenor em contexto musical, buscando-se elucidar o mecanismo de produção da voz e identificar a relação desses ajustes com as características acústicas da fonte vocal e do filtro no falsete cantado. Com base na extensão vocal utilizada pelos contratenores é necessário estabelecer a relação das características ressonantis do trato vocal com as características fisiológicas da fonação em falsete. A análise do formante do cantor em contratenores pode elucidar a relação da dimensão do trato vocal e da posição dos articuladores com a produção do falsete em frequências agudas próximas às utilizadas por sopranos e mezzo-sopranos. Considerando o fato de que o padrão de vibração das pregas vocais dos contratenores difere do padrão de vibração dos sopranos e mezzo-sopranos devido

às emissões em diferentes registros vocais e que o tamanho do tubo vocal deles é maior do que o delas, devido às diferenças físicas entre os gêneros masculino e feminino, pode-se acreditar que haverá diferenças acústicas na produção da voz destes contratenores em relação às sopranos e mezzo-sopranos, uma vez que ambos, geralmente, cantam em uma mesma extensão vocal. Assim, faz-se necessária a avaliação das configurações laríngeas e supralaríngeas, ou seja, dos ajustes vocais realizados por contratenores no canto em falsete, para que se possa relacioná-los com as características acústicas da voz.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia e Fisiologia da Laringe

A laringe é um órgão do corpo humano responsável por funções tais como a respiração e a fonação (figura 01).

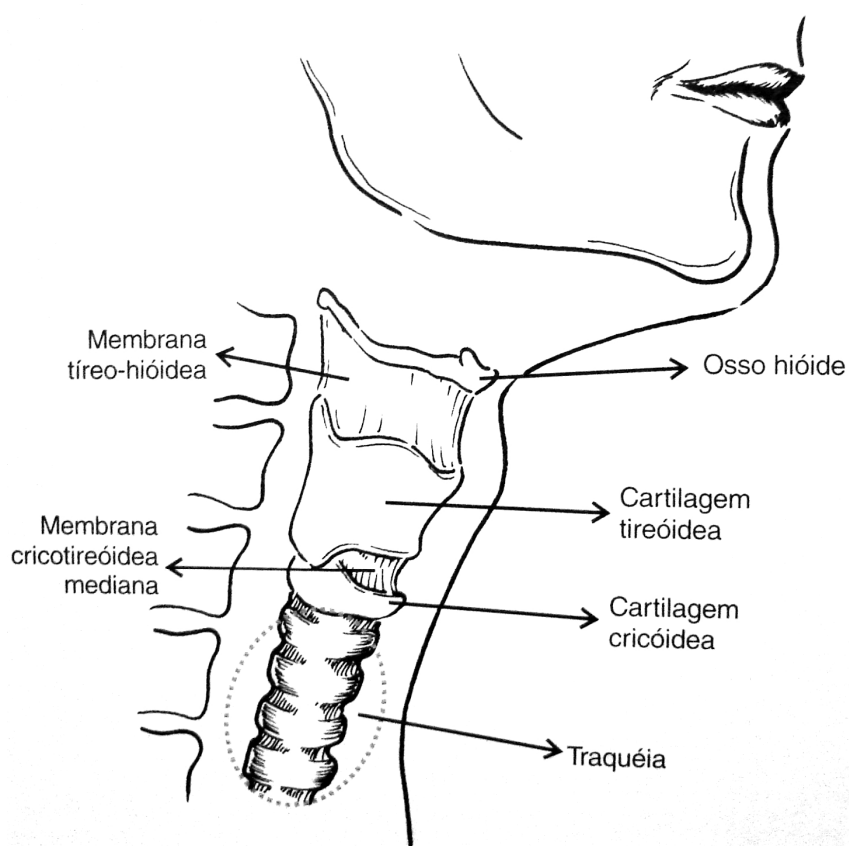


Figura 01 – Desenho esquemático da laringe e da traquéia no pescoço (adaptado de BEHLAU, AZEVEDO & MADAZIO, 2004).

É na laringe que se situam as pregas vocais, responsáveis pela produção da voz. As pregas vocais são compostas por um músculo denominado tireoaritenóideo ou músculo vocal e diferentes tecidos que a revestem, formando camadas. Existem dois grupos musculares com inserções na laringe: os músculos intrínsecos e os

extrínsecos. A musculatura intrínseca está diretamente relacionada ao controle de vibração das pregas vocais, enquanto que a musculatura extrínseca relaciona-se à elevação e abaixamento da laringe. Os músculos intrínsecos são os seguintes: (1) tireoaritenóideo, responsável pelo encurtamento e enrijecimento das pregas vocais; (2) cricotireóideo, responsável pelo alongamento e conseqüente tensionamento das pregas vocais; (3) cricoaritenóideo lateral, responsável pela adução ou fechamento das pregas vocais juntamente com os (4) aritenóideos; (5) cricoaritenóideo posterior, responsável pela abdução ou abertura das pregas vocais (figura 02).

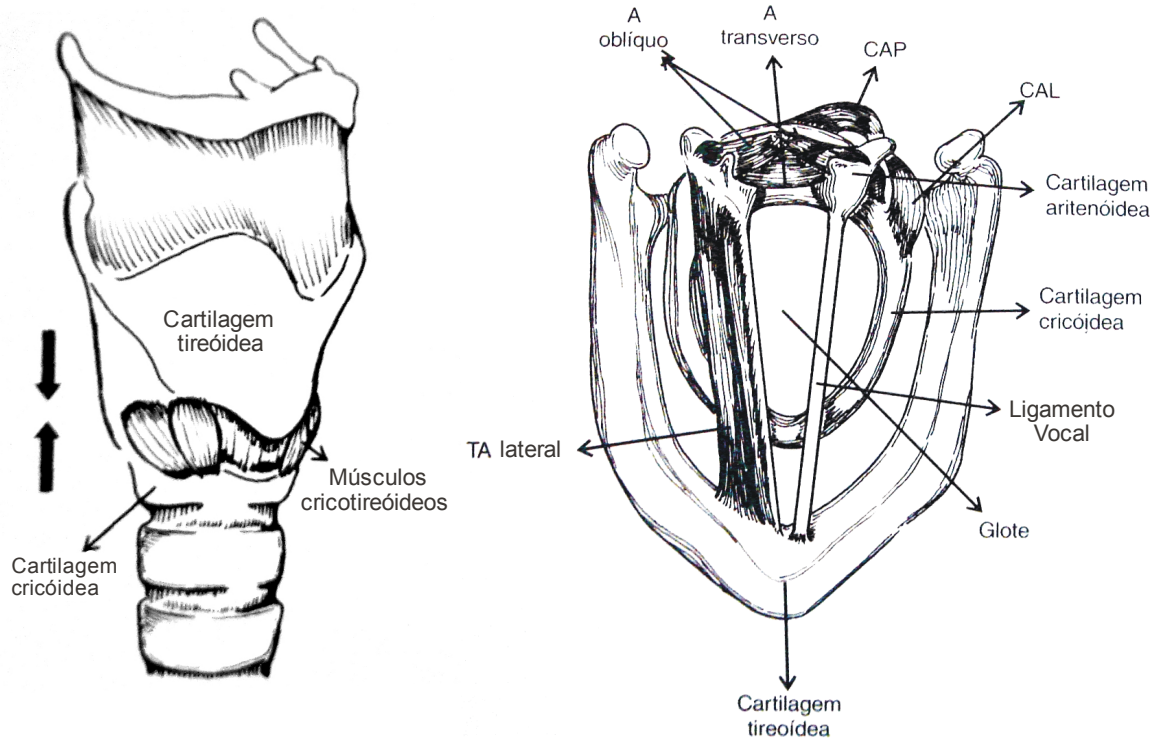


Figura 02 – Desenho esquemático dos músculos intrínsecos da laringe em visão lateral e superior: CT – cricotireóideo; TA – tireoaritenóideo; CAL – cricoaritenóideo lateral; CAP – cricoaritenóideo posterior; A – aritenóideo (adaptado de BEHLAU, AZEVEDO & MADAZIO, 2004).

A voz é produzida mediante a pressão aérea subglótica que entra em contato com a superfície ou borda inferior das pregas vocais, inicialmente aduzidas, criando uma

pressão subglótica que se intensifica a ponto de ser maior do que a força de fechamento das pregas vocais, iniciando assim, um movimento de abertura. À medida que as bordas inferiores das pregas vocais se abrem e o ar passa entre elas (fluxo aéreo transglótico) em direção as bordas superiores, cria-se uma queda brusca de pressão no espaço entre as duas pregas vocais, fazendo com que as bordas inferiores se aproximem para um novo fechamento. Ou seja, esse fluxo de ar desloca as bordas superiores causando a sua abertura, enquanto que a queda de pressão entre as bordas inferiores, devido à passagem acelerada do ar e o retrocesso elástico dos tecidos, faz com que sejam aproximadas iniciando o movimento de fechamento.

Ao passar pelas bordas superiores o fluxo aéreo transglótico encontra uma oposição da coluna de ar na região supraglótica. Assim, devido à inércia dessa quantidade de ar na região supraglótica, o fluxo aéreo é impossibilitado de fluir de imediato na direção vertical, sofrendo uma expansão lateral. No momento em que a coluna de ar supraglótica ganha aceleração, ela de certa forma puxa o ar transglótico para cima, reduzindo mais a pressão intraglótica (figura 03). Portanto, existe uma diferença de fase vertical relativa ao fechamento e abertura das bordas inferiores e superiores que facilita a manutenção das oscilações das pregas vocais.

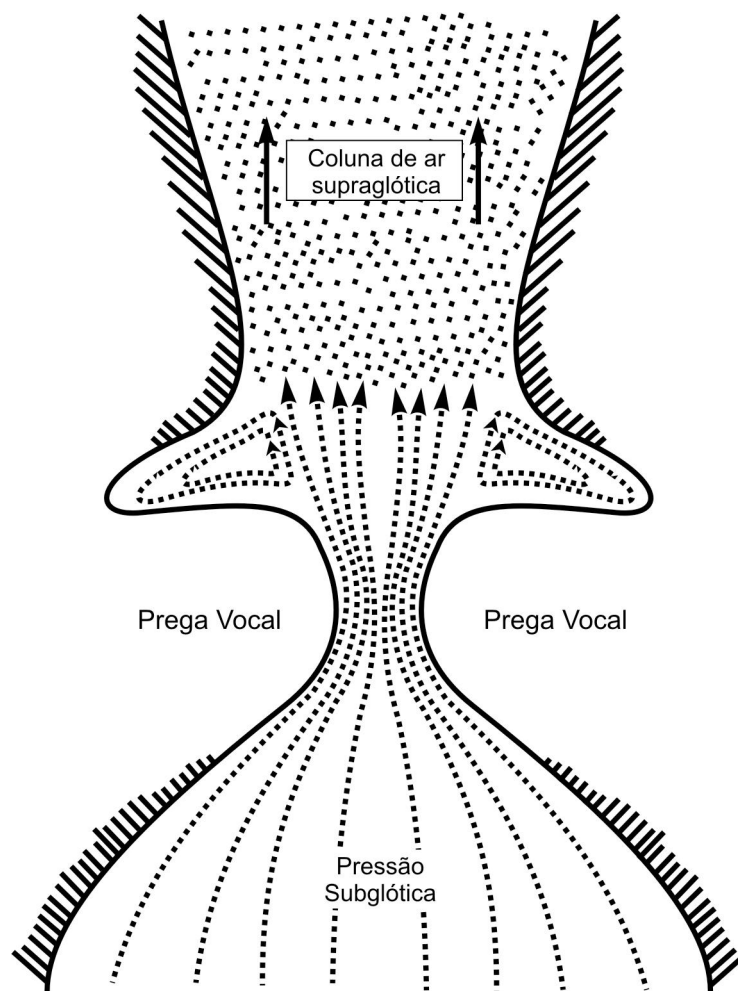


Figura 03 – Desenho esquemático mostrando a direção do fluxo aéreo através da glote e em contato com a coluna de ar supraglótica (adaptado de TITZE, 1994).

2.2 Teoria Fonte-filtro da Produção das Vogais

As propriedades acústicas das vogais são descritas pela teoria fonte-filtro (FANT, 1970). A vibração laríngea, mais especificamente das pregas vocais, constitui a fonte de energia sonora necessária à produção das vogais (KENT & READ, 1992). O som primário gerado nas pregas vocais é chamado de fonte vocal. Esta é similar para todos os sons vocálicos produzidos na mesma frequência e intensidade de fonação (SUNDBERG, 1987). Porém, quando se ouvem as vogais percebe-se uma enorme distinção entre elas, mesmo sendo iguais em intensidade e frequência. Assim, a

qualidade dos sons das vogais não são consequência da fonte vocal apenas. Eles sofrem algum outro tipo de mudança que contribui para o produto final ouvido. Quem se encarrega de modificar os sons provenientes da fonte vocal é o trato vocal que atua como um ressoador, modificando o seu formato para produzir padrões particulares de ressonância caracterizados pela função de transferência. Assim, uma vez que a fonte vocal produz um som que é composto de uma rica série de frequências, o trato vocal amplifica seletivamente (filtra) aquelas frequências compatíveis com o seu formato as quais serão radiadas (efeito de radiação) pela boca (SUNDBERG, 1987; KENT & READ, 1992; TITZE, 1994). Estas frequências de ressonância no trato vocal são chamadas de formantes. O trato vocal possui, geralmente, quatro ou cinco formantes mais relevantes (SUNDBERG, 1987; KENT & READ, 1992). No processo de radiação ocorre uma nova filtragem do tipo passa-altas (KENT & READ, 1992). O “passa-altas” pode ser entendido pela tendência de as altas frequências propagarem-se em linha reta, enquanto as baixas frequências espalham (difratam). Assim, a uma distância “longa” do locutor, há maior concentração de altas frequências. A figura 04 resume de forma representativa a teoria fonte-filtro da produção das vogais.

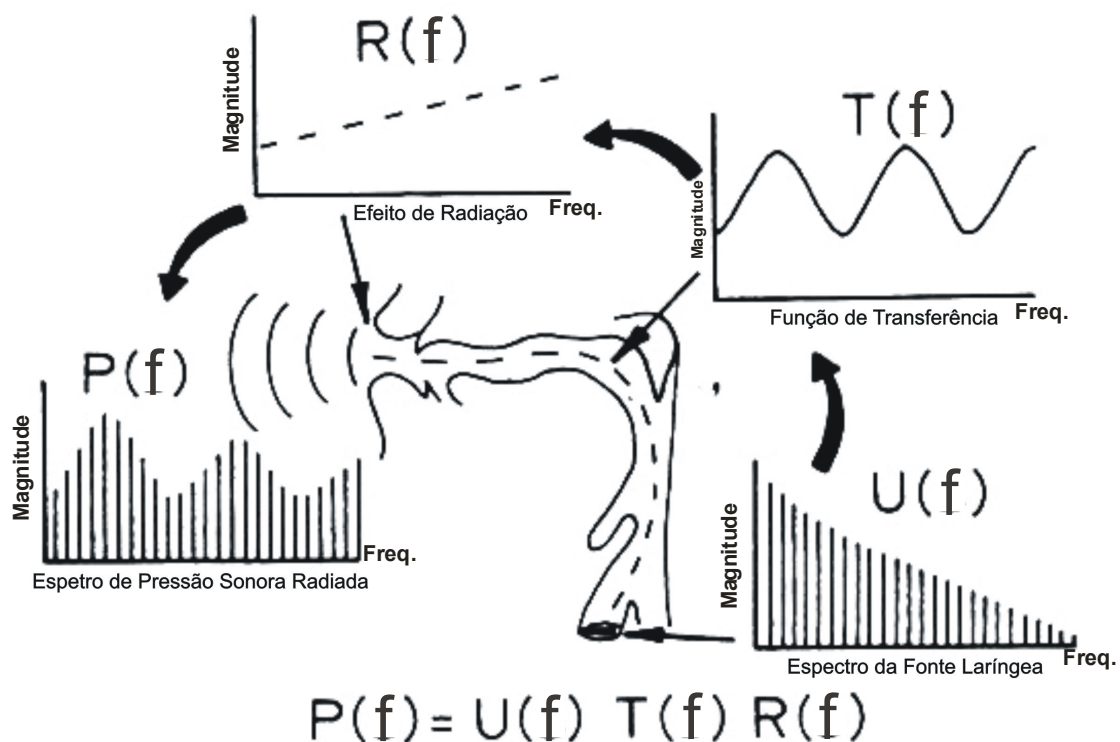


Figura 04 – Representação diagramática da teoria fonte-filtro da produção das vogais. O espectro da fonte laríngea, $U(f)$, é filtrado pela função de transferência, $T(f)$, e o efeito de radiação, $R(f)$, produz o espectro de saída, $P(f)$. (Adaptado de KENT & READ, 1992).

2.3 Registro Vocal

O termo registro vocal se refere a uma faixa de extensão vocal na qual a voz apresenta qualidade sonora homogênea. Existem basicamente três registros: *fry*, modal (subdivididos em peito, médio e cabeça) e falsete (PINHO, 1998; SUNDBERG; HÖGSET, 2001). O registro *fry* abrange uma altura de B_0 a D_2 (frequência da fundamental na faixa de 30 a 75 Hz), sendo o registro mais grave da voz (HIRANO; BLESS, 1993). O registro modal inclui a extensão de alturas que normalmente são utilizadas na fala e no canto. O registro de falsete inclui as notas mais agudas da extensão vocal, tanto na voz masculina como feminina (HOLLIEN,

1974). O termo registro apresenta muitas controvérsias e são classificados de diversas formas. Antigamente, o registro era relacionado a aspectos puramente ressonantes. Hirano, Vennard e Ohala (1970) demonstraram a relação entre os diferentes registros e a contração de grupos musculares laríngeos específicos. No canto lírico utiliza-se o registro modal e o falsete. Segundo Hirano, Vennard e Ohala (1970) a principal característica do registro modal é a grande atividade de ambos os músculos tireoaritenóideo (contrator) e cricotireóideo (tensor) ao longo de toda sua extensão.

O registro de falsete é caracterizado pelo relaxamento do tireoaritenóideo medial (músculo vocal) e por uma hiperatividade do músculo cricotireóideo (VAN DEN BERG, 1958), com conseqüente estiramento do ligamento vocal, deixando apenas as margens das pregas vocais livres para vibrar (VAN DEN BERG, 1963; HIRANO, 1982; ŠVEC & PEŠÁČ, 1994). O relaxamento do músculo tireoaritenóideo e de outros músculos como o cricoaritenóideo lateral e aritenóideo, no registro de falsete, pode levar ao aparecimento de fenda glótica ocasionando um escape de ar, prejudicando a qualidade vocal (HIRANO, 1970; LARGE; IWATA & VON LEDEN, 1972). Pinho (2001) relatou quatro tipos de fechamento glótico na voz de falsete: fenda paralela, fenda médio-posterior, fenda fusiforme discreta e ausência de fenda glótica. Murry, Xu e Woodson (1998), em análise da configuração glótica em homens e mulheres não cantores utilizando a voz no registro modal e falsete, relataram que todos os sujeitos produziram voz de falsete com fechamento glótico incompleto. Porém, a voz treinada pode ajustar a função do músculo produzindo um falsete reforçado e assim, fechamento glótico mais completo no falsete para cantores (PINHO, 2001).

A voz de falsete masculina foi reconhecida em três formas: (1) o falsete fino e natural de uma voz não treinada; (2) o delicado falsete artístico que é praticado por contratenor; (3) o pleno tom forte de uma voz de cabeça treinada com ressonância acrescentada (LUCHSINGER; ARNOLD, 1965). Menaldi (1992) classifica os tipos de vozes de falsete no homem em: (1) contratenor (*countertenor, haute-contre, contratenor, alto*, etc); (2) *Falsetto* (falsetista italiano, *fausset*, etc); (3) castrato (castrado, sopranista, *cantori evirati, falsettist naturali, musicì*).

2.4 Ajustes do Trato Vocal

Algumas emissões em falsete masculino não mostram fenda glótica e a voz produzida é bem mais potente, aguda e forte, podendo haver mais atividade do músculo tireoaritenóideo lateral, além do cricoaritenóideo lateral e aritenóideo, definindo-se assim, o mecanismo utilizado pelos contratenores (PINHO, 1998, 2001). Tom e Titze (2001) identificaram fonações de um contratenor em falsete produzidas com uma glote alongada e sem qualquer fenda glótica visível no processo vocal da aritenóide. O contato das pregas vocais durante a vibração foi relativamente breve, mas completo ao longo do comprimento membranoso das pregas. Estudos xerorradiográficos das configurações do trato vocal em 9 contratenores profissionais mostraram que a maioria deles encurtaram o trato vocal quando cantaram alturas entre 165 a 330 Hz, enquanto que o comprimento do trato vocal permaneceu o mesmo entre 330 a 660Hz (WELCH & MACCURTAIN, 1987).

Contratenores têm menor adução, maior fluxo aéreo na fase fechada das pregas vocais e menor pressão aérea subglótica quando cantam no registro de falsete. O

uso de pressões mais baixas pode ser significativo para a técnica de canto de contratenores (SUNDBERG & HÖGSET, 2001). Um estudo sobre as vibrações das pregas vocais no canto de contratenores mostrou que as vibrações em forte intensidade na voz de contratenor eram caracterizadas por total fechamento glótico e onda mucosa¹. Em menores intensidades, uma onda mucosa menos proeminente e fechamento glótico incompleto com fenda glótica posterior foram identificados em 2 dos 4 contratenores (SÖDERSTEN & LINDESTAD, 1987). A voz de contratenor tem uma rica qualidade sonora, provavelmente devido ao fato de que as vibrações das pregas vocais são caracterizadas por completo fechamento glótico e onda mucosa (SÖDERSTEN & LINDESTAD, 1987).

Lindestad e Södersten (1988) em estudo do comportamento laríngeo e faríngeo de contratenores realizando escalas ascendentes de uma oitava e saltos de oitava, observaram estreitamento do tubo laríngeo em 2 dos 4 contratenores e acentuado estreitamento da faringe inferior em todos os 4 contratenores. Nas mudanças para o crescendo em uma nota sustentada observaram alargamento do tubo laríngeo em 2 deles e alargamento da faringe em 3 dos 4 contratenores. Na mudança do registro modal na voz de barítono para o registro de falsete na voz de contratenor, observaram um alargamento do tubo laríngeo em 3 contratenores e alargamento da faringe em 2 deles. Segundo Sundberg (1987, 1991) o abaixamento da laringe em muitos cantores proporciona o alargamento da faringe, fazendo com que a laringe atue como um ressoador separado com uma ressonância próxima a 2,8 kHz.

¹ Movimento ondulatório da camada superficial das pregas vocais nos sentidos horizontal, longitudinal e vertical.

2.5 Formante do Cantor

Sundberg (1974, 1987, 1991, 2001) descreve o *formante do cantor* como um fenômeno ressonantal que pode ser produzido com uma fonte vocal normal, sendo caracterizado por um agrupamento dos terceiro, quarto e quinto formantes, gerando uma região de alta energia espectral próxima a 3 kHz.

Experimentos com modelos acústicos do trato vocal mostraram que o agrupamento do terceiro, quarto e quinto formantes pode ser obtido pelo alargamento da faringe comparada com a entrada do tubo laríngeo (SUNDBERG, 1987, 1991). Wendler e col. (1983 apud LINDESTAD & SÖDERSTEN, 1988) utilizando técnicas de análise de espectro médio de longa duração (Long Term Average Spectrum - LTAS) identificaram um formante do cantor agudo em uma voz de contratenor. Enquanto que Bogg e Thorpe (2000), pesquisando mudanças de registro em oito contratenores através da espectrografia de banda larga, identificaram a presença do formante do cantor compreendido entre a região de 2000 e 4000 Hz.

A frequência de centro do *formante do cantor* varia dependendo da categoria vocal, sendo em torno de 2,2 kHz, 2,7 kHz, 3,2 kHz e 2,8 kHz em baixos, barítonos, tenores e contraltos respectivamente (SUNDBERG, 1987, 1991). Sopranos têm uma ressonância bem menor em torno de 3 kHz do que os outros tipos de cantores, parecendo se tratar de um terceiro ou quarto formante sem grande amplitude e não um fenômeno significativo (SUNDBERG, 1987; WEISS; BROWN; MORRIS, 2001).

Gottfried e Chew (1986) utilizando um teste de identificação e análise acústica examinaram a inteligibilidade das vogais cantadas por um contratenor usando a voz

em registro modal e falsete. O teste de identificação mostrou que as vogais eram mais corretamente identificadas no registro de falsete do que no modal na mesma frequência fundamental, o que caracteriza que ajustes específicos no trato vocal influenciam a inteligibilidade das vogais.

2.6 Extensão Vocal

Os contratenores são cantores que também podem atuar utilizando o registro modal, cantando como baixos, barítonos ou tenores. Em vários estudos sobre contratenores encontram-se relatadas as extensões vocais destes quando cantam na voz modal e no falsete. Lindestad e Södersten (1988) informaram as tessituras vocais relatadas por quatro contratenores que no registro modal eram de Sol₂ (98 Hz) a Mi₄ (329,6 Hz); Sol₂ (98 Hz) a Ré₄ (293,7 Hz); Fá#₂ (92,5 Hz) a Mi₄ (329,6 Hz); Lá₂ (110 Hz) a Mi₄ (329,6 Hz), sendo que no registro de falsete eram de Fá₃ (174,6 Hz) a Sol₅ (784 Hz); Fá₃ (174,6 Hz) a Fá₅ (698,5 Hz); Fá#₃ (740 Hz) a Fá₅ (698,5 Hz); Sol₃ (196 Hz) a Mi₅ (659,3 Hz). Tom e Titze (2001) informaram a tessitura vocal relatada por um contratenor que no registro modal era de Dó#₂ (69 Hz) a Sol₄ (392 Hz), sendo que no registro de falsete era de Ré₃ (147 Hz) a Ré₅ (587 Hz). Cruz, Hanayama e Gama (2004) em pesquisa com nove contratenores evidenciaram a divisão do contratenor em duas categorias: contratenor agudo (soprano) e contratenor grave (contralto), cujas tessituras médias eram de Sol₃ (196 Hz) a Sol₅ (784 Hz) e Sol₃ (196 Hz) a Sib₅ (932 Hz), respectivamente.

Mediante o exposto neste capítulo pode-se afirmar a necessidade de desenvolver um estudo que utilize diferentes tipos de avaliações vocais, como

fibronasolaringoscopia, vídeo-radioscopia, eletroglotografia e análise acústica de um grupo de contratenores, integrando aspectos fisiológicos e acústicos. Faz-se necessária a inserção das tarefas que serão propostas em um contexto musical pré-definido para que se possam obter dados referentes à situações reais de canto.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Abaixo será feita uma descrição dos sujeitos da pesquisa, bem como a descrição e justificativa dos procedimentos escolhidos para as avaliações e para os métodos de edição e análise dos dados obtidos.

3.1 Sujeitos

3.1.1 Caracterização dos Sujeitos

As avaliações foram realizadas com 4 contratadores, todos provenientes do estado de Minas Gerais, que exercem exclusivamente a atividade de cantor lírico, sem influência de outro estilo de canto, e que não tiveram nenhuma alteração vocal no período de seis meses pregresso.

Considerando o tempo de experiência e a técnica dos contratadores, dividiu-se os cantores nas seguintes categorias: estudante, amador e profissional. Na categoria estudante incluiu-se o contratador em processo de formação, cursando, ou não, graduação em canto e com pouco tempo de experiência (entre 2 e 4 anos). Na categoria amador incluiu-se o contratador com experiência (acima de 4 anos), mas que não atuam profissionalmente como cantor, exercendo outro tipo qualquer de atividade. Finalmente, na categoria profissional incluiu-se o cantor com graduação em canto, com grande experiência e que atuam profissionalmente como contratadores. A tabela 1 abaixo resume as informações de cada sujeito.

Tabela 1 - Caracterização dos Sujeitos

	Idade	Tempo de Experiência	Categoria	Tessitura
CT1	26	2 anos e meio	Estudante	Fá ₃ – Fá ₅
CT2	44	22 anos	Amador	Sol ₃ – Lá ₅
CT3	33	10 anos	Profissional	Sol ₃ – Sib ₅
CT4	35	12 anos	Profissional	Sol ₃ – Sol ₅

O primeiro contato com os sujeitos teve como objetivo a orientação quanto à pesquisa a ser realizada, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 1), que descreve todos os procedimentos a que eles foram submetidos, tendo sido lido e assinado por concordarem com os procedimentos descritos e os direitos que possuem.

3.2 Aquisição de Dados

Foi solicitado aos contratadores que executassem um movimento melódico rápido com sucessão de notas ascendentes, descendentes e saltos de intervalo, além de um salto de oitava e um crescendo em nota sustentada, baseado na metodologia de Lindestad e Södersten (1988), com a diferença de que neste presente estudo, as tarefas foram inseridas em contextos musicais. Trechos musicais foram selecionados dentro do repertório barroco por ser o período de maior atuação dos contratadores, extraídos da ária *La giustizia ha già sull'arco* da ópera Giulio Cesare de George Frederick Haendel que apresentava as tarefas desejadas.

Devido ao fato de que os contratadores cantam na afinação barroca, referente ao Lá₄ = 415 Hz (aproximadamente um semitom abaixo do Lá₄ = 440Hz), a ária que é

originalmente em Sol menor, foi transposta para a tonalidade de Fá# menor. Abaixo nas figuras 05-07 os trechos da ária *La giustizia ha già sull'arco* já transposta para Fá# menor.

Counter-Tenor

pron - to stra - le al - la ven - det - - - - -

ta, per pu - ni - re per pu -

ni - re un - tra - di - tor, - - - - -

Figura 05 – Ária *La giustizia ha già sull'arco* da ópera *Giulio Cesare* de George Frederick Haendel (trecho 01).

Counter-Tenor

per pu - ni - - - re un tra - di -

tor, - - - - - per pu -

nir, per pu - ni - re un tra - di - tor,

Figura 06 – Ária *La giustizia ha già sull'arco* da ópera *Giulio Cesare* de George Frederick Haendel (trecho 02).

Counter-Tenor

per pu - nir, per pu - ni - re un tra - di - tor, - - - - -

Figura 07 – Ária *La giustizia ha già sull'arco* da ópera *Giulio Cesare* de George Frederick Haendel (trecho 03).

As elipses indicam as partes de cada trecho da ária que serão analisadas. No trecho 1 as partes 1, 2 e 3 que serão nomeadas de: movimento melódico rápido, salto 01 e salto 02, respectivamente, o trecho 2 a parte 1 que será nomeada de: crescendo e no trecho 3 as partes 1 e 2 que serão nomeadas de: salto e escala, respectivamente. No primeiro contato com os sujeitos foi fornecido o material para ser estudado.

3.3 Descrição dos Procedimentos

Os sujeitos foram submetidos aos procedimentos em dois dias distintos. O primeiro procedimento foi a vídeo-radioscopia realizada em Hospital no setor de Radiologia pelos médicos responsáveis pelo serviço. O segundo procedimento foi a fibronasolaringoscopia realizada em Clínica de Otorrinolaringologia por um médico otorrinolaringologista. Simultaneamente a este último procedimento foi realizada uma eletroglotografia (EGG). Em ambos os procedimentos o sinal acústico foi gravado.

3.4 Justificativa da Escolha dos Procedimentos

A principal justificativa pela escolha dos procedimentos adotados nessa pesquisa é a de poder adquirir conhecimentos relativos à voz do contratador, do ponto de vista fisiológico e principalmente acústico, sendo que este último não se encontra bem referido na literatura científica, proporcionando assim um melhor entendimento da técnica de canto utilizada por esses sujeitos, bem como uma melhoria dos métodos de ensino de canto aplicados a eles.

A opção pelo procedimento de vídeo-radioscopia como método de avaliação nessa pesquisa baseia-se na quantidade de informações que tal procedimento pode elucidar, visto que as imagens da laringe e do trato vocal serão colhidas em movimento. Esse é um fator importante considerando a temporalidade que esse procedimento acarreta, uma vez que ajuda a conduzir a análise do som gravado com as imagens obtidas durante a coleta sonora. Através desse procedimento pode-se saber o exato momento em que o sujeito realizou um ajuste laríngeo e/ou supralaríngeo, visível na imagem em movimento, além de se poder identificar o exato momento desse ajuste no sinal de áudio.

É de conhecimento dos pesquisadores a norma CNEN-NN-3.01 que se aplica a diversos tipos de exposição radiológica, incluindo exposições médicas que incluem sujeitos voluntários em programas de pesquisa médica ou biomédica.

O projeto dessa pesquisa foi apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Mater Dei, onde foi realizado um dos procedimentos, recebendo um parecer

consubstanciado e uma carta de aprovação (anexo 2). O comitê de ética do hospital enviou o projeto ao Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

3.5 Descrição da Vídeo-Radioscopia

Também conhecida pelo nome mais comum de videofluoroscopia, este exame tem maior aplicabilidade nas técnicas de avaliação da deglutição. A videofluoroscopia deriva da fluoroscopia que pode ser dividida em fluoroscopia de ecrã ou convencional e fluoroscopia em TV (COSTA e col., 1992). A videofluoroscopia consiste no mesmo método da fluoroscopia em TV, com a única diferença de que no primeiro as imagens são registradas em filme VHS. Decidiu-se aqui se referir à videofluoroscopia como sendo vídeo-radioscopia pelo fato de que no método fluoroscópico utiliza-se, geralmente, a injeção de contraste para melhor visualizar as estruturas que se quer analisar, como na deglutição, por exemplo, onde os alimentos são contrastados para que se visualize melhor o percurso da boca à faringe e esôfago e depois ao estômago.

Neste estudo não foi utilizado nenhum tipo de contraste, pois as avaliações foram realizadas com os sujeitos em fonação cantada. Assim, a própria imagem produzida pelo aparelho de Raio X foi suficientemente boa para se visualizar as estruturas de interesse.

Com relação à dosagem de radiação, esta pode ser considerada pela dose absorvida (D) e pela dose equivalente (H). A dose absorvida é uma medida da energia depositada por unidade de massa do meio, ou seja, quantidade de radiação

que se comunica a uma determinada quantidade de matéria. A unidade física definida é o gray (Gy). Um Gy é a energia de 1 joule por quilograma (J/kg). A dose equivalente é uma medida da dose de radiação num tecido. A unidade física definida é o sievert (Sv). Um Sv é a energia de 1 joule por quilograma (J/kg) (IPEMSP, 2006).

Segundo COSTA e col. (1992) a videofluoroscopia favorece a qualidade da imagem e a diminuição da radiação quando comparada à fluoroscopia convencional. Costa e col. (1992) relataram em pesquisa que um paciente exposto a videofluoroscopia recebeu radiação total, num exame de 10 minutos, de aproximadamente 53,05 mGy. Verificaram que este valor de dose para os 10 minutos de exame era menor que a dose recomendada pela tabela da *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (1977) cujo valor é de 64 mGy por minuto de exame fluoroscópico convencional. Assim, a videofluoroscopia potencializa a redução da dose diminuindo o risco de radiação. Deve-se ressaltar que a fluoroscopia convencional atualmente é proibida de ser realizada através da Portaria 4.5.3, de 01 de junho de 1998, através do capítulo 6, item 6.2e da Secretaria de Vigilância Sanitária.

Desta forma, podemos afirmar que os sujeitos desta pesquisa foram submetidos a um procedimento seguro, uma vez que o tempo total de exame não excedeu o tempo de 8 minutos de avaliação. Deve-se dizer que no tempo total de avaliação a radiação não foi constante e sim de forma pulsada, pois cada trecho cantando pelos sujeitos tinha tempo médio de 25 segundos, tendo sido necessário repetir cada um dos três trechos aproximadamente 3 ou 4 vezes.

3.6 Descrição da Fibronasolaringoscopia

Este exame é realizado através de um endoscópio do tipo flexível que é introduzido pela narina do sujeito avaliado, permitindo a fonação em fala encadeada ou fonação cantada (figura 08).

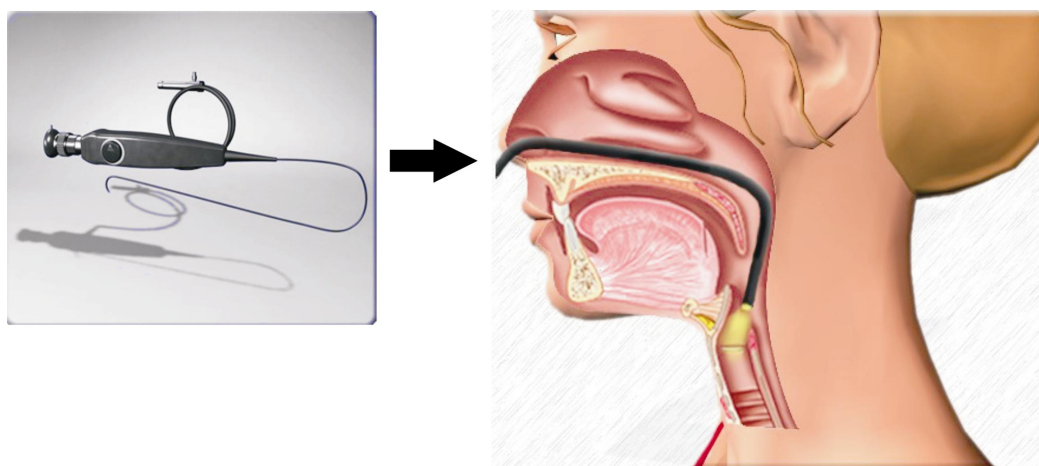


Figura 08 – Desenho esquemático do aparelho de fibronasolaringoscopia e do posicionamento do aparelho na laringe durante a avaliação (adaptado de Vocal Parts Brasil, 2000).

A fibronasolaringoscopia é excelente para avaliar a função velofaríngea e visualizar ajustes faringolaríngeos, especialmente quando estes são realizados na atividade do canto. As orientações da realização deste exame aos sujeitos da pesquisa se encontram no anexo 1.

3.7 Descrição da Eletroglotografia

A eletroglotografia (EGG) é um tipo de avaliação da função fonatória não-invasiva baseada na variação da impedância elétrica translaríngea durante a vibração das pregas vocais (figura 09).

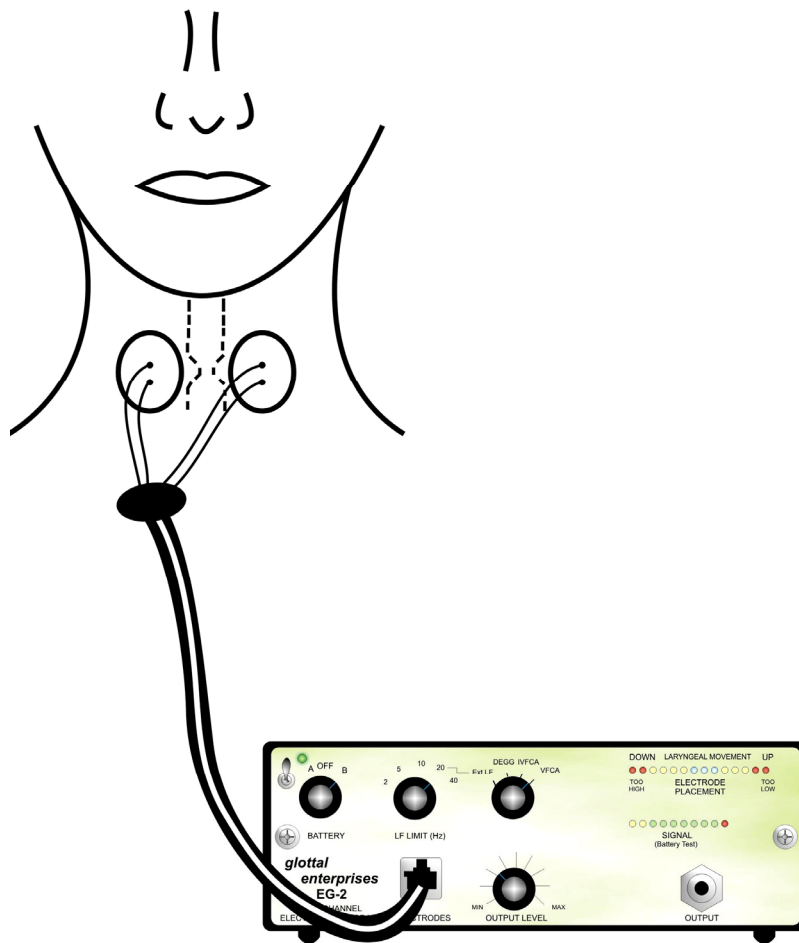


Figura 09 – Desenho esquemático do aparelho de eletroglotografia e do posicionamento dos eletrodos no pescoço.

Um sinal elétrico de alta frequência (entre 0,3 a 2 MHz) é aplicado através de dois eletrodos externos que são posicionados no pescoço, na altura da cartilagem tireóide. O sinal de alta frequência é modulado por mudanças relacionadas ao comportamento glótico na região do pescoço entre os eletrodos. Estas informações são decodificadas por uma demodulação (retificação e filtragem passa-baixas). Assim, o sinal eletroglotográfico, é capaz de reproduzir as fases do ciclo glótico (fase fechada – fechamento e abertura – fase aberta), como demonstrado na figura 10. O sinal eletroglotográfico reproduz as características da fonte vocal, pois é praticamente insensível à ressonância do trato vocal. Portanto, é útil para a

determinação da freqüência fundamental fonatória, cálculo da velocidade de fechamento e coeficiente de contato das pregas vocais, verificação da regularidade das vibrações das pregas vocais, dentre outros. (BAKEN & ORLIKOFF, 2000).

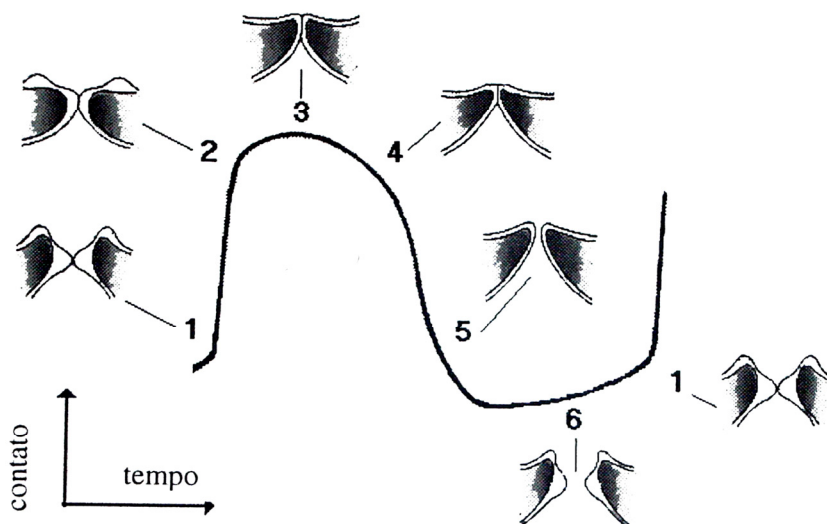


Figura 10 – Representação esquemática de uma forma de onda típica (voz modal, laringe saudável) e as correspondentes seções coronais das pregas vocais. (1) primeiro contato subglótico; (2) aumento do contato vertical; (3) máximo contato e máxima compressão medial; (4) separação das bordas inferiores das pregas vocais; (5) separação das bordas superiores das pregas vocais; (6) aproximação das bordas inferiores (adaptado de VIEIRA, 1997).

3.8 Equipamentos Utilizados

No exame de fibronasolaringoscopia utilizou-se um aparelho composto por um fibroscópio flexível da marca *Machida ENT-30PII* conectado a uma câmera de vídeo da marca *Toshiba IK-M43H13*. Esse conjunto foi conectado a uma fonte de luz da marca *Brüel & KJA-ER*. No exame de vídeo-radioscopia utilizou-se um aparelho da marca *Siemens* modelo *Siregraph* Telecomandado. Na avaliação eletroglotográfica utilizou-se um eletroglotógrafo da marca *Glottal Enterprises* modelo *EG2* acoplado

ao gravador digital DAT (*Digital Audio Tape*). Para a gravação do sinal acústico foi utilizado um gravador digital DAT da marca Tascam modelo DA-P1 conectado a dois microfones dinâmicos, um da marca AKG modelo D 880 e outro da marca Behringer modelo XM-8500. A utilização de dois microfones teve por objetivos principais: (1) gravar o áudio em dois canais independentes para se garantir a qualidade em pelo menos um dos canais; (2) facilitar a filtragem do áudio na presença de ruído, caso necessário; (3) gravar o áudio e o EGG em canais separados no mesmo equipamento.

3.9 Projeto Piloto

Primeiramente foi realizado um piloto com o autor com a finalidade de verificar como ocorreria a avaliação dos sujeitos observando aspectos como: ambiente do procedimento, espaço para colocação dos equipamentos de gravação, posição dos equipamentos na sala, posição do sujeito durante a avaliação, presença de ruído ambiente, condições dos equipamentos para fornecer os dados que seriam requeridos, qualidade da imagem dos aparelhos de avaliação, definição e adequação do protocolo de avaliação de acordo com o espaço do ambiente.

O piloto do procedimento de vídeo-radioscopia foi realizado na sala de radioscopia do Hospital Mater Dei (Rua Gonçalves Dias, 2700). Uma segunda pessoa acompanhou o procedimento e auxiliou na gravação sonora. Um médico residente foi destinado a auxiliar na operação do aparelho de radioscopia. O aparelho é composto por uma ampola por onde saem os raios X, que incidem sobre uma prancha onde é colocado o filme para incidência dos raios. Tal prancha pode ser

inclinada na posição vertical e na horizontal. A posição de análise é a vertical para que os cantores possam ficar em pé, com a face lateral direita voltada para a prancha e a esquerda para a ampola, como mostra a figura 11.



Figura 11 – Posição do sujeito em relação à ampola e a prancha.

Dois microfones foram colocados nos pedestais frontalmente ao sujeito, em ângulo de aproximadamente 45° em relação à boca (figura 12). A distância dos microfones em relação à boca do sujeito durante as avaliações foi de 10 cm.



Figura 12 – Posição do sujeito em relação aos microfones.

Atrás dos microfones encontrava-se um biombo para proteção contra a radiação, onde se posicionam os controles do aparelho de radioscopia. O gravador digital foi colocado ao lado dos controles do aparelho para que a pessoa que o operasse tivesse total visão sobre o sujeito que estava sendo avaliado (figura 13).



Figura 13 – Posição do biombo e do gravador.

A radiação foi constante no sujeito por um tempo de aproximadamente 30 segundos a cada tarefa realizada. A imagem produzida em movimento foi gravada em fita de vídeo cassete VHS (*Video Home System*).

O piloto do procedimento de fibronasolaringoscopia foi realizado no Instituto de Otorrinolaringologia (Avenida Afonso Pena, 2928). Neste procedimento o sujeito ficou sentado em uma cadeira de avaliação. O otorrinolaringologista se posicionou lateralmente ao sujeito, ficando de frente para a televisão e o vídeo cassete que estavam à esquerda do sujeito. As imagens produzidas foram gravadas em VHS (vídeo cassete). À frente do sujeito foram colocados dois microfones em ângulo de 45° em relação à boca para a gravação sonora.

3.10 Análise da Configuração Laríngea e do Trato Vocal

Os sujeitos foram submetidos a vídeo-radioscopia durante a realização das tarefas para avaliar a posição laríngea, bem como a posição das estruturas do trato vocal como a língua, palato mole, mandíbula e abertura labial, fatores estes, que influenciam as frequências de formantes durante as emissões em falsete. O exame de fibronasolaringoscopia elucidou os ajustes que não puderam ser observados na vídeo-radioscopia como: constrição laríngea, faríngea e estruturas pertencentes a estes segmentos. As tarefas realizadas foram as mesmas solicitadas na vídeo-radioscopia. O EGG realizado simultaneamente à fibronasolaringoscopia permitiu medir o coeficiente de contato das pregas vocais e verificar a fase aberta, fase de abertura e fechamento e fase fechada.

3.10.1 Processamento dos Vídeos da Fibronasolaringscopia e Vídeo-radioscopia

Os vídeos gravados em VHS durante os procedimentos de vídeo-radioscopia e fibronasolaringscopia foram digitalizados através da conexão de um vídeo-cassete a uma placa de captura de vídeo da marca *ATI* modelo *All-in-Wonder® Radeon* instalada em um computador *Pentium IV* plataforma *Windows*. Os vídeos digitalizados foram convertidos para o formato MPEG-2 de alta qualidade (*video bitrate: 8050 Kbit/sec*) e gravados em DVD para facilitar a análise dos dados. Dentre as diversas repetições dos trechos 01, 02 e 03 escolheu-se para análise um exemplo de cada trecho onde o contratenor não tivesse cometido nenhuma falha durante o canto e que tivesse a imagem nítida e o áudio sem falhas. Tais trechos escolhidos foram editados e salvos em um novo arquivo de vídeo. Assim, obteve-se um arquivo de vídeo para cada trecho em cada exame, somando seis arquivos no total para cada sujeito, totalizando 24 vídeos.

3.10.2 Análise dos Vídeos

Para a análise dos vídeos foi necessária a criação de uma tabela contendo os principais aspectos que foram os alvos de observação. Como mostrado no item 3.2 em cada trecho havia partes a serem analisadas. No trecho 01 as partes 1, 2 e 3 (movimento melódico rápido, salto 01 e salto 02); no trecho 02 a parte 1 (crescendo); e no trecho 03 as partes 1 e 2 (salto e escala descendente). Assim, foi necessário analisar cada parte de cada trecho em tabelas individuais, tanto para a fibronasolaringscopia quanto para a vídeo-radioscopia. Abaixo nas tabelas 2 e 3

podem-se ver os aspectos que foram analisados na fibronasolaringoscopia e vídeo-radioscopia, respectivamente. As tabelas foram preenchidas de acordo com uma escala de grau na qual os números de 0 a 3 foram atribuídos. O número 0 identificou ausência de ajuste; os números 1, 2 e 3 identificaram presença de ajuste em menor, médio e maior grau, respectivamente.

Tabela 2 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos – Fibronasolaringoscopia

	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Constricção Lateral				
Constricção Circular				
Epiglote: Posteriorização (Posteriorizou)				
Laringe				
Constricção ari-epiglótica				
Constricção Lateral				
Laringe: Elevação (Elevou)				
Abaixamento (Abaixou)				

Tabela 3 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Vídeo-radioscopia

	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)				
Abaixamento (Abaixou)				
Laringo-Faringe				
Faringe: Constricção				
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto				
Fechado Posição Baixa				
Fechado Posição Elevada				
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)				
Anteriorizada (Anteriorizou)				
Elevada (Elevou)				
Baixa (Abaixou)				
Mandíbula				
Elevada: Pequena Abertura Labial				
Abaixada: Pequena Abertura Labial				
Grande Abertura Labial				
Lábios				
Protruídos (Protruiu)				
Retraídos (Retraiu)				

3.11 Processamento dos Dados da Eletroglotografia

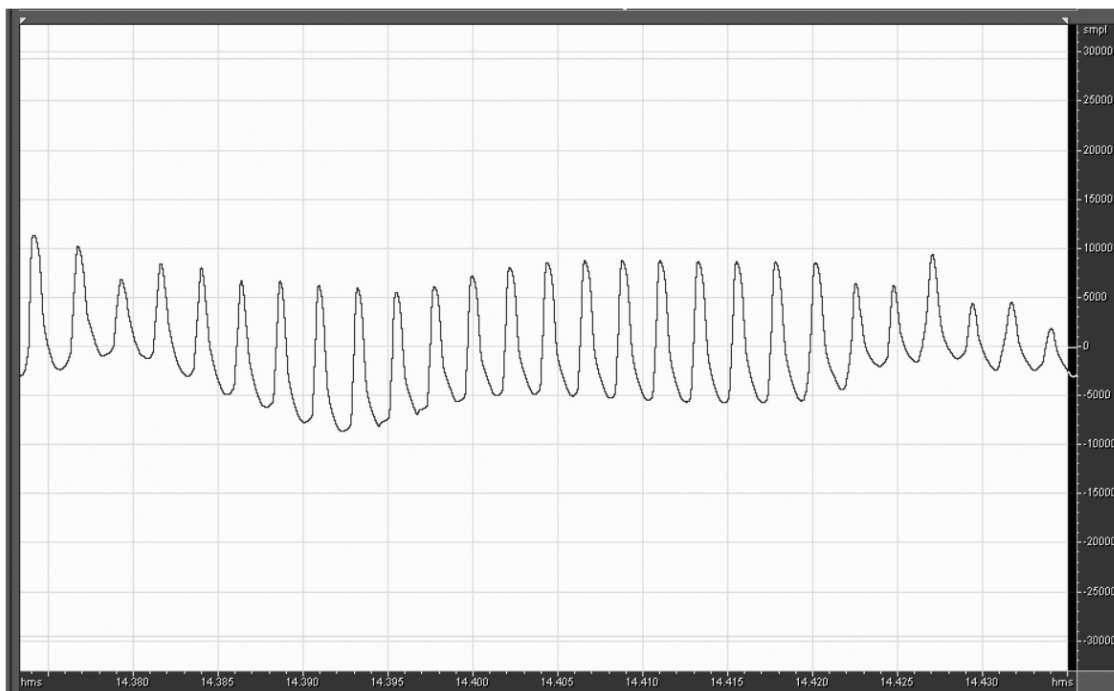
Os dados da eletroglotografia gravados em DAT foram redigitalizados através do acoplamento no computador sendo obtidos por intermédio do programa *Cool Edit 2000* versão 1.0, fabricado pela *Syntrillium Software Corporation*. Utilizou-se taxa de amostragem de 22050 Hz, resolução de 16 bits e conversão de canal estéreo para canal mono. Da mesma forma que no processamento dos vídeos, os dados de EGG foram separados por trechos para cada sujeito. Como o EGG foi realizado apenas na fibronasolaringoscopia obteve-se a princípio 3 arquivos de EGG. Porém, para análise individual das partes de cada trecho foi necessária uma edição dessas partes, somando 6 arquivos de EGG por sujeito, totalizando 24 arquivos. Os arquivos de EGG corresponderam aos arquivos de vídeo, ou seja, do mesmo trecho escolhido, extraiu-se o arquivo de vídeo e o arquivo de EGG.

3.11.1 Análise dos Dados Eletroglotográficos

Para a análise dos dados eletroglotográficos utilizaram-se 3 *softwares* desenvolvidos por Vieira (1997) para processamento dos sinais: *delay0.bat*, *egg.exe* e *smooth.exe*. O *software delay0.bat* conjuga a ação de outros dois programas, o *lxfilter.exe* e o *revfile.exe*. Assim, primeiramente faz uma filtragem passa-alta da onda EGG com corte de 60 Hz e atenuação de 45 dB na faixa de rejeição. Após essa primeira filtragem o arquivo é novamente filtrado no sentido inverso da onda com o objetivo de reverter deformações no sinal devido a alterações de fase. O principal objetivo da filtragem feita pelo *delay0.bat* é o de atenuar as flutuações de linha base existentes na onda EGG sem causar distorção de fase. Após esse processo as ondas EGG

filtradas tornam-se passíveis de análise e de extração de medidas. A figura 14 mostra o sinal antes (a) e depois (b) de ser filtrado, respectivamente.

(a)



(b)



Figura 14 – Traçado Eletroglotográfico (a) com flutuação da linha base; (b) filtrada.

As ondas filtradas foram inspecionadas manualmente, uma a uma, com o objetivo de se identificar traçados irregulares que poderiam comprometer a análise automática feita posteriormente. Os traçados irregulares foram identificados, na sua maioria nos finais de frase, e excluídos manualmente. O fonema /r/ produzido no final das sílabas /per/ e /tor/ foi excluído manualmente para que não fizesse parte da análise automática e pudesse influenciar os resultados. A figura 15 mostra um exemplo de traçado irregular.

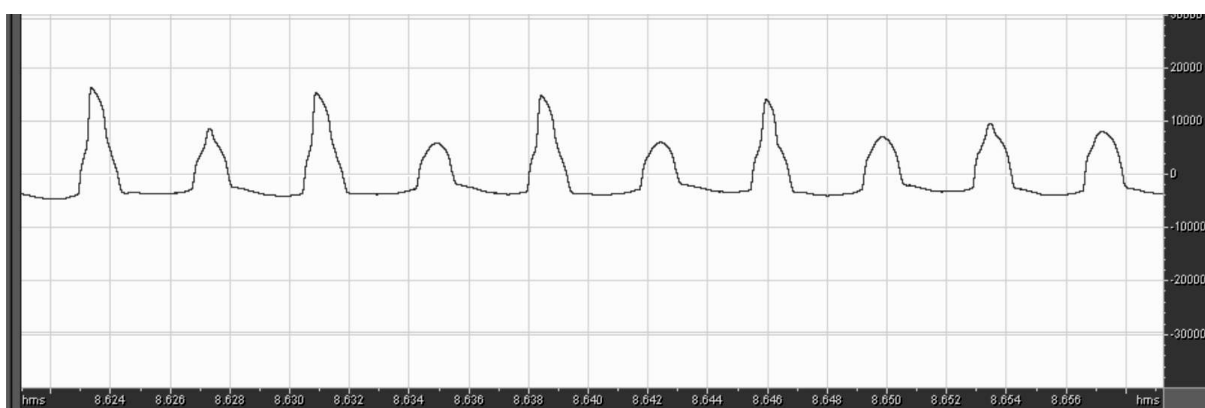


Figura 15 – Traçado irregular na onda EGG filtrada presente no final da escala descendente do trecho 03 na vogal /o/ antes da articulação do /r/.

Após a exclusão dos traçados irregulares, as ondas EGG estavam preparadas para a análise automática que se seguiu. O programa *egg.exe* foi utilizado para fazer o cálculo do coeficiente de contato (CC) das pregas vocais, dado por:

$$CC = \frac{TFF}{TCG} \times 100$$

onde TFF = tempo de fase fechada (em amostras)

TCG = tempo do ciclo glótico (em amostras).

O programa *egg.exe* faz o cálculo automático do coeficiente de contato em todos os ciclos glóticos e gera dois arquivos de texto: um contendo todos os valores de coeficiente de contato para cada intervalo de tempo (em segundos) e outro contendo a média total do coeficiente de contato de todos os ciclos glóticos presentes em cada arquivo EGG. Assim, foi possível determinar a proporção do tempo (em %) em que as pregas vocais estiveram em contato (fechadas) em relação à duração do ciclo glótico. A figura 16 mostra a aplicabilidade da fórmula empregada para o cálculo do coeficiente de contato.

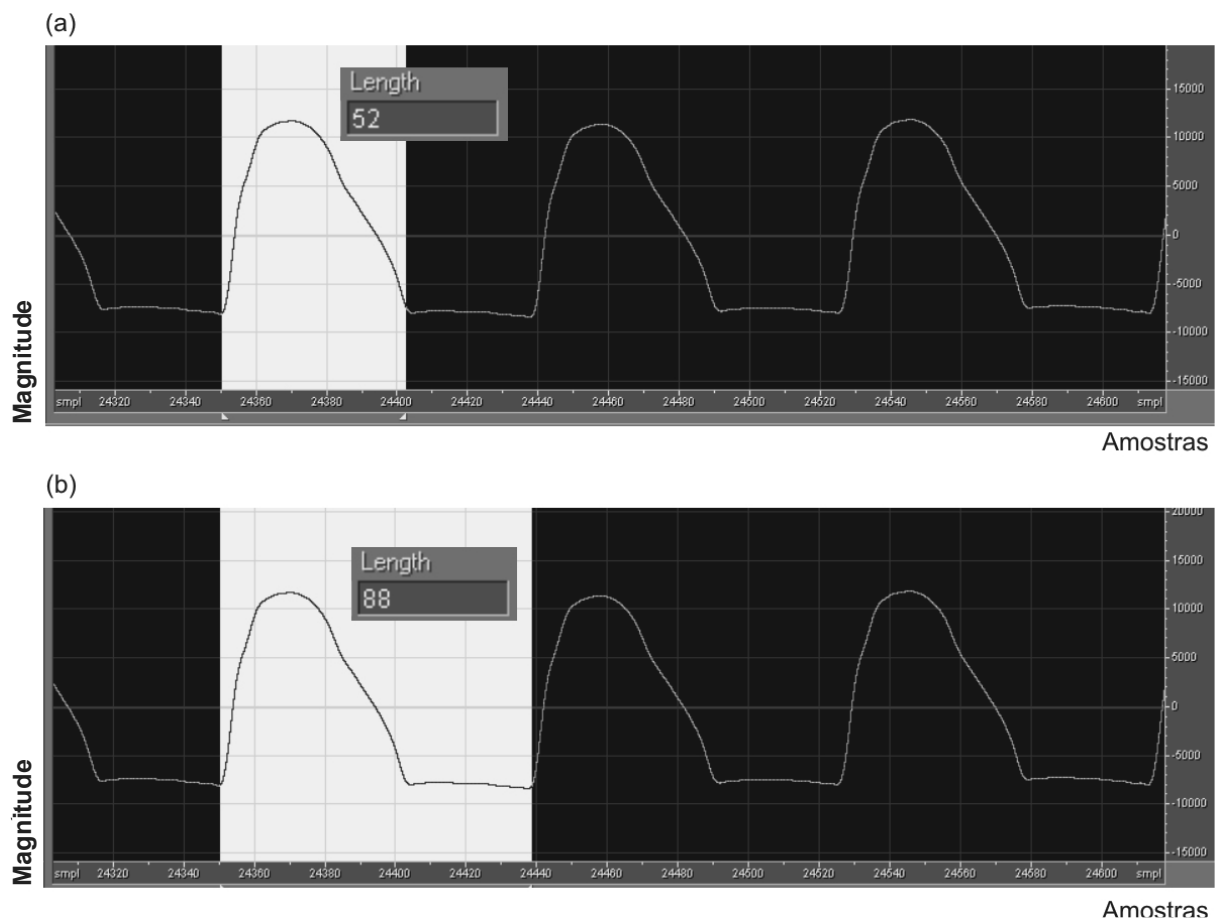


Figura 16 – Extração do coeficiente de contato (CC) da onda EGG pela estimação da duração (amostras) da fase fechada (a) e da duração total (amostras) do ciclo vibratório (b).

Dando continuação à análise dos dados, após o cálculo do coeficiente de contato (CC) de todos os trechos e suas respectivas partes, foi necessário ajustar os arquivos de texto gerados para a confecção dos gráficos da análise. A partir desse ponto o programa *smooth.exe* foi utilizado para fazer dois tipos de processamento: (a) filtragem não-linear pela mediana de 3 pontos; (b) suavização linear por um filtro simétrico de 3 pontos. Assim, um novo arquivo de texto foi gerado contendo as medidas do coeficiente de contato modificadas pelo *smooth.exe*. Esse novo arquivo foi inspecionado manualmente, um por um, para se verificar a existência de erros de cálculo e se eliminar os pontos onde o programa *egg.exe* não conseguiu realizar uma medida satisfatória do coeficiente de contato. A tabela 4 mostra exemplos dos dados obtidos com o *egg.exe* (não-filtrados) e com o *smooth.exe* (pós-filtrados).

Tabela 4 - Exemplo de dados do coeficiente de contato (CC) obtidos com *egg.exe* (não filtrados) e com o *smooth.exe* (filtrados)

Coeficiente de Contato pré-filtragem		Coeficiente de Contato pós-filtragem	
Tempo (s)	CC (%)	Tempo (s)	CC (%)
0,12641	47,83	0,12641	49,4575
0,12847	48,89	0,12847	49,4575
0,13051	51,11	0,13051	49,4575
0,13254	47,83	0,13254	49,05062

3.12 Análise Acústica

A gravação digital das tarefas realizadas pelos contratadores, durante a realização da vídeo-radioscopia e da avaliação fibronasolaringoscópica, foi utilizada para posterior análise acústica visando definir e caracterizar os formantes do contratador. A análise acústica foi realizada relacionando os ajustes laríngeos e supralaríngeos observados na vídeo-radioscopia e na fibronasolaringoscopia. A idéia principal foi a de fazer uma análise acústica do terceiro, quarto e quinto formante, na tentativa de

se identificar a existência de um possível formante do cantor, comparando as características sonoras dos contratenores com sopranos, mezzo-sopranos e contraltos. As questões relativas à inteligibilidade do canto não foram abordadas.

3.12.1 Processamento do Sinal Acústico

O sinal acústico gravado em DAT foi redigitalizado através do acoplamento no computador sendo obtidos por intermédio do programa *Cool Edit 2000* versão 1.0, fabricado pela *Syntrillium Software Corporation*. Utilizou-se taxa de amostragem de 22050 Hz, resolução de 16 bits e um canal (mono). Da mesma forma que no processamento dos vídeos e dos dados de EGG, o sinal acústico foi separado por trechos para cada sujeito. Como ocorrido no processamento dos dados do EGG, o sinal acústico foi editado pelos trechos e suas respectivas partes. Desta forma, foram 6 arquivos para cada exame por sujeito totalizando 24 arquivos. Os arquivos de áudio corresponderam aos arquivos de vídeo e EGG, ou seja, do mesmo trecho escolhido, extraiu-se o arquivo de vídeo, o arquivo de EGG e o arquivo de áudio.

3.12.2 Análise do Sinal Acústico

Para a análise do sinal acústico utilizou-se dois *softwares* fornecidos gratuitamente na Internet. São eles: *Praat*² versão 4.3.20 desenvolvido por Paul Boersma e David Weenink do *Institute of Phonetic Sciences* pertencente a *University of Amsterdam* e *WaveSurfer*³ versão 1.8.5/0511011429 desenvolvido por Kåre Sjölander e Jonas

² <http://www.praat.org>

³ <http://www.speech.kth.se/wavesurfer>

Beskow do departamento *TMH (Speech, Music and Hearing)* pertencente ao *KTH (Royal Institute of Technology)*.

As ferramentas escolhidas para a análise acústica foram o LTAS (espectro de longo termo⁴), a espectrografia de banda larga e o LPC (*Linear Predictive Coding*).

O programa *Praat* foi utilizado para a análise LTAS, que foi realizada nos trechos 01 e 03, separando as partes existentes nesses trechos, ou seja, foi feita uma análise tanto para o movimento melódico rápido, a escala descendente e os saltos de intervalo. Para realizar essa análise os trechos foram convertidos para a taxa de amostragem 11025 Hz, para facilitar a análise dos formantes até a faixa de 5000 Hz. Essa faixa de frequência foi considerada suficiente, pois o objetivo principal era o de verificar se havia aumento da amplitude na região entre 3000 e 3500 Hz.

O programa *WaveSurfer* foi utilizado para a análise espectrográfica de banda larga e LPC, que foi realizada no trecho 2. Como na análise dos outros trechos citados acima, foi necessário separar a parte do crescendo e convertê-la para a taxa de amostragem de 11025 Hz. Assim, obteve-se um espectro de banda larga onde se pôde verificar se havia a presença do aumento da amplitude dos formantes e o *cluster* do terceiro, quarto e quinto formantes na região entre as frequências de 2500 e 3500 Hz. O comprimento do janelamento utilizado na espectrografia de banda larga foi de 64, janelamento *Hanning*, lagura de banda de 172 Hz e o número de pontos da *FFT (Fast Fourier Transform)* foi 512. O programa *WaveSurfer* ainda foi utilizado para a análise LPC editando o sinal da mesma forma que na espectrografia

⁴ Somatória média de uma série de espectros de curto termo gerados pelo método *FFT (Fast Fourier Transform)*.

de banda larga. Porém, o LPC foi traçado com janelamento *Hanning*, *FFT* de 256 pontos, tendo sido analisado no início, meio e final da vogal /e/ do crescendo, considerando se havia ou não a presença de vibrato, pois este, quando presente em grandes oscilações, tende a dificultar a configuração do gráfico LPC devido às oscilações frequenciais presentes nos formantes.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Os resultados obtidos mediante a aplicação dos métodos descritos na seção anterior serão apresentados nesta seção. Primeiramente serão apresentados os resultados da fibronasolaringoscopia e vídeo-radioscopia para todos os sujeitos, posteriormente os resultados dos dados eletroglotográficos juntamente com os dos dados acústicos. Para finalizar o capítulo um resumo de todos os resultados obtidos será apresentado para cada contratenor individualmente, seguindo a ordem numérica dos sujeitos.

4.1 Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia

Neste tópico serão apresentados, de forma conjugada, os resultados da análise dos ajustes laríngeos e supralaríngeos observados na fibronasolaringoscopia e vídeo-radioscopia. As observações baseadas nos itens das tabelas 2 e 3 serão aqui descritas resumidamente nas tabelas 5 a 10. As escalas de grau utilizadas no preenchimento das tabelas 2 e 3 foram mantidas nas tabelas abaixo no formato descritivo. As tabelas modelo 2 e 3 preenchidas estão nos anexos 3 e 4.

Tabela 5 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia

Trecho 01 – Movimento Melódico Rápido

	Posição Laríngea	Constricção Epiglótica	Constricção Faringea	Posicionamento do Palato Mole	Posicionamento da Língua	Posicionamento da Mandíbula	Lábios
CT1	Estável na posição de repouso sem muitas oscilações no sentido vertical	-	Lateral em menor grau	Fechado e elevado em menor grau	Levemente anteriorizada com média elevação	Abaixamento em menor grau com pouca abertura labial	Protrusão de menor grau
CT2	Abaixada em médio grau sem muitas oscilações no sentido vertical	-	Circular em menor grau	Fechado e elevado em médio grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento em menor grau com pouca abertura labial	Protrusão de médio grau
CT3	Abaixada em médio grau sem muitas oscilações no sentido vertical	-	Lateral em menor grau	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento em menor grau com pouca abertura labial	Protrusão de médio grau
CT4	Abaixada em médio grau sem muitas oscilações no sentido vertical	-	Lateral superior e inferior em médio grau (média diminuição na parte descendente)	Fechado e elevado em médio grau	No meio da cavidade oral com média elevação	Abaixamento em menor grau	Lábios não-visíveis

Na execução do movimento melódico rápido do trecho 01 não houve muita variação nos ajustes laríngeos entre os contratenores. As constrições da faringe foram similares e o principal aspecto observado foi a diminuição da constrição nos trechos descendentes do movimento melódico, seja nos momentos de salto de intervalo ou notas sucessivas, mostrando que há uma tendência de aumento de constrição faríngea, seja circular inferior ou lateral superior e inferior em partes ascendentes. Porém, tais constrições foram de menor grau porque no referente movimento melódico a nota mais aguda é um Ré₅ (587 Hz). O palato mole permaneceu sempre em posição fechada e elevada, enquanto o posicionamento da língua variou entre os sujeitos. De certa forma essa variação nos permite inferir que o posicionamento da língua é um tipo de ajuste que influenciou as diferentes emissões do movimento melódico do trecho 01.

Todos os sujeitos realizaram esta tarefa com leve abaixamento de mandíbula e pequena abertura labial com leve a média protrusão. Esse comportamento ocorreu no movimento melódico do trecho 01 em uma extensão que contém notas graves e médias da tessitura do contratenor.

Tabela 6 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasaringoscopia e Vídeo-radioscopia

Trecho 01 - Salto de Intervalo Ascendente 01

	Posição Laríngea	Constricção Ari-Epiglótica	Constricção Faringea	Posicionamento do Palato Mole	Posicionamento da Língua	Posicionamento da Mandíbula	Lábios
CT1	Elevada em maior grau	-	Lateral em maior grau (simultâneo ao momento da elevação laríngea)	Fechado e baixo em menor grau	Levemente anteriorizada com média elevação	Abaixamento em médio grau com pouca abertura labial	Protrusão de médio grau
CT2	Elevada em menor grau	Em menor grau	Circular inferior de médio grau (abertura faríngea superior de médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento em médio grau com média abertura labial	Protrusão de médio grau
CT3	Elevada em menor grau	-	Lateral inferior em menor grau	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento de médio grau com média abertura labial	Protrusão de médio grau
CT4	Elevada em menor grau	-	Circular inferior de médio grau e lateral superior em menor grau	Fechado e baixo em menor grau	Levemente anteriorizada com média elevação	Abaixamento de médio grau	Lábios não-visíveis

Na execução do salto 01 do trecho 01 houve elevação da laringe em menor grau para todos os contratenores, exceto para o CT1 onde a elevação atingiu o grau máximo da escala. Esse fato pode ser explicado observando a tessitura do CT1 que vai de $F\acute{a}_3$ (174 Hz) a $F\acute{a}_5$ (698 Hz), sendo que o salto 01 era de $L\acute{a}_4$ (440 Hz) a $F\acute{a}\#_5$ (740 Hz). Portanto, o CT1 executou um intervalo que estava além da sua tessitura de conforto, o que ocasionou essa grande elevação laríngea.

Apenas o CT2 apresentou constrição ari-epiglótica em menor grau, enquanto que todos os sujeitos apresentaram constrição faríngea circular ou lateral. O CT1 apresentou constrição faríngea lateral em maior grau, condizente com a elevação laríngea. O CT2 apresentou padrões alternados com constrição circular da faringe inferior e boa abertura, ausente de constrições, na faringe superior. O mesmo padrão apresentou o CT4 com a diferença de que houve leve constrição da faringe superior. O CT3 apresentou leve constrição da faringe inferior e boa abertura, ausente de constrições, na faringe superior. Observou-se maior facilidade na execução do salto 01 por parte do CT3, uma vez que este apresenta a maior tessitura relatada.

A posição do palato mole variou pouco, sendo que dois dos sujeitos, CT1 e CT4, apresentaram posição fechada e baixa de menor grau, enquanto o CT2 e CT3 apresentaram em posição fechada e elevada de menor grau. Porém, será considerado como ajuste similar porque, na escala adotada a variação em menor grau para baixo ou para cima é pequena em termos de movimentação de véu palatino.

O posicionamento da língua variou de forma mais consistente entre os sujeitos, onde o mesmo padrão ocorreu para o CT1 e CT4 e para o CT2 e CT3. Porém, como considerado acima para o ajuste do palato mole, esses padrões de posicionamento da língua serão considerados similares, uma vez que todos os sujeitos apresentaram elevação de mesmo grau e as variações no eixo antero-posterior foram bem próximas entre eles.

Houve uma maior tendência a abertura da mandíbula e abertura labial no salto 01 do que no movimento melódico do trecho 01. Isso pode ser visto como um tipo de ajuste devido à extensão do salto 01 ser mais aguda do que a do movimento melódico, justificando a necessidade de um aumento da cavidade oral para facilitar a emissão das notas. Pôde-se perceber que esse aumento foi compensado com uma maior protrusão labial.

**Tabela 7 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia
Trecho 01 - Salto de Intervalo Ascendente 02**

	Posição Laríngea	Constricção Ari-Epiglótica	Constricção Faringea	Posicionamento do Palato Mole	Posicionamento da Língua	Posicionamento da Mandíbula	Lábios
CT1	Elevada em menor grau	-	Lateral em médio grau (simultâneo ao momento da elevação laríngea)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente anteriorizada com média elevação	Abaixamento em menor grau com pouca abertura labial	Protrusão de médio grau
CT2	Estável na posição de repouso sem muitas oscilações no sentido vertical	Em menor grau	Circular inferior de menor grau (abertura faríngea superior de médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento em médio grau com média abertura labial	Protrusão de médio grau
CT3	Abaixada em menor grau sem muitas oscilações no sentido vertical	-	-	Fechado e elevado em médio grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento de médio grau com pouca abertura labial	Protrusão de médio grau
CT4	Estável na posição de repouso sem muitas oscilações no sentido vertical	-	Circular inferior de menor grau e lateral superior em menor grau	Fechado e elevado em menor grau	Levemente anteriorizada com média elevação	Abaixamento de menor grau	Lábios não-visíveis

Na execução do salto 02 do trecho 01 a laringe permaneceu mais estável e sem muitas oscilações verticais quando comparada ao seu posicionamento no salto 01. Apenas o CT1 apresentou pequena elevação, mas a estabilidade da laringe estava bem melhor em relação a sua posição elevada de maior grau no salto 01. Essa melhora ocorreu pela diminuição da extensão ocorrida no salto 02 que ia de Lá₄ (440 Hz) a Ré₅ (587 Hz). Desta vez a nota mais aguda do salto estava presente de forma confortável na tessitura do CT1. O CT2 apresentou constrição ari-epiglótica em menor grau como no salto 01. Todos os sujeitos apresentaram algum tipo de constrição faríngea circular ou lateral. Para o CT1 a constrição lateral faríngea diminuiu em relação ao salto 01. O CT2 apresentou o mesmo padrão alternado de constrição faríngea do salto 01, com diminuição da constrição circular. O CT3 não apresentou nenhum tipo de constrição, mantendo uma boa abertura faríngea. O CT4 manteve o mesmo padrão do salto 01, também diminuindo a constrição circular como o CT2. O comportamento do palato mole foi similar para todos os contratenores, com fechamento completo e pequena e média elevação. O posicionamento da língua foi idêntico ao observado no salto 01 para todos os sujeitos, portanto tendo sido considerado um padrão similar. Houve uma diminuição do abaixamento de mandíbula para os CT1 e CT4 e diminuição da abertura labial para o CT3. O grau de protrusão labial foi idêntico ao identificado no salto 01.

Tabela 8 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia
Trecho 02 - Crescendo em nota sustentada

	Posição Laríngea	Constricção Epiglótica	Constricção Faringea	Posicionamento do Palato Mole	Posicionamento da Língua	Posicionamento da Mandíbula	Lábios
CT1	Abaixada em menor grau	-	Lateral em menor grau	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouco (menor) abaixamento	Abaixamento em menor grau com média abertura labial	Protrusão de médio grau
CT2	Abaixada em médio grau	-	Sem Constricção (abertura faríngea inferior e superior em médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouca (menor) elevação	Abaixamento em menor grau com média abertura labial	Protrusão de médio grau
CT3	Abaixada em maior grau	-	Sem constricção (abertura faríngea inferior e superior em maior grau)	Fechado e elevado em médio grau	Levemente posteriorizada com pouco (menor) abaixamento	Abaixamento de maior grau com média abertura labial	Protrusão de médio grau
CT4	Abaixada em médio grau	-	Sem Constricção (abertura faríngea inferior e superior em médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouco (menor) abaixamento	Abaixamento de médio grau	Lábios não-visíveis

Na execução do crescendo do trecho 02 houve grande modificação no comportamento da laringe quando comparado com as outras partes. A laringe permaneceu em posição baixa para todos os sujeitos, sendo que para o CT1 foi em menor grau, para o CT2 e CT4 em médio grau e para o CT3 em maior grau. Para todos os sujeitos houve uma ampliação da faringe tanto superior quanto inferior, exceto para o CT1 que apresentou leve constrição lateral faríngea, mas ainda mantendo boa abertura do tubo faringo-laríngeo. O palato mole permaneceu fechado e elevado em menor e médio grau para todos os sujeitos. A língua permaneceu levemente posteriorizada com leve abaixamento para todos os sujeitos exceto para o CT2 que fez uma leve elevação. O crescendo foi realizado na vogal /o/ que naturalmente tem o posicionamento de língua mais posteriorizado e levemente abaixado. Assim, por considerar que a elevação da língua para o CT2 é em menor grau e está conjugada com a posteriorização e que o abaixamento de mandíbula desse sujeito foi em menor grau, o que influencia na afirmação da elevação da língua, o posicionamento de língua de todos os sujeitos nesse crescendo será considerado similar.

Todos os sujeitos apresentaram abaixamento de mandíbula de forma similar com média abertura labial, exceto o CT3 que apresentou abaixamento em maior grau no final do crescendo simultaneamente ao momento de maior abaixamento da laringe. O grau de protrusão labial foi igual para todos os sujeitos, tendo sido em um grau mais elevado do que no trecho 01 já descrito acima.

Tabela 9 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia
Trecho 03 - Salto de Oitava Ascendente

	Posição Laríngea	Constricção Ari-Epiglótica	Constricção Faríngea	Posicionamento do Palato Mole	Posicionamento da Língua	Posicionamento da Mandíbula	Lábios
CT1	Elevada em médio grau	-	Lateral em maior grau (simultâneo ao momento da elevação laríngea)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouca elevação	Abaixamento em médio grau com média abertura labial	Protrusão de menor grau
CT2	Elevada em menor grau	-	Circular inferior de médio grau (abertura faríngea superior de médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouca elevação	Abaixamento em médio grau com média abertura labial	Retração de médio grau
CT3	Elevada em menor grau	-	Lateral inferior em menor grau	Fechado e elevado em menor grau	Levemente anteriorizada com pouca (menor) elevação	Abaixamento em médio grau com média abertura labial	Retração de médio grau
CT4	Elevada em menor grau	-	Lateral inferior em menor grau	Fechado e baixo em menor grau	Levemente anteriorizada com pouca (menor) elevação	Abaixamento de médio grau	Lábios não-visíveis

Na execução do salto de oitava do trecho 03 a laringe se elevou em todos os contratenores, em menor grau para os CT2, CT3 e CT4 e em médio grau para o CT1. Da mesma forma como ocorrido no salto 01 do trecho 01, o salto de oitava que atingia a extensão de F \acute{a} #₄ (370 Hz) a F \acute{a} #₅ (740 Hz), compreendia uma nota que estava além da tessitura relatada pelo CT1 que era de F \acute{a} ₃ (174 Hz) a F \acute{a} ₅ (698 Hz), o que ocasionou essa maior elevação laríngea. O comportamento laringo-faríngeo foi similar ao apresentado na execução do salto 01 do trecho 01 para todos os sujeitos. Porém, uma observação mais acurada mostra que por ser o salto de oitava do trecho 03 mais rápido, em termos de ritmo musical, do que o salto 01 (intervalo de 6^a menor) do trecho 01, as constrições faríngeas ocorridas no salto de oitava foram menos intensas do que no salto 01. O palato mole permaneceu fechado e elevado em menor grau para todos os sujeitos. O posicionamento da língua foi parecido para os CT1 e CT2 e para o CT3 e CT4 e ocorreu de modo similar ao observado no salto 01 do trecho 01. Todos os sujeitos apresentaram abaixamento de mandíbula e abertura labial de médio grau. Diferentemente do observado no salto 01 do trecho 01, o CT2 e o CT3 apresentaram retração labial de menor grau, enquanto o CT1 manteve a protrusão em menor grau.

Tabela 10 - Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia
Trecho 03 - Escala Descendente

	Posição Laríngea	Constricção Epiglótica	Constricção Faringea	Posicionamento do Palato Mole	Posicionamento da Língua	Posicionamento da Mandíbula	Lábios
CT1	Abaixada em menor grau	-	Lateral em menor grau (no início da escala)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouca elevação	Abaixamento em médio grau com média abertura labial	Protrusão de menor grau
CT2	Abaixada em médio grau	-	Sem Constricção (abertura faríngea inferior e superior em médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com pouca elevação	Abaixamento em menor grau com pouca abertura labial	Protrusão de menor grau
CT3	Abaixada em médio grau	-	Sem Constricção (abertura faríngea inferior e superior em maior grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento em menor grau com média abertura labial	Protrusão de menor grau
CT4	Abaixada em médio grau	-	Sem Constricção (abertura faríngea inferior e superior em médio grau)	Fechado e elevado em menor grau	Levemente posteriorizada com média elevação	Abaixamento em menor grau	Lábios não-visíveis

Na execução da escala descendente do trecho 03 todos os sujeitos apresentaram abaixamento progressivo da laringe em menor e médio grau. Com exceção do CT1, todos os sujeitos apresentaram abertura do tubo laringo-faríngeo em médio e maior grau. A constrição lateral faríngea apresentada pelo CT1 no início da escala descendente ocorreu simultaneamente à elevação laríngea. Porém, à medida que se desceu na escala essa constrição diminuiu consideravelmente, deixando o tubo laringo-faríngeo com boa abertura. O palato mole permaneceu em posição fechada de menor grau. Os sujeitos CT1 e CT2 mantiveram a língua na mesma posição do salto de oitava que antecedia a escala descendente do trecho 03, enquanto que os CT3 e CT4 posteriorizaram a língua e abaixaram-na progressivamente. Os sujeitos CT2, CT3 e CT4 diminuíram a abertura da boca, elevando levemente a mandíbula, deixando-a com menor abaixamento, quando comparada ao salto de oitava que antecedia a escala. O CT1 manteve a mesma posição de mandíbula e abertura labial. Observou-se nos sujeitos CT2 e CT3 diminuição da retração labial (presente no salto de oitava) no início da escala descendente e leve protrusão na parte final.

4.1.1 Considerações

A partir da descrição e análise dos dados obtidos com a fibronasolaringoscopia e vídeo-radioscopia pode-se fazer algumas considerações acerca do comportamento laríngeo e supralaríngeo no canto dos contratadores avaliados.

4.1.1.1 Movimento Melódico Rápido e Escala Descendente

Nas tarefas que envolveram o movimento melódico e a escala descendente, como no trecho 01 e trecho 03 respectivamente, o comportamento laríngeo e supralaríngeo foram similares para todos os sujeitos. Há tendência a um discreto abaixamento de laringe e pequena constrição faríngea. Essa constrição ocorre mais visivelmente em partes ascendentes, enquanto que nas partes descendentes elas diminuem ou desaparecem, mostrando uma maior abertura do tubo laringo-faríngeo (figura 17). As constrições faríngeas são menores ou inexistentes em ascendências que partem de notas mais graves da tessitura como o Dó₄ (196 Hz) até notas como o Dó₅ (523 Hz) ou Ré₅ (587 Hz). O palato permanece sempre fechado, como esperado, e com pouca elevação. O posicionamento da língua dependeu da vogal produzida, mas para o canto pareceu ser em menor grau do que na voz falada, porque houve tendência à uniformização do posicionamento com pouca variação no eixo antero-posterior e mínima variação no eixo vertical. O abaixamento de mandíbula, a abertura labial e a protrusão labial ocorreram no grau menor da escala de avaliação para quase todos os sujeitos nestas duas tarefas (figura 18).

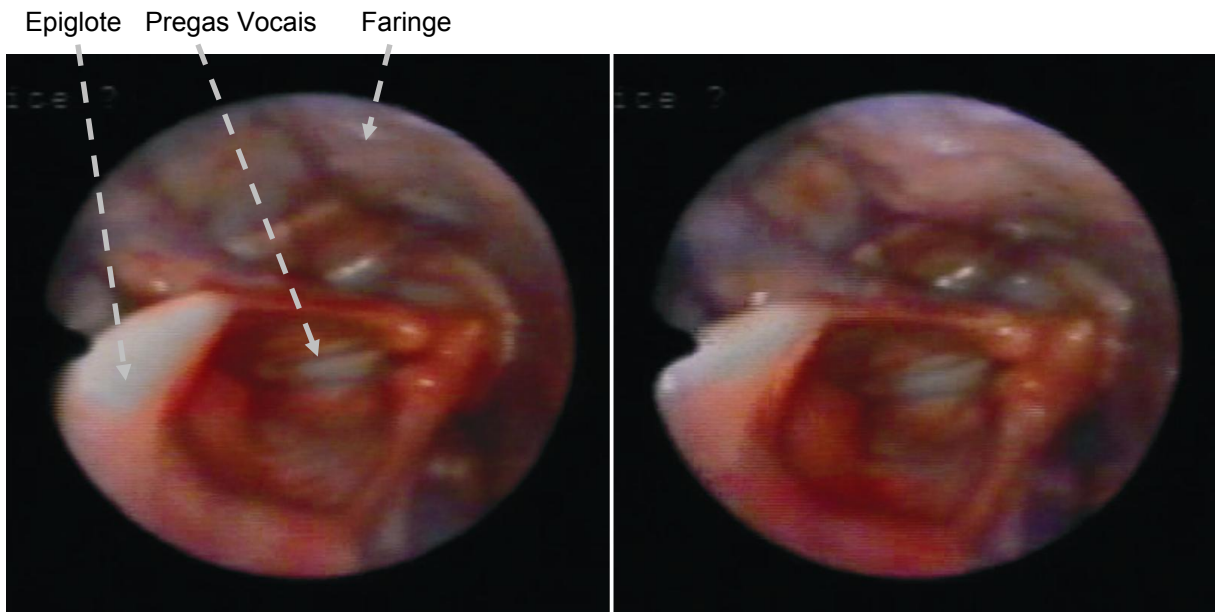


Figura 17 – Imagens representativas dos ajustes laríngicos para o movimento melódico do trecho 01 (sujeito CT3). A primeira imagem mostra a ausência de constrictões faríngeas em um ponto no meio do movimento melódico do trecho 01. A segunda imagem mostra constrictão faríngea inferior em menor grau durante a nota Ré₅ (587 Hz) na parte final do movimento melódico do trecho 01.

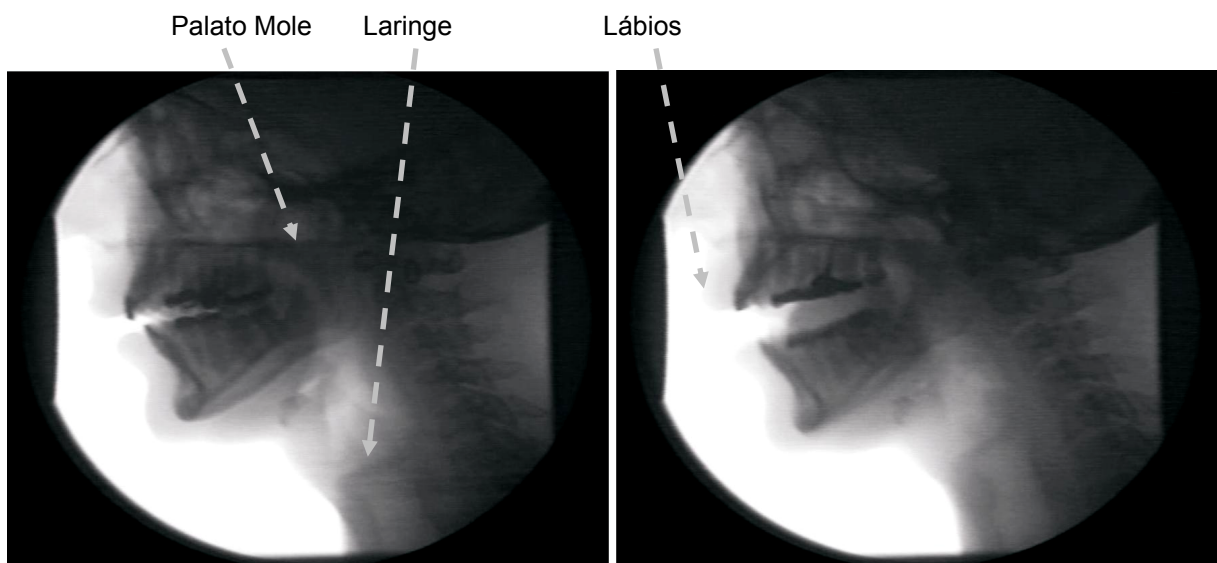


Figura 18 – Imagens representativas dos ajustes supralaríngicos para o movimento melódico do trecho 01 (sujeito CT3). A primeira imagem mostra o posicionamento da laringe, língua, palato mole, mandíbula e lábios no início do movimento melódico do trecho 01, enquanto a segunda imagem na parte mais aguda, Ré₅ (587 Hz), do mesmo movimento.

4.1.1.2 Salto de Intervalo

Nas tarefas que envolveram saltos de intervalo como no trecho 01 e no trecho 03, o comportamento laríngeo e supralaríngeo foram similares para todos os sujeitos. Os intervalos musicais dos saltos realizados foram: de 6^a menor e de 4^a justa para o salto 01 e 02 do trecho 01; salto de oitava para o trecho 03. Há tendência para discreta elevação laríngea, mais visível no salto 01 e no salto de oitava, onde a nota mais aguda era o F_{á#}₅ (740 Hz). Apenas o CT1 teve elevação laríngea em maior grau. Porém, para o salto 02 onde a nota mais aguda era o R_é₅ (587 Hz), a laringe permaneceu estável sem muitas oscilações no sentido vertical ou levemente abaixada. O CT2 foi o único a apresentar constrição ari-epiglótica, que ocorreu no salto 01 e 02.

Nos salto 01 e de oitava houve tendência a uma maior constrição faríngea, seja lateral ou circular. Porém, esta constrição era evidente na porção inferior da faringe, sendo que na faringe superior havia ausência de constrição ou constrição lateral em menor grau. Apenas o CT1 apresentou constrição em maior ou médio grau. No salto 02 as constrições faríngeas diminuíram consideravelmente, até mesmo para o CT1 (figura 19). O CT3 foi o único a não apresentar nenhum tipo de constrição. O palato mole permaneceu sempre em posição fechada, como esperado, variando pouco em altura, principalmente no salto 01 e de oitava. No salto 02 houve tendência a uma elevação maior que nos outros saltos, mas atingiu apenas o grau médio da escala de avaliação. O posicionamento da língua independente da vogal produzida, /u-i/ para o salto 01 e 02 e /o/ para o salto de oitava, manteve o mesmo posicionamento no eixo vertical e apresentou poucas variações no eixo antero-posterior. Os sujeitos apresentaram, na maioria das vezes, abaixamento de mandíbula e abertura labial

em grau médio. O CT2 e o CT3 apresentaram retração labial no salto de oitava. Porém, a protrusão labial de médio grau foi o ajuste mais presente nas tarefas de salto de intervalo (figura 20).

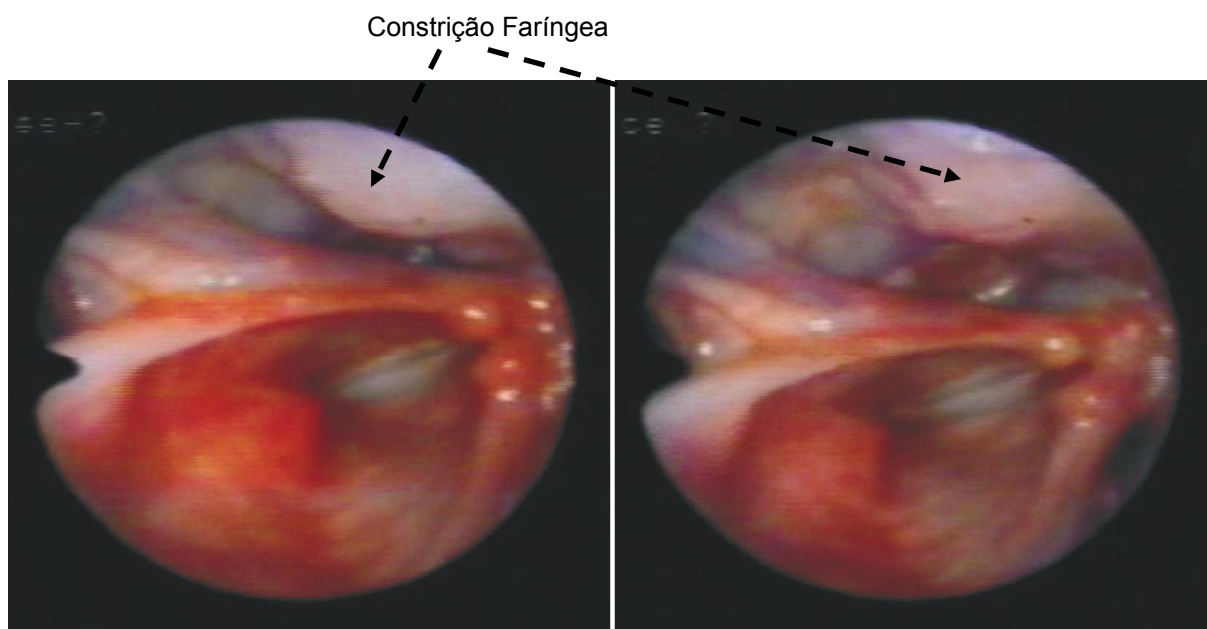


Figura 19 – Imagens representativas dos ajustes laríngeos para o salto 01 e 02 do trecho 01 (sujeito CT3). A primeira imagem mostra a presença de constrição lateral faríngea em maior grau para o salto 01. A segunda imagem mostra a diminuição da constrição no salto 02. Na primeira imagem a nota é o Fá#₅ (740 Hz) e na segunda o Ré₅ (587 Hz).

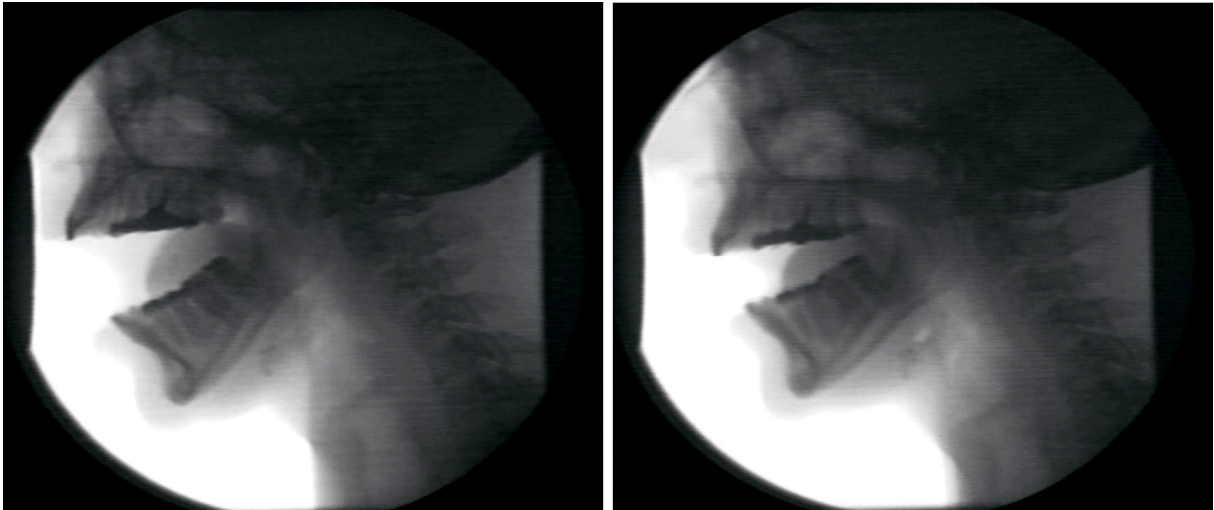


Figura 20 – Imagens representativas dos ajustes laríngicos para o salto 01 e 02 do trecho 01 (sujeito CT3). A primeira imagem mostra o posicionamento da laringe, língua, palato mole, mandíbula e lábios no salto 01, enquanto a segunda no salto 02. Na primeira imagem a nota é o Fá#₅ (740 Hz) e na segunda o Ré₅ (587 Hz).

4.1.1.3 Crescendo em nota sustentada

Na tarefa que envolveu o crescendo em nota sustentada (trecho 02), o comportamento laríngeo e supralaríngeo foi similar para todos os sujeitos. Todos os sujeitos apresentaram abaixamento de laringe predominantemente de médio grau. Apenas o CT1 apresentou constrição faríngea de menor grau, enquanto os demais apresentaram abertura faríngea, superior e inferior, de médio a maior grau (figura 21). O palato mole permaneceu em posição fechada com elevação de menor grau. O posicionamento predominante da língua foi levemente posteriorizada e abaixada em menor grau. O CT3 apresentou abaixamento de mandíbula em maior grau, enquanto os demais em menor e médio grau. Todos os sujeitos apresentaram lábios em protrusão de médio grau (figura 22).

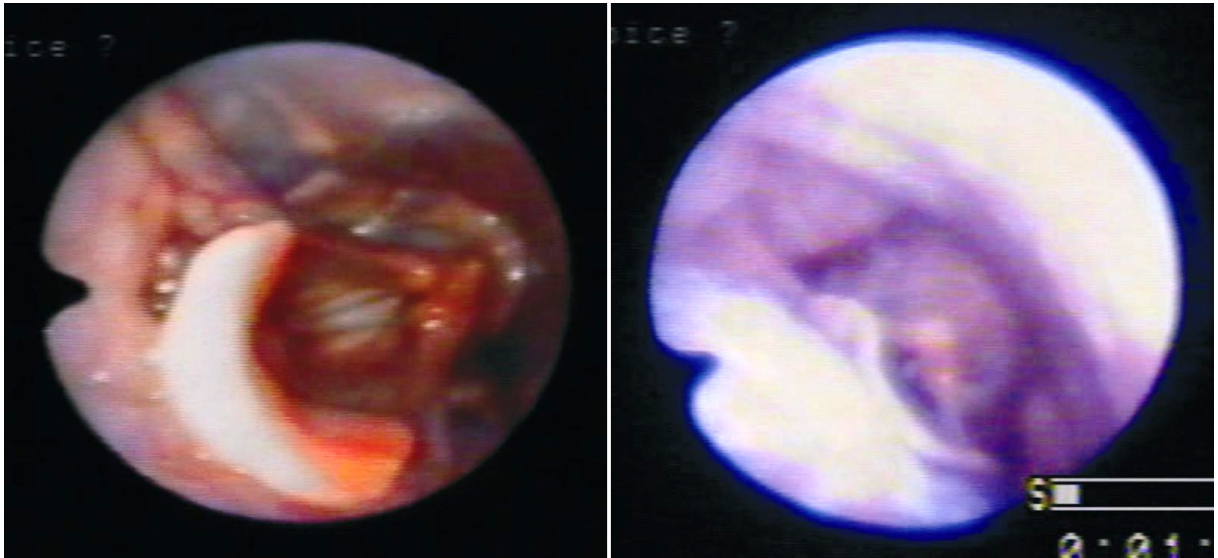


Figura 21 – Imagens representativas dos ajustes laríngicos para o crescendo em nota sustentada do trecho 02 (sujeito CT3 e CT2). As imagens mostram a ausência de constrição faríngea com conseqüente abertura do tubo laringo-faríngeo durante o crescendo em nota sustentada. A nota sustentada é o Si₄ (494 Hz).

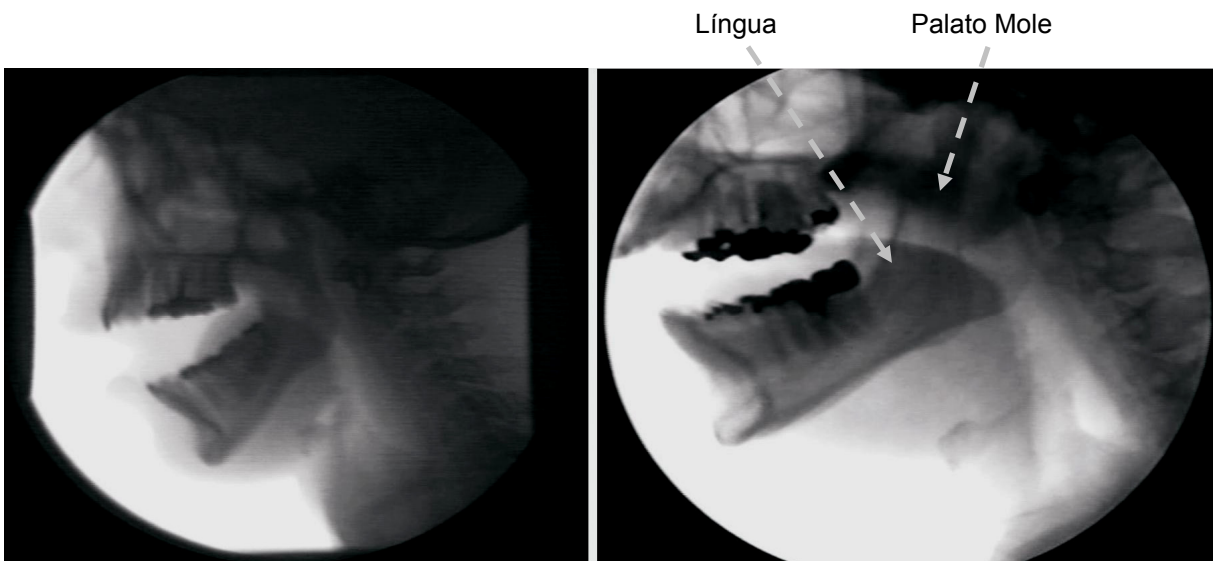


Figura 22 – Imagens representativas dos ajustes laríngicos para o crescendo em nota sustentada do trecho 02 (sujeito CT3 e CT4). As imagens mostram o posicionamento da laringe, língua, palato mole, mandíbula e lábios durante o ponto de maior intensidade do crescendo em nota sustentada do trecho 02. A nota sustentada é o Si₄ (494 Hz).

4.2 Análise Integrada dos Dados Eletroglotográficos e Acústicos

Neste tópico serão apresentados os resultados dos dados eletroglotográficos da análise do Coeficiente de Contato (CC) para cada trecho e suas respectivas partes individualmente, dispostos para todos os sujeitos. O parâmetro de análise para o coeficiente de contato (CC) é o complemento do coeficiente de abertura (CA), ou seja: **CC = 100 – CA**. Assim, a partir dos resultados pode se fazer uma análise baseada tanto pelo coeficiente de contato quanto pelo coeficiente de abertura. Os resultados da análise acústica serão apresentados em conjunto com os dados eletroglotográficos permitindo fazer uma análise integrada dos resultados obtidos.

4.2.1 Trecho 01 – Movimento Melódico Rápido

4.2.1.1 Coeficiente de Contato

Através do programa *egg.exe* obteve-se dados sobre o coeficiente de contato ao longo do tempo para o movimento melódico do trecho 01. Em média, o tempo de realização do movimento melódico foi de 6,4 segundos. Assim, obtiveram-se dados do coeficiente de contato ao longo do tempo total de emissão para cada sujeito. Todos os sujeitos tiveram variação do coeficiente de contato parecida ao longo do movimento melódico do trecho 01. Os CT3 e CT4 foram os que apresentaram, maior variação de valores devido à presença de articulação das notas, associando a vogal /e/ à consoante /r/. Assim, a articulação da sílaba /det/ passou a ser / “dêrrêrrê”..../. Desta forma, houve maior movimentação laríngea no sentido de aumento do ataque

vocal para fechamento das pregas vocais nestes dois sujeitos. Na figura 23 pode-se visualizar a variação dos valores do coeficiente de contato para o CT1.

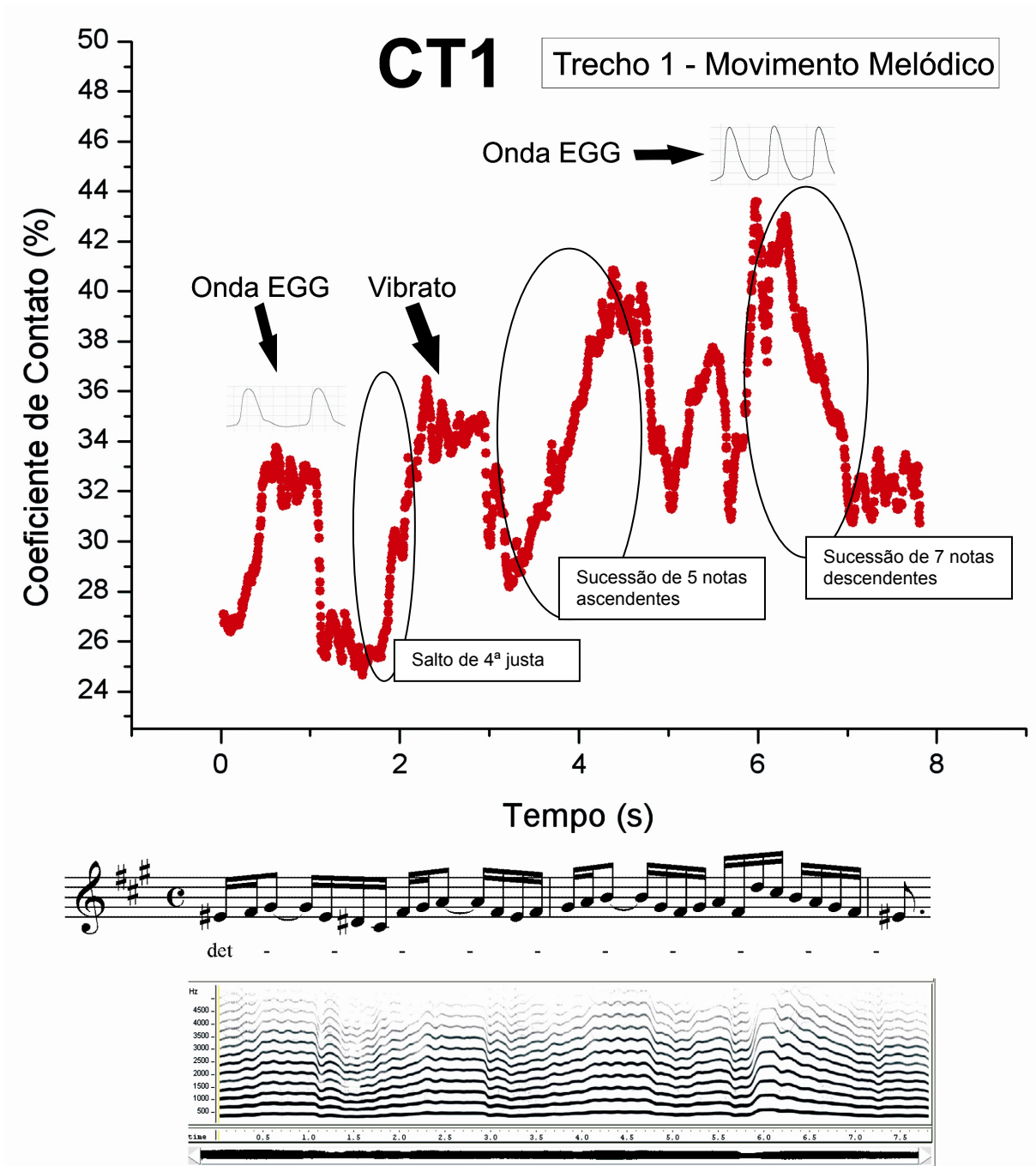


Figura 23 – Gráfico do Coeficiente de Contato e Espectrografia de Banda Estreita ao longo do movimento melódico rápido do trecho 01 para o sujeito CT1.

O coeficiente de contato varia muito ao longo do tempo do movimento melódico realizado pelo CT1, indo de valores próximos a 25% até 40%. Porém, percebe-se pelo desenho do gráfico e pela verificação feita na onda EGG que os valores aumentam quando o CT1 ascende no movimento melódico e que diminuem quando descende. Ou seja, nos saltos ou em notas sucessivas, o desenho do gráfico reflete as notas ascendentes e descendentes do movimento melódico do trecho 01. O mesmo ocorreu de forma similar para os demais sujeitos, sendo que a principal diferença foi relativa aos valores do coeficiente de contato que foi distinto entre eles. A tabela 11 mostra a média obtida do coeficiente de contato para todos os sujeitos referente ao movimento melódico rápido do trecho 01.

**Tabela 11 – Movimento Melódico Rápido - Trecho 01
Média do Coeficiente de Contato (%)**

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
CT1	33,87	4,36
CT2	40,33	7,4
CT3	46,9	11,24
CT4	47,44	12,85

4.2.1.2 Análise Acústica

Na análise acústica observou-se a presença do formante do cantor mais visível para os contratenores CT3 e CT4, menos proeminente para o CT1 e nenhuma evidência para o CT2. Durante a execução do movimento melódico do trecho 01 a laringe estava abaixada e a faringe com leves constrições na maioria dos sujeitos, o que facilitou a ocorrência do formante do cantor. A figura 24 mostra os gráficos LTAS de

todos os sujeitos para o movimento melódico do trecho 01 executado durante a fibronasolaringoscopia.

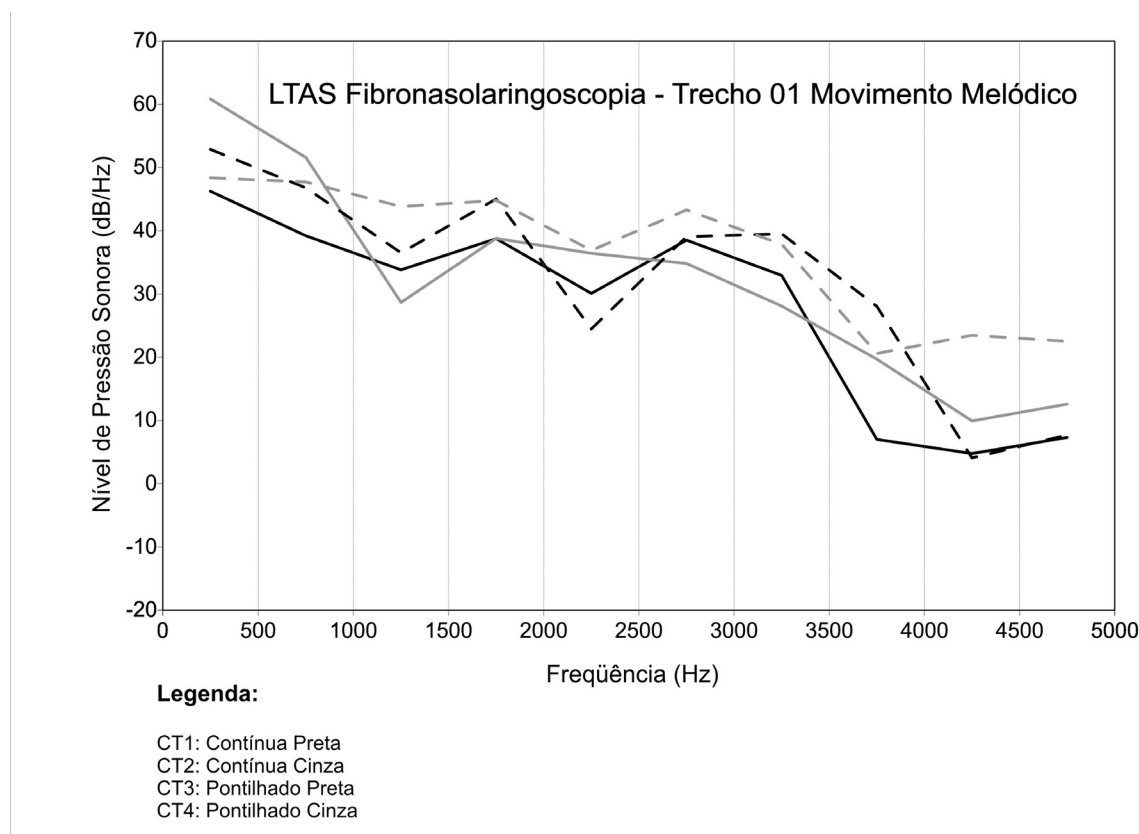


Figura 24 – *Long Term Average Spectrum* (LTAS) para o movimento melódico do trecho 01 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A análise do gráfico LTAS permite verificar que as curvas mais características para a identificação do formante do cantor, onde há presença mais nítida de aumento da energia em torno de 3 kHz, são dispostas para o CT1 e CT3. Porém através da observação da espectrografia de banda larga disposta na figura 25 pode-se verificar que o CT4 também apresenta concentração e aumento da energia sonora na região em torno de 3 kHz, caracterizando o formante do cantor.

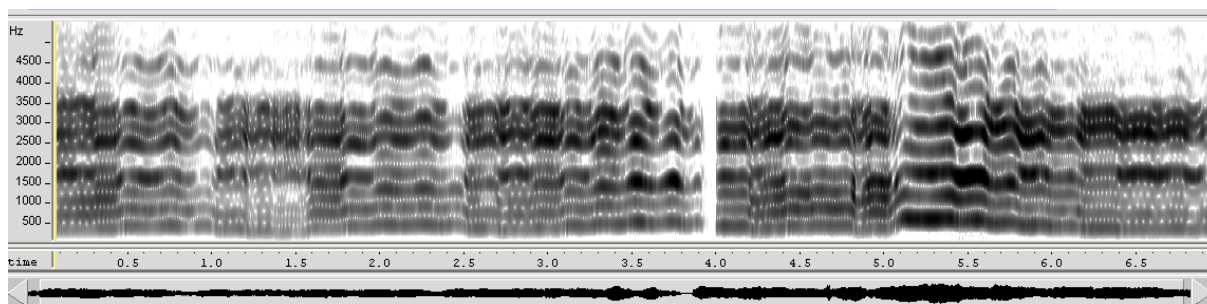


Figura 25 – Espectrografia de Banda Larga do CT4 para o movimento melódico do trecho 01 realizada durante a fibronasolaringoscopia.

4.2.2 Trecho 01 - Salto 01

4.2.2.1 Coeficiente de Contato

O tempo médio de realização do salto 01 foi de aproximadamente 2,5 segundos. O coeficiente de contato foi obtido ao longo do tempo total de emissão. Todos os sujeitos tiveram variações distintas do traçado do coeficiente de contato. Os fatores complicantes para avaliações de salto de intervalo são os relativos à movimentação da laringe e à presença de vibrato, que causam oscilação no grau de fechamento das pregas vocais. Esses fatores intrínsecos de cada sujeito não puderam ser controlados durante a avaliação. Por isso, os valores ao longo dos saltos de intervalo oscilaram bastante e de forma distinta para os sujeitos. Na figura 26 podem-se visualizar os valores do coeficiente de contato ao longo do salto 01 para o sujeito CT2.

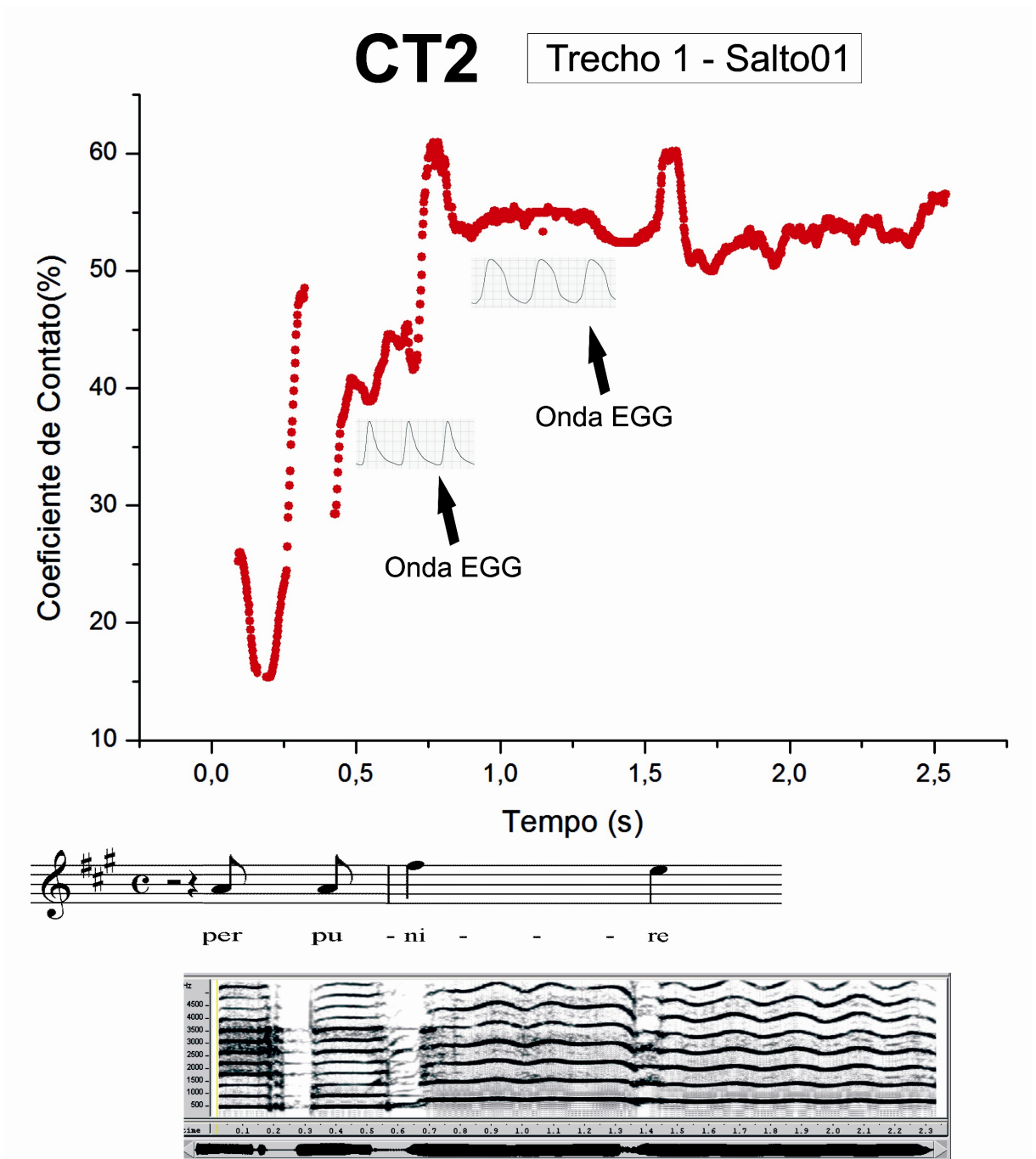


Figura 26 – Gráfico do Coeficiente de Contato e Espectrografia de Banda Estreita ao longo do salto 01 do trecho 01 para o sujeito CT2.

O coeficiente de contato tem grande variação no momento do salto de Lá₄ (440Hz) para Fá#₅ (740 Hz). A consoante desvozeada /p/ em /per/ e /pu/, com a redução no VOT (voice onset time) do /u/, além da menor duração do /e/ e /u/, podem explicar a

redução no CQ. O mesmo não foi verificado para os outros sujeitos no mesmo grau que para o CT2. O CT1 e o CT3 apresentaram pouca mudança entre os valores do coeficiente de contato entre /per/ e /pu/. O CT4 apresentou oscilação parecida com a do CT2, porém em menor grau.

Entretanto, o momento após o salto onde se articula /ni/ e /re/, o coeficiente de contato apresentou-se de maneira mais uniforme, sendo maior (54%) na nota Fá#₅ (740 Hz) na sílaba /ni/ e ligeiramente menor (52%) na nota Mi₅ (659 Hz) na sílaba /re/. O mesmo ocorreu de forma similar para o CT3. Porém, o CT1 e CT4 não seguiram esse padrão apresentando oscilações bem diferentes.

É importante ressaltar que cada sujeito fez sua emissão cantada de forma característica e peculiar. Assim, é esperado encontrar comportamentos distintos quando se faz análise dos valores do coeficiente de contato ao longo do tempo, principalmente em trechos onde se têm mudanças de notas e oscilações de intensidade. A tabela 12 mostra a média obtida do coeficiente de contato referente ao salto 01 do trecho 01 para todos os sujeitos.

**Tabela 12 - Salto de Intervalo 01 - Trecho 01
Média do Coeficiente de Contato (%)**

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
CT1	49,13	9,52
CT2	51,38	8,13
CT3	43,43	6,03
CT4	58,00	12,06

4.2.2.2 Análise Acústica

Na análise acústica observou-se a presença do formante do cantor mais proeminente apenas para o CT4, ocorrendo ao longo de todo o salto. O CT4 apresentou os maiores valores de coeficiente de contato e a execução do salto foi caracterizada pela laringe com discreta elevação e presença de constrição circular e lateral faríngea e língua elevada e levemente anteriorizada. A figura 27 mostra os gráficos LTAS de todos os sujeitos para o salto 01 do trecho 01 executado durante a fibronasolaringoscopia.

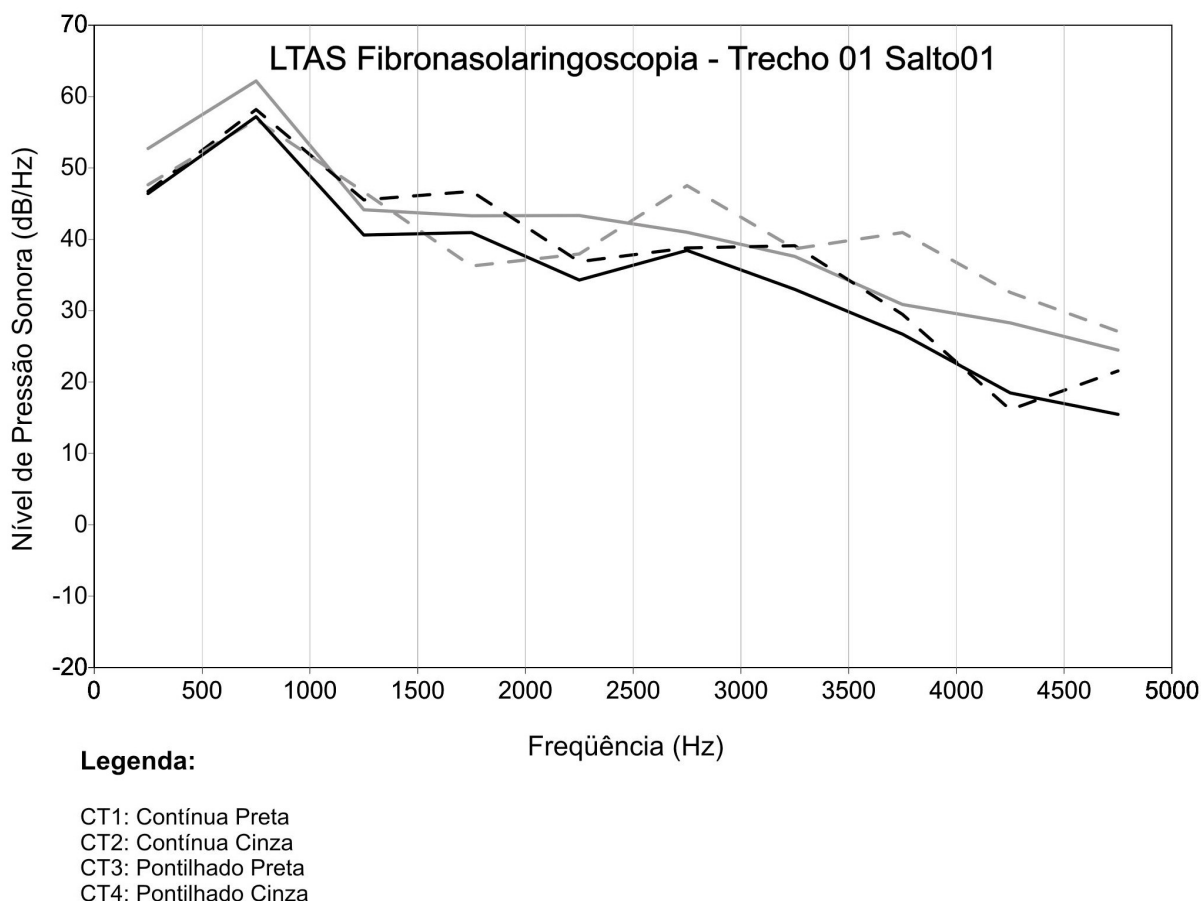


Figura 27 – Long Term Average Spectrum (LTAS) para o salto 01 do trecho 01 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A análise do gráfico LTAS permite verificar que a curva mais característica para a caracterização do formante do cantor está disposta para o CT4. O pico do aumento da energia sonora encontra-se por volta de 2750 Hz, o mesmo do movimento melódico do trecho 01. A espectrografia de banda larga disposta abaixo na figura 28 confirma o achado para o CT4 no salto 01 e dispõe o aumento da concentração de energia nas regiões próximas a 2700 Hz.

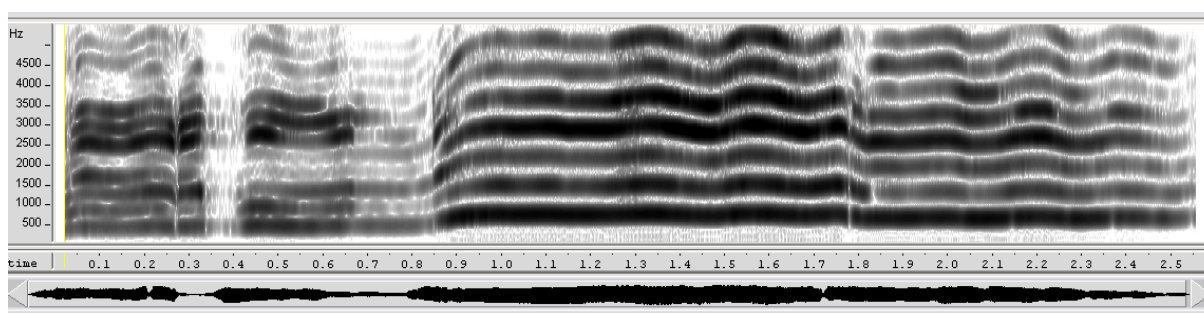


Figura 28 – Espectrografia de Banda Larga do CT4 para o salto 01 do trecho 01 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

4.2.3 Trecho 01 - Salto 02

4.2.3.1 Coeficiente de Contato

O tempo médio de realização do salto 02 foi de aproximadamente 2,4 segundos. O coeficiente de contato foi obtido ao longo do tempo total de emissão. Da mesma forma que no salto 01 todos os sujeitos tiveram variações distintas do traçado do coeficiente de contato. Porém, as oscilações de valores foram menores no salto 02 do que no salto 01 provavelmente por causa da menor distância no salto de intervalo, que era de 6ª menor no salto 01 e de 4ª justa no salto 02. Na figura 29

podem-se visualizar os valores do coeficiente de contato ao longo do salto 02 para o sujeito CT2.

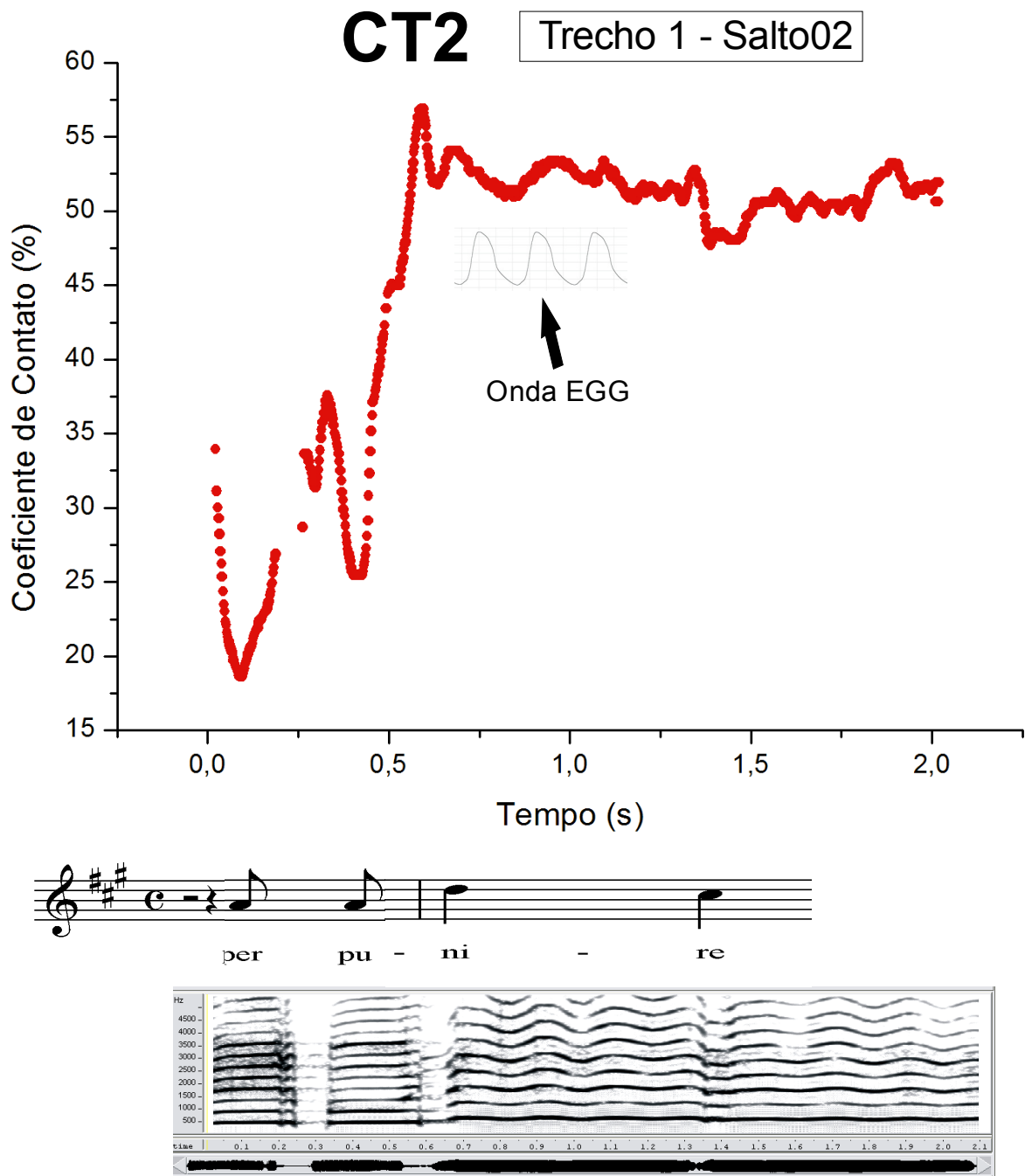


Figura 29 – Gráfico do Coeficiente de Contato e Espectrografia de Banda Estreita ao longo do salto 02 do trecho 01 para o sujeito CT2.

A tabela 13 mostra a média obtida do coeficiente de contato referente ao salto 02 do trecho 01 para todos os sujeitos.

**Tabela 13 – Salto de Intervalo 02 - Trecho 01
Média do Coeficiente de Contato (%)**

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
CT1	42,17	3,79
CT2	47,62	9,29
CT3	43,19	6,37
CT4	57,34	9,77

Comparando-se as tabelas 12 e 13 observa-se que não houve mudança significativa nos valores médios do coeficiente de contato para os sujeitos CT3 e CT4 neste trecho em relação ao salto 01. Uma pequena diminuição nos valores médios do coeficiente de contato ocorreu para os sujeitos CT1 e CT2.

4.2.3.2 Análise Acústica

Na análise acústica do salto 02 observou-se um formante do cantor mais proeminente do que no salto 01 para o CT3 e CT4. Os sujeitos CT1 e CT2 apresentaram uma mudança no espectro acústico, mas que não caracterizou de forma consistente a presença do formante do cantor. A configuração laríngea e supralaríngea provavelmente favoreceu o aparecimento do formante do cantor nos sujeitos CT3 e CT4, pois ambos apresentaram abaixamento da laringe em relação à posição observada no salto 01. Houve diminuição (CT4) e ausência (CT3) de constrictões faríngeas, elevação do palato e diminuição do abaixamento da

mandíbula em relação ao salto 01 (vide tabelas 06 e 07). A figura 30 mostra os gráficos LTAS de todos os sujeitos para o salto 02 do trecho 01 executado durante a fibronasolaringoscopia.

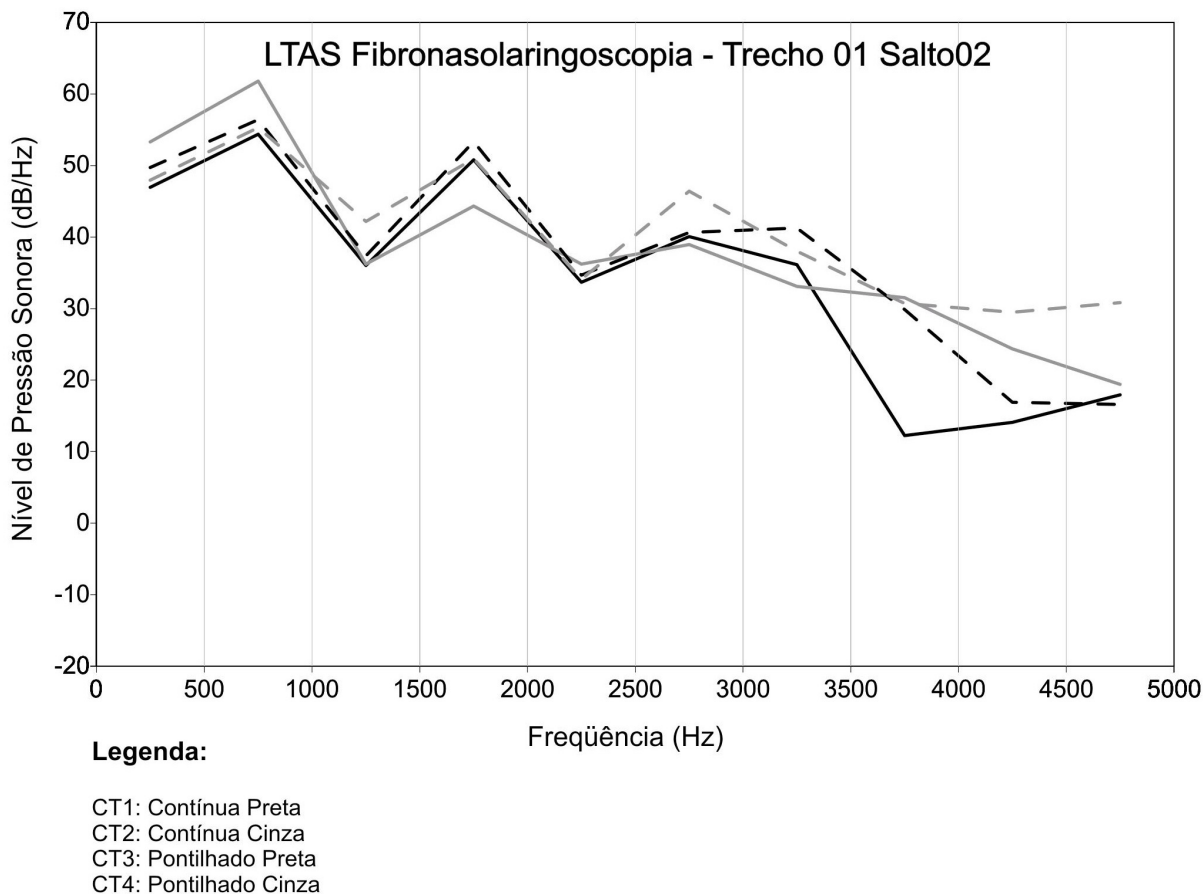
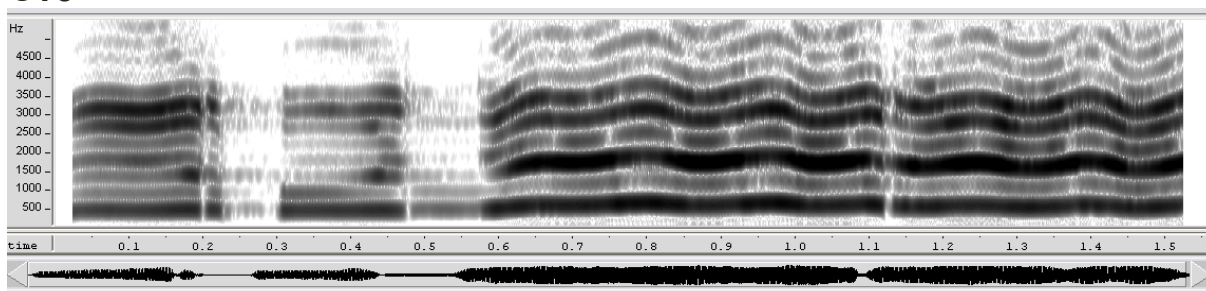


Figura 30 – *Long Term Average Spectrum* (LTAS) para o salto 02 do trecho 01 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A análise do gráfico LTAS do salto 02 mostra uma mudança mais acentuada na linha do CT3 em relação ao salto 01. O CT4 praticamente manteve o mesmo tipo de contorno da linha, porém com uma melhora acentuada na amplitude sonora da região em torno de 1700 Hz correspondente ao segundo formante (F2). Essa melhora também foi válida para os demais sujeitos. O formante do cantor se manteve na região em torno de 2750 Hz para o CT4, enquanto que para o CT3 se intensificou na região entre 3000 e 3250 Hz. A espectrografia de banda larga,

disposta na figura 31 abaixo, mostra o aumento da energia sonora na região do segundo formante e a presença do formante do cantor nas regiões correspondentes para os sujeitos CT3 e CT4.

CT3



CT4

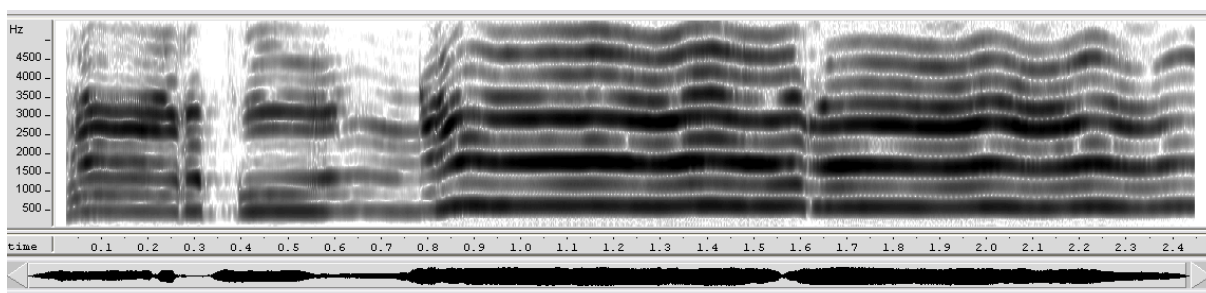


Figura 31 – Espectrografia de Banda Larga do CT3 e CT4 para o salto 01 do trecho 01 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

4.2.4 Trecho 02 – Crescendo

4.2.4.1 Coeficiente de Contato

O tempo médio de realização do crescendo foi de aproximadamente 4 segundos. O coeficiente de contato foi obtido ao longo do tempo total de emissão. A dinâmica do crescendo escrita na partitura foi realizada de diferentes formas por cada sujeito. O comportamento do coeficiente de contato ao longo do tempo foi diferente entre eles, estando mais próximos em relação ao traçado gráfico, para os sujeitos CT1 e CT2,

que alternaram pouco a dinâmica do crescendo ao invés dos sujeitos, CT3 e CT4, que fizeram maior alternância na dinâmica. Todos os sujeitos fizeram emissões com presença de vibrato, seja em menor ou maior amplitude. Na figura 32 podem-se visualizar os valores do coeficiente de contato ao longo do crescendo do trecho 02 para o sujeito CT3.

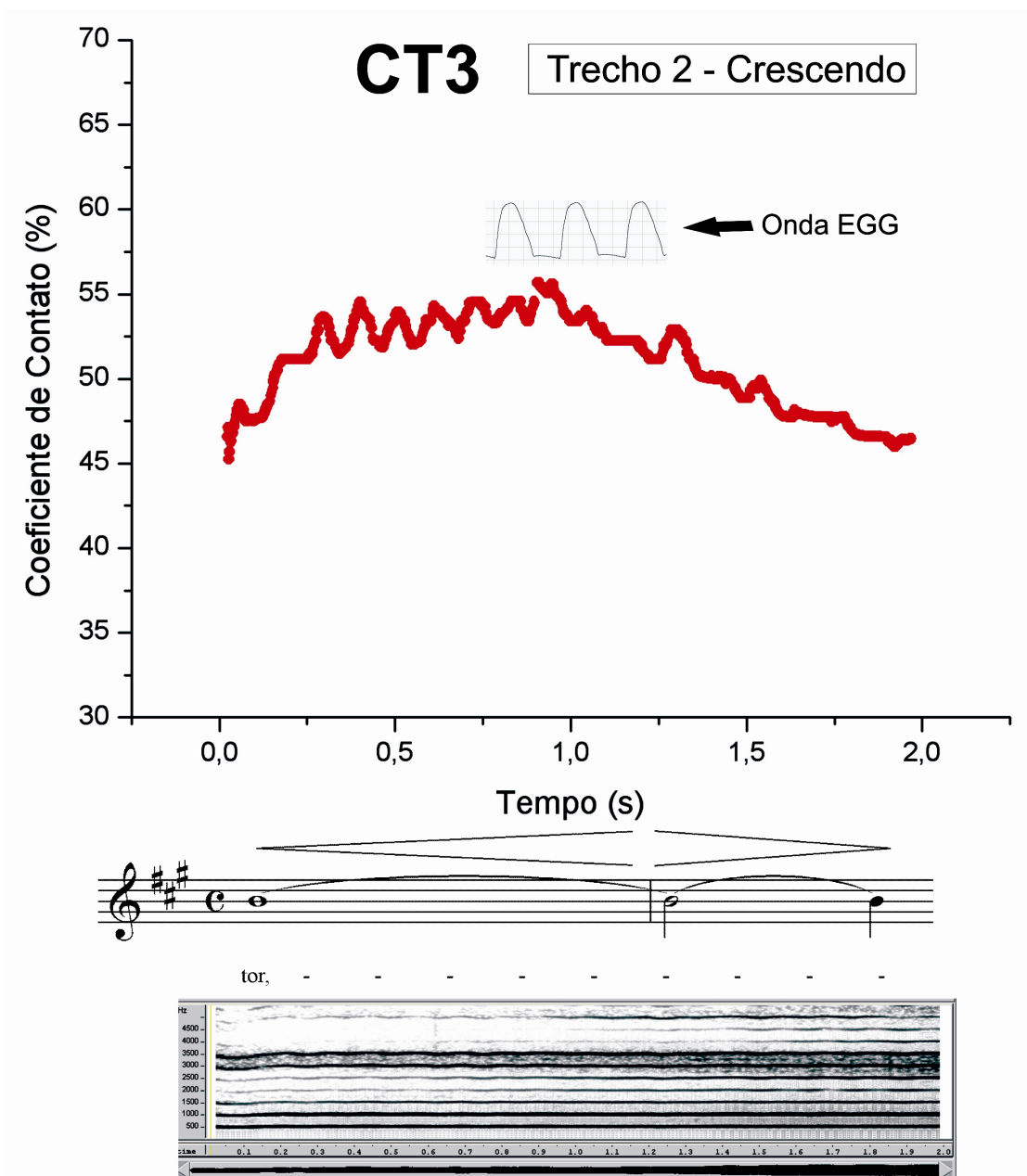


Figura 32 – Gráfico do Coeficiente de Contato e Espectrografia de Banda Estreita ao longo do crescendo do trecho 02 para o sujeito CT3.

O coeficiente de contato apresentou-se de forma mais regular na emissão de nota sustentada em crescendo. As oscilações parecem ser dependentes da intensidade, porque com as alterações na dinâmica *messa di voce*⁵, houve uma relação de aumento da intensidade com aumento de coeficiente de contato para todos os sujeitos. A posição da laringe permaneceu abaixada estabilizada para todos os sujeitos. Um fator que influenciou o comportamento do coeficiente de contato foi a presença de vibrato. A tabela 14 mostra a média obtida do coeficiente de contato referente ao crescendo em nota sustentada do trecho 02 para todos os sujeitos.

**Tabela 14 – Crescendo - Trecho 02
Média do Coeficiente de Contato (%)**

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
CT1	36,87	1,55
CT2	52,05	3,67
CT3	54,96	11,04
CT4	50,33	10,21

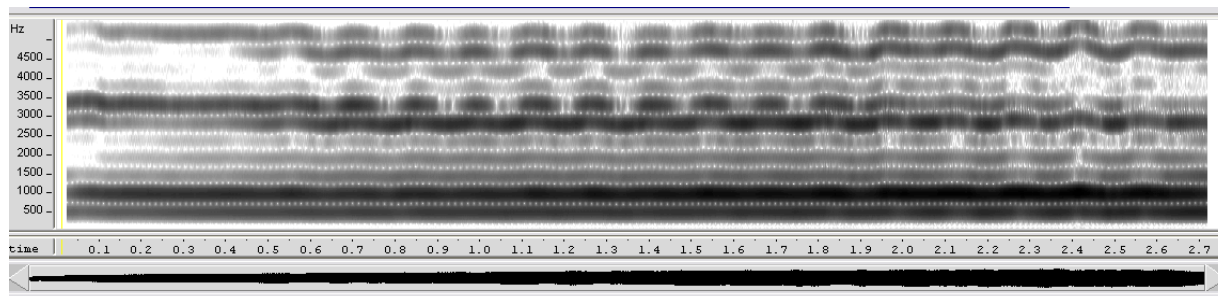
4.2.4.2 Análise Acústica

Na análise acústica do crescendo do trecho 02 todos os sujeitos apresentaram o formante do cantor em suas emissões durante a fibronasolaringoscopia e vídeo-radioscopia. O formante do cantor foi mais proeminente para os sujeitos CT3 e CT4 e menos proeminente para o CT1 e CT2, tendo este último apresentado a menor amplitude na região em torno de 3000 Hz. As emissões foram caracterizadas pelo

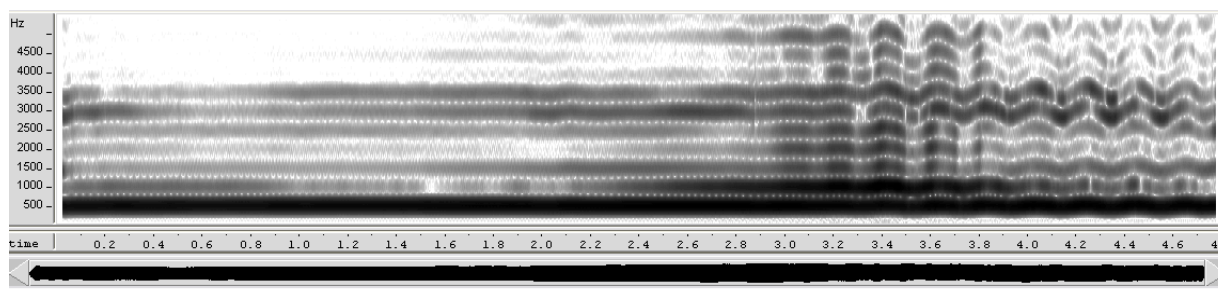
⁵ Crescendo e decrescendo em nota sustentada realizado de forma gradual.

abaixamento de laringe, leve constrição faríngea (CT1) e ausência de constrição com conseqüente abertura do tubo laringo-faríngeo (demais sujeitos), palato mole pouco elevado, língua levemente posteriorizada e abaixada, boa abertura mandibular com protrusão labial (vide tabela 08). Esses fatores contribuíram de certa forma para que o formante do cantor fosse mais presente e visível na emissão do crescendo do trecho 02 do que nos outros trechos. A figura 33 dispõe a espectrografia de banda larga durante a emissão do crescendo do trecho 02 para todos os sujeitos.

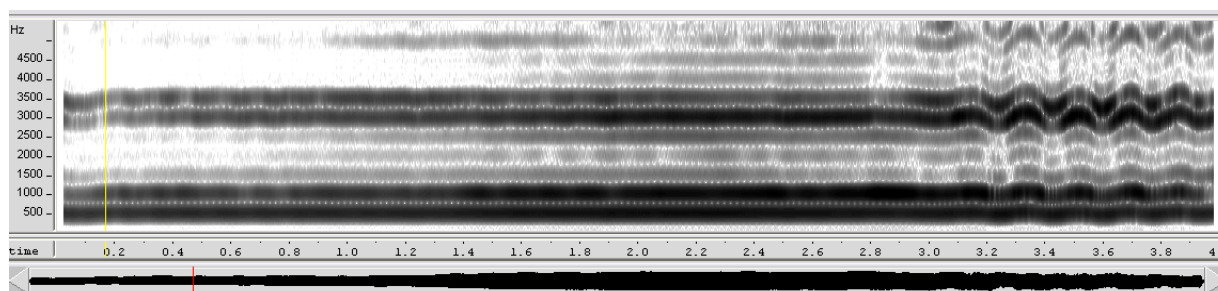
CT1



CT2



CT3



CT4

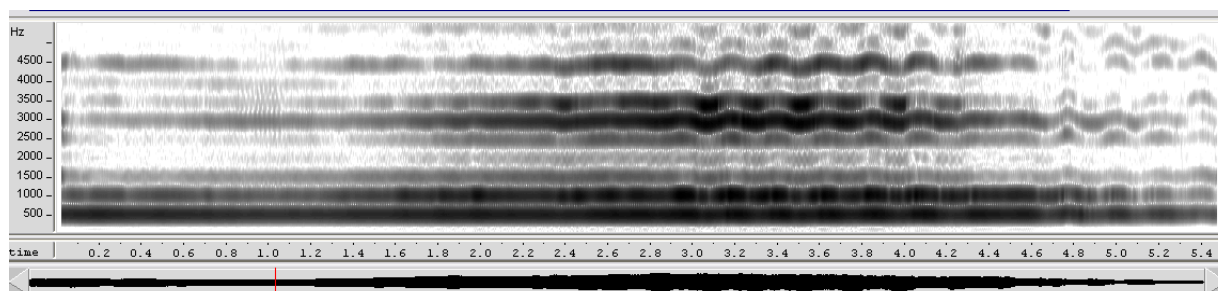


Figura 33 - Espectrografia de Banda Larga dos sujeitos CT1, CT2, CT3 e CT4 para o crescendo do trecho 02 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A análise da espectrografia de banda larga do crescendo do trecho 02 que o aparecimento do formante do cantor pode ter ocorrido concomitantemente com a

sintonia ocorrida entre F0 e F1, com conseqüente aumento da intensidade. Tal situação ocorreu com todos os sujeitos, mas foi mais visível para os sujeitos CT3 e CT4. O segundo formante (F2) também sofreu aumento da amplitude ao longo do crescendo. As emissões foram na nota Si₄ (494 Hz) com a vogal /o/ fazendo com que a frequência fundamental (F0) se aproximasse do valor esperado para o primeiro formante (F1) em homens. Automaticamente, o segundo harmônico (988 Hz) correspondeu ao valor esperado para o segundo formante (F2). Esses fatores caracterizaram um acoplamento acústico fonte-filtro que foi facilitado pela configuração laríngea e supralaríngea na emissão, fazendo com que o som emitido pelas pregas vocais fosse bem mais amplificado nas regiões dos formantes e radiado de maneira mais eficiente (ROTHENBERG, 1986; SUNDBERG & SKOOG, 1997; TITZE, 2004, 2006).

O acoplamento acústico entre a fonte e o trato vocal é amplamente observado em vozes femininas como a de sopranos, que têm por costume cantar em regiões onde F0 ultrapassa o valor de F1. De fato, os sopranos utilizam alguns recursos como um maior abaixamento da mandíbula, que faz com que o valor de F1 suba e se aproxime do valor da F0, causando uma interação acústica entre a fonte e o trato vocal tornando o sistema não-linear (ROTHENBERG, 1986; SUNDBERG & SKOOG, 1997; TITZE, 2004, 2006). A figura 34 mostra a espectrografia de banda larga e o LPC (*Linear Predictive Coding*) para o CT4 no início e no final da emissão do crescendo, evidenciando o acoplamento acústico.

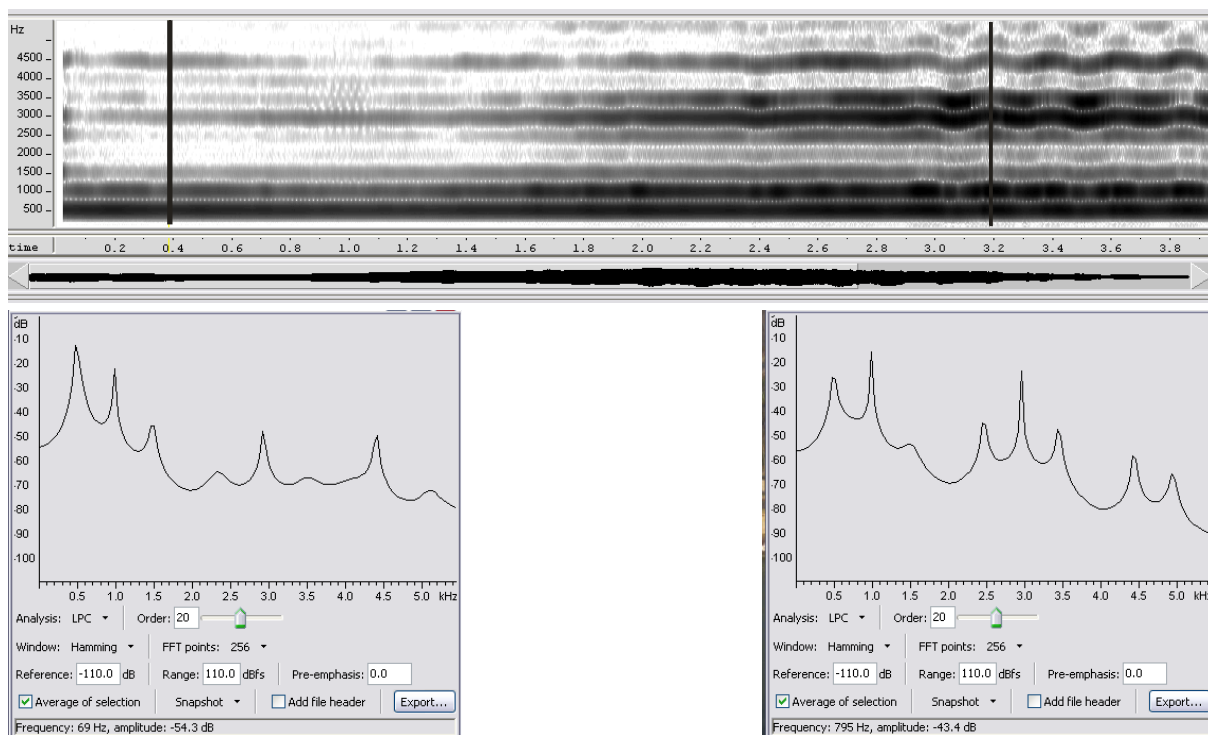


Figura 34 – Espectrografia de Banda Larga e LPC (*Linear Predictive Coding*) para o CT4 no início e final da emissão do crescendo do trecho 02.

A partir da observação da espectrografia de banda larga e do LPC pode-se concluir que à medida que o CT4 fazia um crescendo na nota Si_4 (494 Hz) o formante do cantor aparecia de maneira cada vez mais visível. O segundo formante (F2) teve aumento em sua amplitude configurando o acoplamento acústico.

4.2.5 Trecho 03 – Salto de Oitava

4.2.5.1 Coeficiente de Contato

O tempo médio de realização do salto de oitava foi de aproximadamente 1,7 segundos. O coeficiente de contato foi obtido ao longo do tempo total de emissão. Todos os sujeitos tiveram variações parecidas do coeficiente de contato ao longo do

tempo do salto de oitava. Há uma diferença fundamental entre o salto de oitava e os outros dois saltos: não houve articulação silábica entre as duas notas do salto de oitava, o que resultou em mais similaridade dos dados do coeficiente de contato entre os sujeitos. Não houve muita influencia do vibrato pelo fato da segunda nota do salto ser muito curta (semicolcheia). Na figura 35 podem-se visualizar os valores do coeficiente de contato ao longo do salto de oitava do trecho 03 para o sujeito CT4.

CT4

Trecho 3 - Salto de Oitava

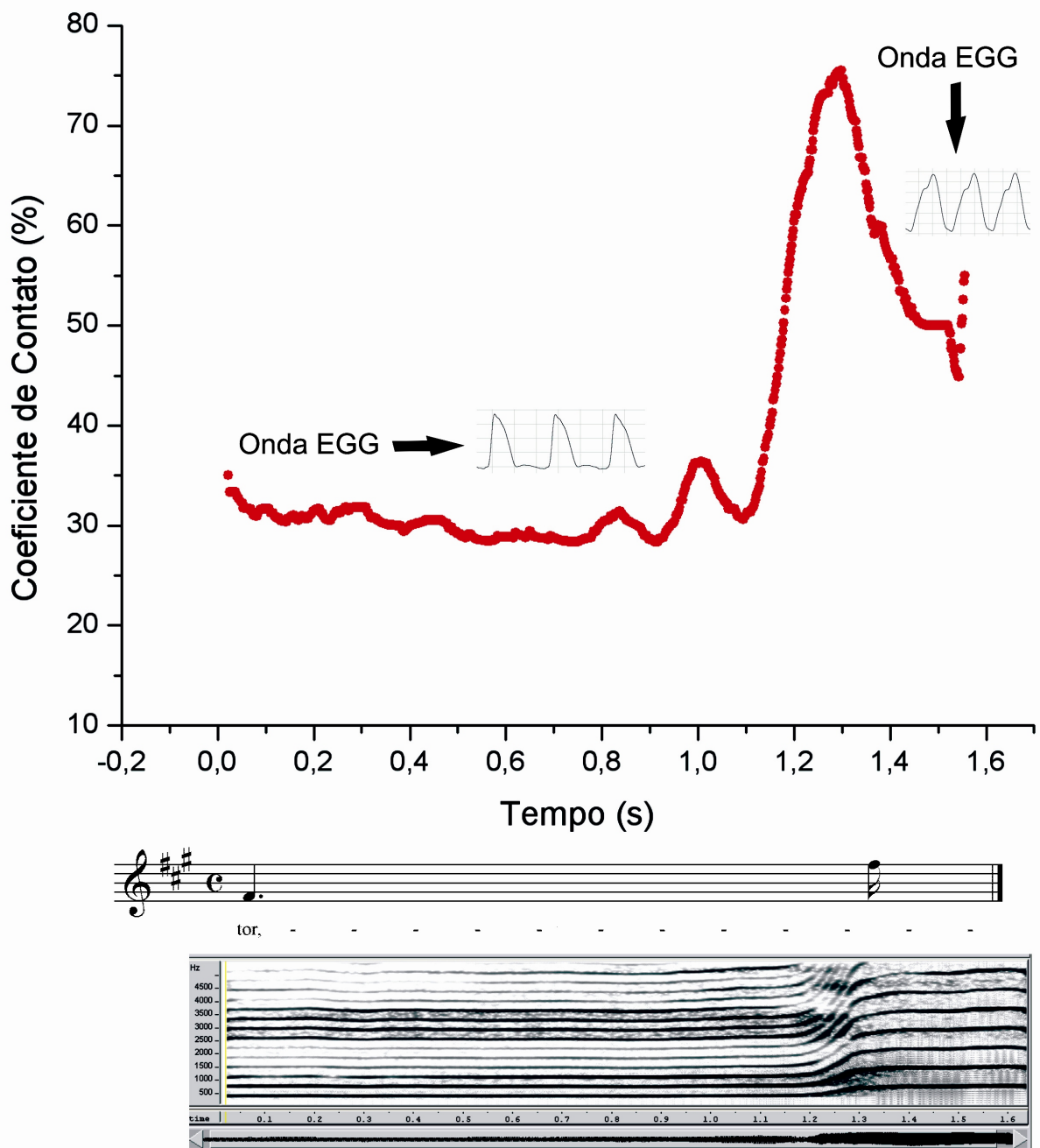


Figura 35 – Gráfico do Coeficiente de Contato e Espectrografia de Banda Estreita ao longo do salto de oitava do trecho 03 para o sujeito CT4.

O coeficiente de contato se mostrou estável ao longo da emissão da nota F#4 (370 Hz) para todos os sujeitos até o momento do salto. Apenas o CT3 apresentou maiores oscilações do coeficiente de contato nessa nota devido à presença de leve

vibrato ao longo de toda emissão. Pode-se observar na figura 35 para o CT4 que a oscilação aparece apenas no final da nota, pois o vibrato tendeu a crescer mais nesse ponto. O coeficiente de contato oscila de aproximadamente entre 30% no instante de Fá#4 (370 Hz) e 75% no alcance do salto com a emissão do Fá#5 (740 Hz), diminuindo logo em seguida com o início da escala descendente. A tabela 15 mostra a média obtida do coeficiente de contato referente ao salto de oitava do trecho 03 para todos os sujeitos.

**Tabela 15 – Salto de Oitava - Trecho 03
Média do Coeficiente de Contato (%)**

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
CT1	38,54	7,14
CT2	38,75	16,02
CT3	44,99	11,79
CT4	42,80	15,61

4.2.5.2 Análise Acústica

Na análise acústica do salto de oitava do trecho 03 foi observada a presença do formante do cantor apenas para o sujeito CT4, mas de maneira menos visível e proeminente do que em relação ao salto 01 do trecho 01. A média dos valores do coeficiente de contato foi menor para todos os sujeitos quando comparada com os valores médios do salto 01. O CT4 apresentou um valor alto do coeficiente de contato no momento do salto, mas que diminuiu consideravelmente ao início da escala descendente que se seguiu após o salto de oitava. Todos os sujeitos apresentaram configuração laríngea e supralaríngea de maneira similar ao

observado no salto 01. As configurações praticamente idênticas do CT4 envolveram pouca elevação laríngea, leve constrição faríngea lateral, palato levemente abaixado, língua anteriorizada e boa abertura de mandíbula. A figura 36 mostra os gráficos LTAS de todos os sujeitos para o salto de oitava do trecho 03 executado durante a fibronasolaringoscopia.

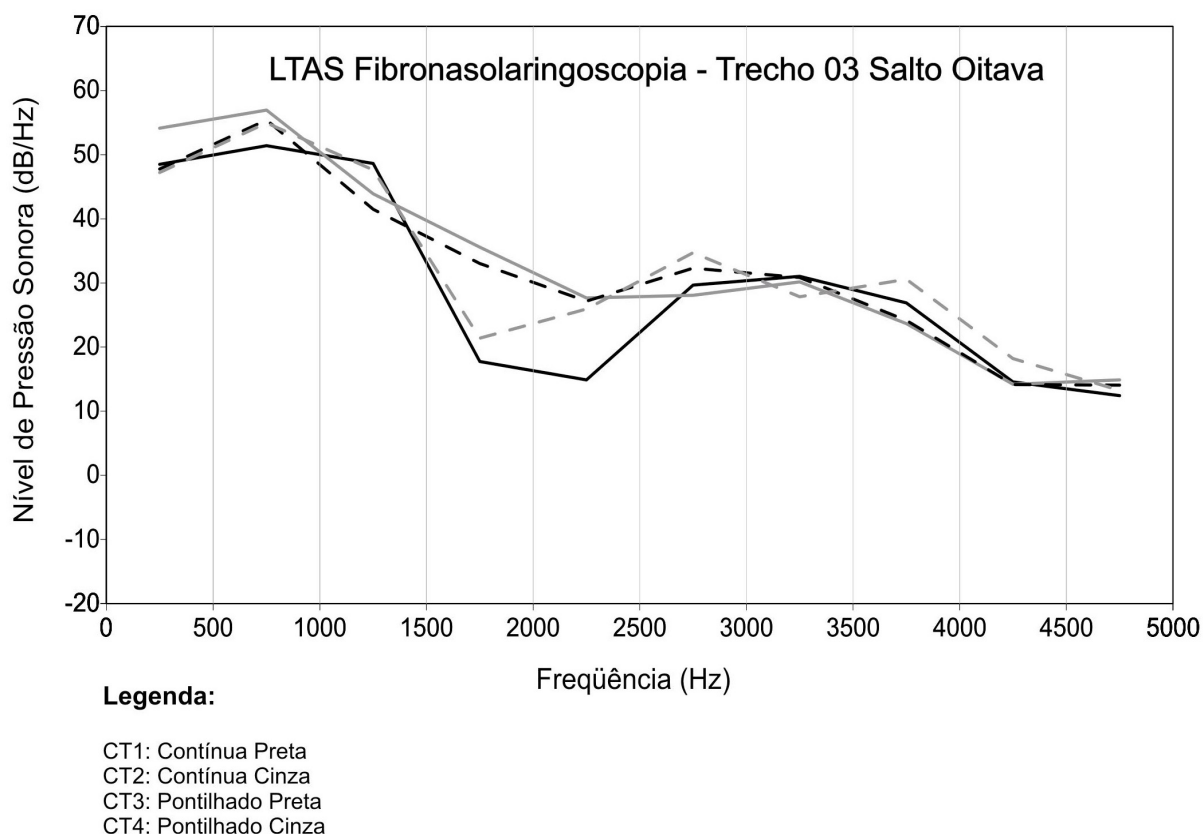


Figura 36 – *Long Term Average Spectrum* (LTAS) para o salto de oitava do trecho 03 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A análise do gráfico LTAS mostra que nenhum dos traçados configura a indicação da presença do formante do cantor. O CT4 continuou apresentando o pico de amplitude na região próxima de 2750 Hz, mas em intensidade bem menor do que a apresentada no salto 01 do trecho 01. A espectrografia de banda larga (figura 37) mostra de maneira mais visível a presença do formante do cantor para o CT4, sendo

mais discreto no início da emissão, na primeira nota do salto e mais evidente na nota depois do salto.

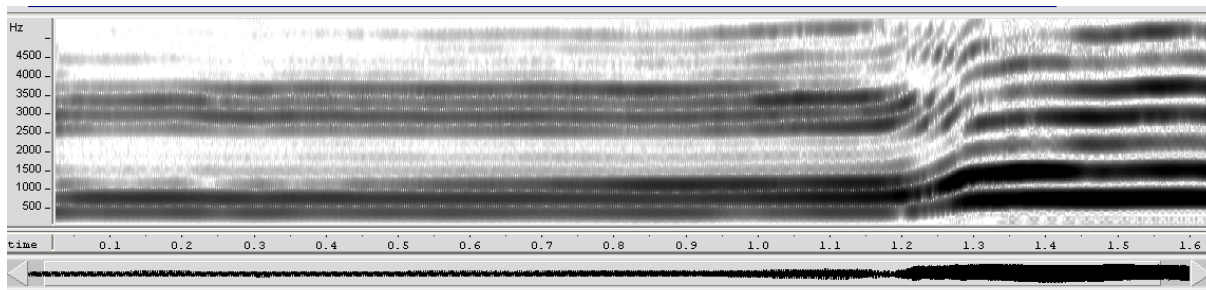


Figura 37 – Espectrografia de Banda Larga do CT4 para o salto de oitava do trecho 03 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A análise da espectrografia de banda larga revela que a região dos formantes em torno de 3000 Hz possui amplitude próxima a região do primeiro (F1) e segundo (F2) formantes. No instante depois do salto percebe-se aumento da energia nas regiões dos formantes, tanto em F1 e F2 quanto próximo a 3000 e 3500 Hz.

4.2.6 Trecho 03 - Escala Descendente

4.2.6.1 Coeficiente de Contato

O tempo médio de realização da escala descendente foi de aproximadamente 3,7 segundos. Em geral os sujeitos apresentaram traçados gráficos similares do coeficiente de contato ao longo da realização da escala descendente. Houve a tendência geral de apresentar valores altos no início da escala que foram diminuindo ao longo da descida, voltando a aumentar na última nota longa. Na figura 38 podem-

se visualizar os valores do coeficiente de contato ao longo da escala descendente do trecho 03 para o sujeito CT2.

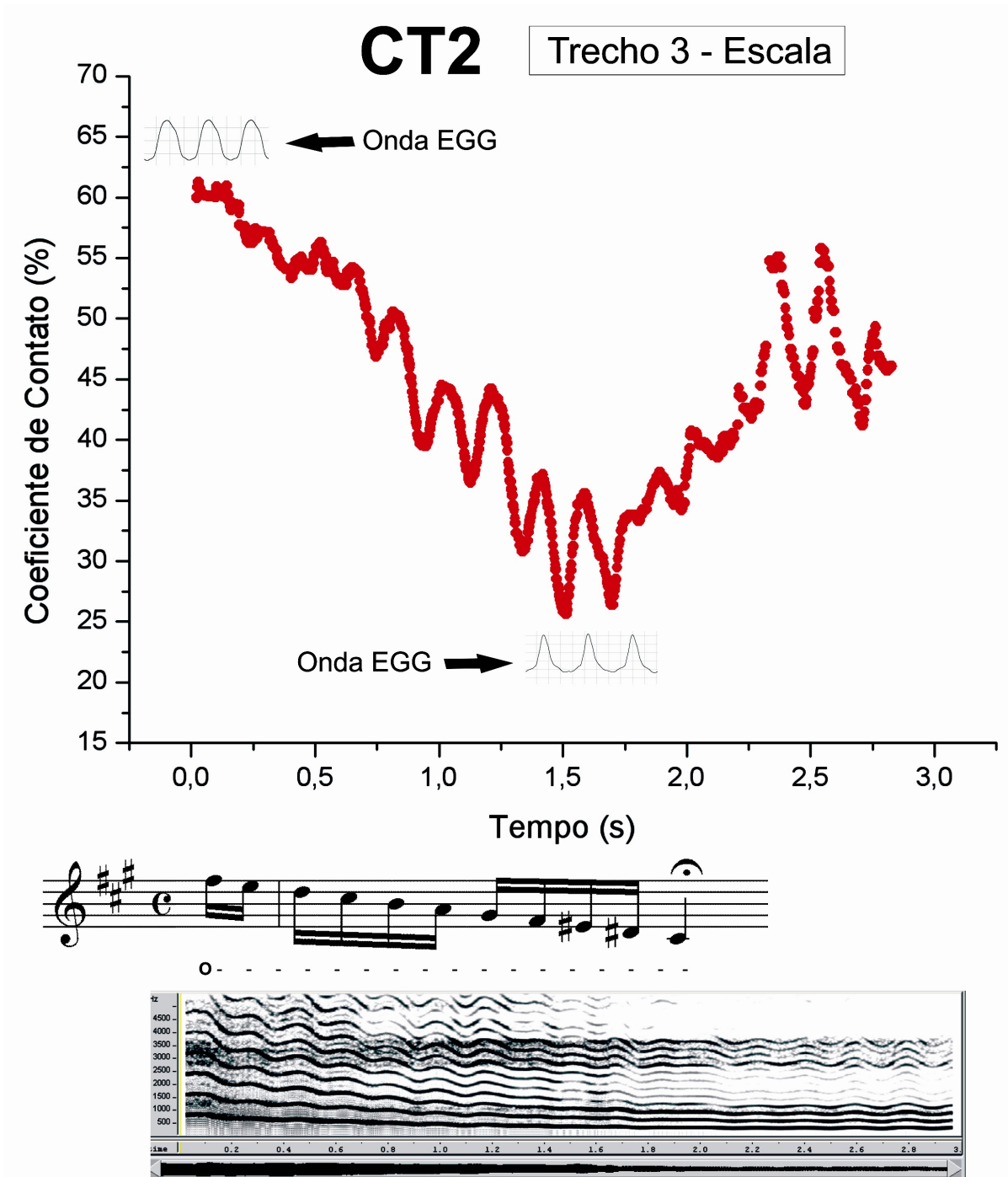


Figura 38 – Gráfico do Coeficiente de Contato e Espectrografia de Banda Estreita ao longo da escala descendente do trecho 03 para o sujeito CT2.

Todos os sujeitos apresentaram oscilações nos valores do coeficiente de contato ao longo da escala descendente, a exemplo do que pode ser visto na figura 38 e que foram similares às presentes na figura 23 referente ao movimento melódico rápido do trecho 01. Tais oscilações são decorrentes do modo de articulação das notas da escala. Da mesma forma como ocorreu no movimento melódico do trecho 01, houve tendência a se articular a vogal /o/ com a consoante /r/, formando /ôrrôrrô.../, sendo este interrompido apenas na emissão da última nota, sustentada por uma *fermata*, onde inicia um o vibrato. Os valores do coeficiente de contato variaram aproximadamente de 60% a 30% do início ao fim da escala, passando a aproximadamente 47% na nota final. A tabela 16 mostra a média obtida do coeficiente de contato referente à escala descendente do trecho 03 para todos os sujeitos.

Tabela 16 - Escala Descendente - Trecho 03
Média do Coeficiente de Contato (%)

	Média (%)	Desvio Padrão (%)
CT1	38,17	6,21
CT2	46,74	9,71
CT3	46,90	11,75
CT4	41,36	9,96

4.2.6.2 Análise Acústica

Na análise acústica da escala descendente do trecho 03 observou-se a presença do formante do cantor mais evidente para os sujeitos CT3 e CT4. Porém, quando comparado à escala descendente do movimento melódico do trecho 01, a emissão

da escala do trecho 03 não produziu os mesmo efeitos no espectro acústico. O formante do cantor estava presente de forma mais discreta, apesar das médias do coeficiente de contato terem sido próximas para os dois trechos e os ajustes laríngeos e supralaríngeos similares. O aumento da amplitude dos formantes em torno da região de 3000 Hz foi mais marcante no início da escala descendente. Observou-se que por se tratar de uma escala descendente e no final da frase musical, os sujeitos tenderam a realizá-la em decrescendo, possivelmente diminuindo o apoio respiratório com conseqüente diminuição da pressão subglótica e diminuição da adução, que ocorreu provavelmente pela diminuição da contração do músculo cricotireóideo e do músculo tireoaritenóideo lateral. O gráfico LTAS na figura 39 mostra os traçados de cada sujeito para a emissão da escala descendente realizada durante a fibronasolaringoscopia.

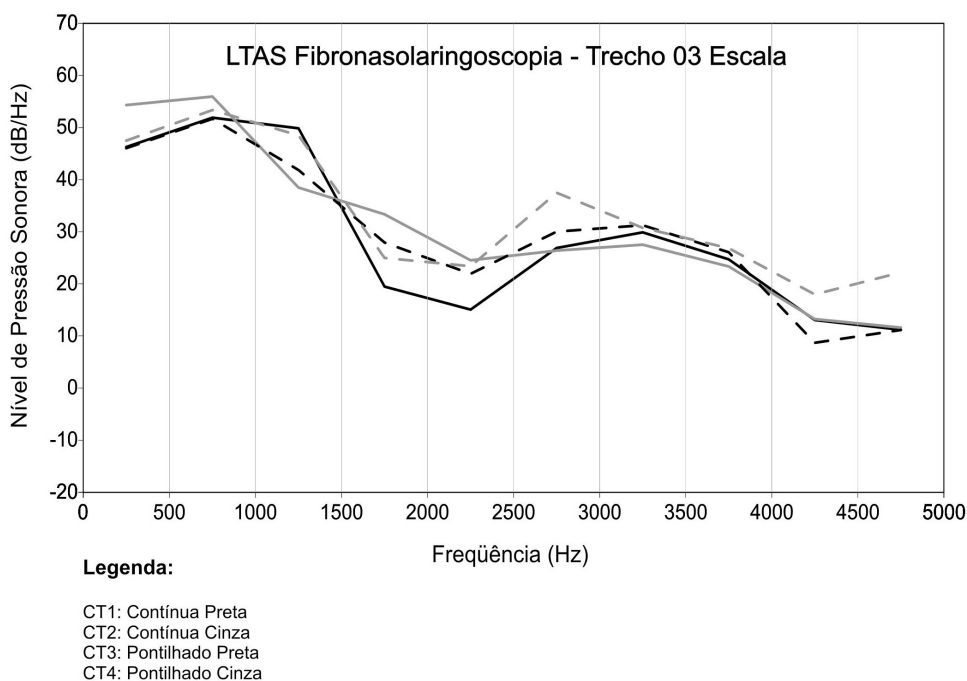
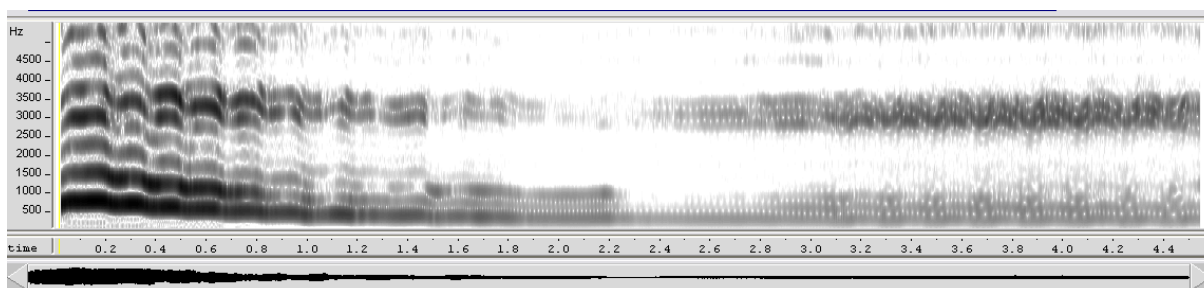


Figura 39 - *Long Term Average Spectrum* (LTAS) para a escala descendente do trecho 03 realizado durante a fibronasolaringoscopia.

A partir da análise do gráfico LTAS da escala do trecho 03 é possível verificar que os traçados não configuram de forma clara a presença do formante do cantor. Porém, como já foi dito acima o formante do cantor estava presente visivelmente no início da descendência da escala e como o gráfico LTAS foi realizado para toda a escala o traçado inclui informações de toda a emissão. A espectrografia de banda larga disposta na figura 40 mostra de forma mais clara o formante do cantor presente para os sujeitos CT3 e CT4.

CT3



CT4

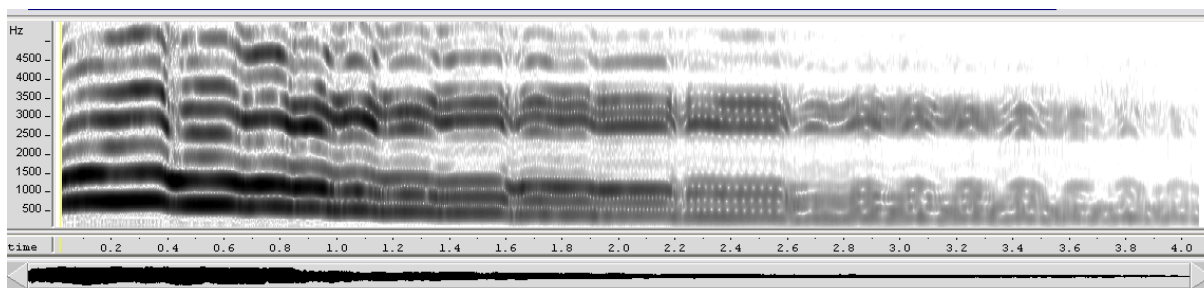


Figura 40 – Espectrografia de Banda Larga do CT3 e CT4 para a escala descendente do trecho 03 realizada durante a fibronasolaringoscopia.

A partir da observação da espectrografia de banda larga da escala descendente do trecho 03 podem-se visualizar as diferenças entre as emissões do CT3 e do CT4. A espectrografia do CT3 mostra a presença do formante do cantor no início da escala e diminuição nas últimas notas da escala dispostas entre os segundos 1,6 a 2,2. Porém, a sustentação da última nota com um subsequente crescendo faz com que

haja o reaparecimento do formante do cantor. Para o CT4 a espectrografia evidencia um decrescendo até o final da emissão da escala juntamente com um *rallentando*, sendo que o formante do cantor esteve presente em todos os pontos da escala. A diminuição da intensidade do formante do cantor no final da escala é compatível com a diminuição da intensidade da frequência fundamental (decrescendo). Os sujeitos CT1 e CT2 apresentaram comportamento parecido na espectrografia de banda larga, porém o formante do cantor estava presente de forma menos visível.

4.3 Resumo Geral dos Resultados

Os resultados gerais para todas as análises realizadas serão dispostos na tabela 17 e serão considerados os parâmetros de maior ocorrência e valores médios para todos os sujeitos. Os resultados são apresentados para todas as partes dos três trechos avaliados, mesmo que partes de trechos diferentes apresentem resultados similares.

Tabela 17 – Resultados gerais para todas as análises - Parâmetros de maior ocorrência para todos os sujeitos.

	Fibronasolaringoscopia e Vídeo-radioscopia						Eletroglotografia	Análise Acústica
	Laringe	Faringe	Palato Mole	Posicionamento Língua	Posicionamento Mandíbula	Lábios	Coefficiente de Contato	Formante do Cantor
Trecho 01 - Movimento Melódico	Abaixada em médio grau	Constrição lateral em menor grau	Fechado e elevado	Elevada / Pouca variação no eixo ântero-posterior	Abaixamento em menor grau / Pouca abertura labial	Protruídos	Média de 43%	Presente e bem visível (CT3 e CT4)
Trecho 01 - Salto 01	Elevada em menor grau	Constrição lateral e circular em médio grau	Fechado / Pouca movimentação no eixo vertical	Elevada / Pouca variação no eixo ântero-posterior	Abaixamento em médio grau / Média abertura labial	Protruídos	Média de 50%	Presente e bem visível (CT4) / Pico em 2750 Hz.
Trecho 01 - Salto 02	Estável na posição de repouso sem muitas oscilações no sentido vertical	Constrição circular inferior / Abertura superior	Fechado e elevado	Elevada / Pouca variação no eixo ântero-posterior	Abaixamento em médio grau / Pouca abertura labial	Protruídos	Média de 48%	Presente e bem visível (CT3 e CT4) / Picos em 2750 e 3250 Hz.
Trecho 02 - Crescendo	Abaixada em médio grau	Sem constrições / Abertura Faringea	Fechado e elevado	Abaixada / Pouca variação no eixo ântero-posterior	Abaixamento em médio grau / Média abertura labial	Protruídos	Média de 50%	Presente e bem visível / Acompanhado de aumento na amplitude de F2
Trecho 03 - Salto de Oitava	Elevada em menor grau	Constrição lateral em menor grau	Fechado e elevado	Pouco Elevada / Pouca variação no eixo ântero-posterior	Abaixamento em médio grau / Média abertura labial	Leve Retração	Média de 42%	Presente e não muito visível (CT4)
Trecho 03 - Escala	Abaixada em médio grau	Sem constrições / Abertura Faringea	Fechado e elevado	Elevada / Pouca variação no eixo ântero-posterior	Abaixamento em menor grau / Média abertura labial	Protrusão	Média de 43%	Presente e bem visível (CT3 e CT4) / Presente e não muito visível (CT1 e CT2)

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO

Neste capítulo os resultados obtidos serão dispostos, inicialmente, separados em itens distintos e confrontados com dados existentes na literatura. Ao final deste capítulo os resultados serão discutidos de modo integrado.

5.1 Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos

Sabendo das limitações da avaliação pela fibronasolaringoscopia em avaliar o comportamento de todo o trato vocal, a vídeo-radioscopia foi empregada neste estudo com sucesso. A partir da conjugação destes dois métodos de avaliação pôde-se visualizar claramente o comportamento de todas as estruturas envolvidas no processo de produção do canto. Pela a avaliação a partir da fibronasolaringoscopia pôde-se avaliar o comportamento da laringe e da faringe durante a realização das tarefas propostas.

Os resultados foram distintos para as quatro tarefas principais inseridas nos trechos musicais escolhidos. Na execução do movimento melódico rápido do trecho 01 e escala descendente do trecho 03 observou-se predominantemente abaixamento de laringe, leve constrição faríngea inferior e abertura da faringe superior. As constrições foram mais observadas no movimento melódico do trecho 01, pois nessa tarefa os sujeitos alternavam em ascendência e descendência em diversos intervalos, sendo que as constrições estavam presentes nos momentos ascendentes.

Para a execução dos saltos de intervalo (salto 01, 02 e de oitava) presentes no trecho 01 e trecho 03, os resultados foram similares entre as três execuções. Mais similar entre o salto 01 e o salto de oitava, pois ambos atingiam a mesma nota aguda, com a diferença de que no primeiro a passagem pela nota mais aguda, no caso o $F\sharp_5$ (740 Hz), era mais duradoura, o que caracterizou uma elevação da laringe levemente maior no salto 01 do que no salto de oitava. Os resultados referentes aos saltos de intervalo diferem em parte com os obtidos por Lindestad e Södersten (1988). Em tal estudo, os 4 contratenores avaliados apresentaram estreitamento da faringe inferior e superior, lateralmente, junto com elevação laríngea. Um aspecto importante a ser observado é relativo às notas produzidas nos saltos de oitava produzidos pelos contratenores por eles avaliados. Dos quatro contratenores, dois produziram como nota mais aguda o Si_4 (494 Hz), outro o $D\acute{o}_5$ (527 Hz) e o último Mi_5 (622 Hz). Ou seja, as observações realizadas por Lindestad e Södersten (1988) são equivalentes às nossas no salto 02 do trecho 01, cuja nota mais aguda era o $R\acute{e}_5$ (587 Hz). Porém, no salto 02 observamos que os contratenores mantiveram a laringe estável, próxima a posição de repouso, sem fazer muitas oscilações no eixo vertical quando das articulações das sílabas no salto. Com relação à faringe, houve presença de leve constrição circular na faringe inferior e boa abertura, ausente de constrição lateral, na faringe superior. O CT3 foi o único a não apresentar nenhum tipo de constrição no salto 02, provavelmente porque a nota $R\acute{e}_5$ (587 Hz) não estava próxima ao topo de sua tessitura que atingia o Sib_5 (932 Hz). Portanto, a nota mais aguda do salto 02 parece ter sido emitida por ele sem nenhuma dificuldade e nenhum sinal de esforço vocal.

Com relação ao salto 01 e de oitava, onde ambos atingiam a nota mais aguda avaliada, o $F\sharp_5$ (740 Hz), observou-se maior elevação laríngea e maior constrição

faríngea, principalmente na parte inferior mesmo não sendo no maior grau. Essa situação provavelmente aconteceu porque as emissões foram realizadas próximas ao topo da tessitura dos sujeitos, principalmente para o CT1 cuja tessitura relatada foi ultrapassada pela nota emitida. Pôde-se observar também que o CT3 foi o que apresentou menos constrictões faríngeas, provavelmente pelo fato de sua tessitura ser maior, como descrito anteriormente.

Assim, pode-se dizer que as emissões feitas pelos contratenores deste estudo até a nota Ré₅ (587 Hz) foram realizadas com leve presença ou ausência de constrictões faríngeas, com a laringe abaixada ou estabilizada próxima à posição de repouso, sem muitas oscilações no eixo vertical. Mas, quando ultrapassavam essa nota, atingindo o Fá#₅ (740 Hz) a laringe era elevada, mesmo sendo em menor grau, e as constrictões faríngeas intensificadas principalmente na porção inferior.

A principal diferença deste presente estudo em relação ao realizado por Lindestad e Södersten (1988) foi o fato de que neste os contratenores realizaram tarefas inseridas em contexto musical e não foram apenas solicitados a realizar um salto de oitava, o que de certa forma pode ter interferido nas conclusões referidas por eles, uma vez que esta não é uma situação de canto usual. Portanto, não se pode ter certeza que a emissão de um salto de oitava fora de contexto musical condiz em termos do mecanismo de produção a um salto realizado como tarefa, inserido dentro de uma peça musical. Acredita-se assim que as diferenças dos resultados entre este estudo e o de Lindestad e Södersten (1988) podem ser devidas a esse fator.

Os resultados referentes ao crescendo em nota sustentada foram condizentes aos encontrados por Lindestad e Södersten (1988) onde se observou alargamento da

região faríngea. No estudo deles dois sujeitos emitiram a nota Dó₄ (262 Hz), outro o Sol₄ (392 Hz) e o último o Si₄ (494 Hz), sendo que apenas este último não apresentou nenhuma mudança na faringe. As notas de emissão foram distintas entre os sujeitos, mas ocorreram na região média da tessitura onde os contratenores geralmente não apresentam dificuldades técnicas. Assim, pode-se considerar que os resultados são condizentes, mesmo ocorrendo para notas distintas. Neste presente estudo, onde as emissões ocorreram na nota Si₄ (494 Hz) para todos os sujeitos, apenas o CT1 apresentou discreta constrição faríngea inferior, enquanto os outros sujeitos apresentaram alargamento faríngeo inferior e superior, com grande abaixamento da laringe. Provavelmente os contratenores avaliados por Lindestad e Södersten (1988) fizeram a emissão do crescendo em nota sustentada com a laringe abaixada, pois o abaixamento da laringe proporciona o estiramento das paredes laterais da faringe fazendo com que a faringe inferior seja alargada (SUNDBERG, 1987). Podemos dizer a partir das observações feitas neste estudo e dos resultados referidos por Lindestad e Södersten (1988) que pode haver presença de abaixamento de laringe e alargamento da faringe inferior e superior até a nota Si₄ (494 Hz) em emissão sustentada.

5.2 Eletroglotografia

Os resultados eletroglotográficos foram bem distintos na análise das quatro tarefas propostas, tendo apresentado similaridade entre tarefas similares. Um dos fatores que contribuíram para os diferentes achados foi o fato de considerar as articulações silábicas das tarefas como fazendo parte dos dados. Por isso, optou-se pela análise do coeficiente de contato ao longo do tempo e não apenas a média global do trecho

analisado. A partir do traçado gráfico do coeficiente de contato pôde-se verificar a variação deste entre as diferentes tarefas, onde os sujeitos alternaram entre as mudanças de notas e a variação de intensidade. Os valores do coeficiente de contato ao longo da duração da execução de cada tarefa variaram de 34% (movimento melódico trecho 01 CT1) a 58% (salto 01 trecho 01 CT4) considerando todas as tarefas, sendo que o menor valor refere-se ao sujeito CT1. Para o movimento melódico rápido e escala descendente o valor médio do coeficiente de contato para todos os sujeitos foi de 43%, enquanto que para os saltos foi de 47% e para o crescendo de 49%. Os valores obtidos são condizentes aos valores do estudo de Shipp e col. (1988) e Welch e col. (1988; 1989) onde o coeficiente de contato teve média de 50%. Para Howard e col. (2001) contratenores profissionais produzem uma fase fechada que é mais longa que a fase aberta.

Durante a execução do movimento melódico rápido do trecho 01 e da escala descendente do trecho 03, os valores do coeficiente de contato variaram entre 25% (mínimo para todos os sujeitos) à 65% (máximo para o CT4). No estudo de Henrich (2001) os valores para os três contratenores avaliados variaram de 20% a 50% em tarefas envolvendo *glissandos* em falsete de Ré₄ (293,5 Hz) a Ré₅ (587 Hz) em média.

Com relação aos saltos de intervalo os valores médios do coeficiente de contato foram de 50% para o salto 01 do trecho 01, de 48% para o salto 02 do trecho 01 e de 42% para o salto de oitava do trecho 03 (vide tabela 17). Nos saltos de intervalo as notas partiam do Fá#₄ (370 Hz) para os saltos 01 e 02 e Lá₄ (440 Hz) para o salto de oitava, atingindo o Ré₅ (587 Hz) no salto 02 e Fá#₅ (740 Hz) no salto 01 e de

oitava. Contudo, as diferenças de valores do coeficiente de contato variaram pouco entre o mínimo e o máximo para os saltos de intervalo.

No estudo realizado por Henrich (2001) os valores do coeficiente de contato durante o crescendo em nota sustentada para três contratenores variaram de 20% (dinâmica *piano*) a 40% (dinâmica *forte*) para a vogal /u/ que é a que mais se aproxima da vogal /o/ realizada neste estudo. Os valores obtidos por Henrich (2001) para as vogais /a/ e /e/ não apresentaram valores que diferem muito dos obtidos para a vogal /u/. Neste presente estudo os sujeitos não seguiram um padrão de dinâmica *piano – forte* como apresentado por Henrich (2001), mas foi enfatizado aos sujeitos que realizassem um crescendo ao longo da nota Si₄ (494 Hz) com um decrescendo ao final da nota perfazendo um *messa di voce*. Os valores médios do coeficiente de contato foram de 50%, sendo que apenas o CT1 apresentou valor médio de 37% (vide tabela 14). As diferenças de valores entre o presente estudo e o realizado por Henrich (2001) podem ser devidas às diferenças nas notas de execução do crescendo, que para os contratenores do estudo de Henrich (2001) foi Ré₄ (293,5 Hz).

Neste presente estudo as correlações observadas por Howard e col. (1990); Howard (1995) e Henrich (2001) relativas à frequência fundamental e ao coeficiente de contato são condizentes, ou seja, quanto mais alta a frequência fundamental mais alto é o coeficiente de contato no registro de falsete. Da mesma forma houve correlação entre a intensidade e o coeficiente de contato (LINDSEY & HOWARD, 1989; HOWARD e col., 1990; HOWARD, 1995). Em qualquer registro vocal um aumento na intensidade tem relação com o aumento da pressão subglótica, que depende da quantidade de adução e do fluxo aéreo (TITZE & SUNDBERG, 1992;

SUNDBERG e col., 1993). Por outro lado a atividade do músculo vocal (tíreoaritenóideo medial) é extremamente dependente do registro vocal envolvido (HIRANO e col., 1970; HIRANO, 1982). Assim, no registro de falsete a atividade do músculo vocal é reduzida, enquanto a do músculo cricotireóideo é aumentada (HIRANO e col., 1970; HIRANO, 1982). Porém, com a diminuição da atividade do músculo tíreoaritenóideo no registro de falsete, há aumento da pressão subglótica em situações de elevada intensidade, estando associada ao aumento na tensão longitudinal e contato lateral das pregas vocais. Isso confirma os resultados obtidos no crescendo em nota sustentada onde há correlação entre a intensidade e o coeficiente de contato.

5.3 Análise Acústica

O objetivo principal da análise acústica foi o de fazer observações relativas à presença ou ausência do formante do cantor nas diferentes tarefas realizadas pelos contratenores. Através da espectrografia de banda larga, do LTAS e do LPC pôde-se verificar a configuração dos formantes, em especial o aumento da amplitude de energia na região entre 2500 e 3500 Hz, para todas as tarefas propostas.

Bogg e Thorpe (2000) evidenciaram a presença do formante do cantor na execução de escalas ascendente e descendente realizadas por oito contratenores. Eles caracterizaram a voz do contratenor como tendo qualidade leve e suave, com base em Sundberg (1987) sobre a diferença entre as amplitudes dos formantes mais agudos em relação ao mais grave.

De acordo com Sundberg (2001) o nível do formante do cantor é determinado pela diferença observada e esperada dos níveis de amplitude do terceiro e primeiro formante, sendo $L3 - L1$. A teoria acústica da produção da voz (FANT, 1970) explica que o nível de amplitude do formante aumenta se sua distância em relação a outro formante diminui. Sundberg (2001) calculou as diferenças de $L3 - L1$ para falantes, cantores eruditos masculinos e cantoras eruditas femininas. Os baixos, barítonos e tenores apresentaram maiores valores do nível do formante do cantor, enquanto que os sopranos apresentaram valores bem menores e muito variáveis. Neste presente estudo, os valores relativos ao nível de amplitude do formante do cantor para as tarefas de movimento melódico, escala e salto de intervalo realizado pelos contratenores, com exceção dos sujeitos CT3 e CT4 (movimento melódico e escala) e CT4 (salto), foram similares aos relatados por Sundberg (2001) para o grupo de sopranos. Os valores são relativos às vogais /e/, /i/ e /o/. Porém, o F0 agudo presente no salto 01 e salto de oitava e na escala do trecho 03 dificulta a determinação dos valores de F1 e F2, o que reduz a precisão em determinar o valor de L3 e assim a presença do formante do cantor a partir de $L3 - L1$ (SUNDBERG, 2001). Assim, a determinação do formante do cantor a partir de $L3 - L1$ neste presente estudo torna-se difícil devido ao F0 agudo presente nas tarefas de salto 01 e oitava e escala do trecho 03.

O formante do cantor foi melhor visualizado então, para as tarefas acima, através da análise por LTAS. Assim, a afirmação feita por Bogg e Thorpe (2000) a respeito da voz do contratenor ser leve e suave devido à relação de $L3 - L1$, não condiz com os resultados deste presente estudo, pois, dois contratenores, CT3 e CT4, apresentaram um formante do cantor bem visível na espectrografia de banda larga e

pelo LTAS, sendo que suas vozes, perceptivelmente, não são de qualidade leve e suave.

Com relação ao crescendo em nota sustentada o formante do cantor se apresenta de forma mais visível e proeminente para todos os sujeitos. Porém, ocorre apenas à medida que a intensidade é aumentada (crescendo) em certo ponto da emissão. Esse fato está de acordo com as afirmações de Fant (1970), Cleveland e Sundberg (1983) e Gauffin e Sundberg (1989) onde demonstraram que quando a intensidade vocal é aumentada, os harmônicos de alta frequência ganham mais em nível sonoro do que os harmônicos em baixa frequência. Sundberg (2001) demonstrou em pesquisa com cantores masculinos realizando tarefas de crescendo em várias vogais e alturas que quando o nível sonoro total aumenta 10 dB, o nível acima de 2000 Hz aumenta em média 16,3 dB. Com base no estudo de Sundberg (2001) o nível de amplitude do formante do cantor, obtido através de $L3 - L1$, pôde ser aplicado ao crescendo em nota sustentada realizado pelos contratenores deste presente estudo com o objetivo de confirmar a presença do formante do cantor. Porém, diferentemente de Sundberg (2001) que analisou o nível de amplitude do formante do cantor em várias vogais, neste presente estudo o nível foi analisado apenas na vogal /o/ referente à tarefa do crescendo do trecho 02. A figura 41 mostra o nível de amplitude do formante do cantor para o crescendo do trecho 02 analisado a partir dos dados de Sundberg (2001).

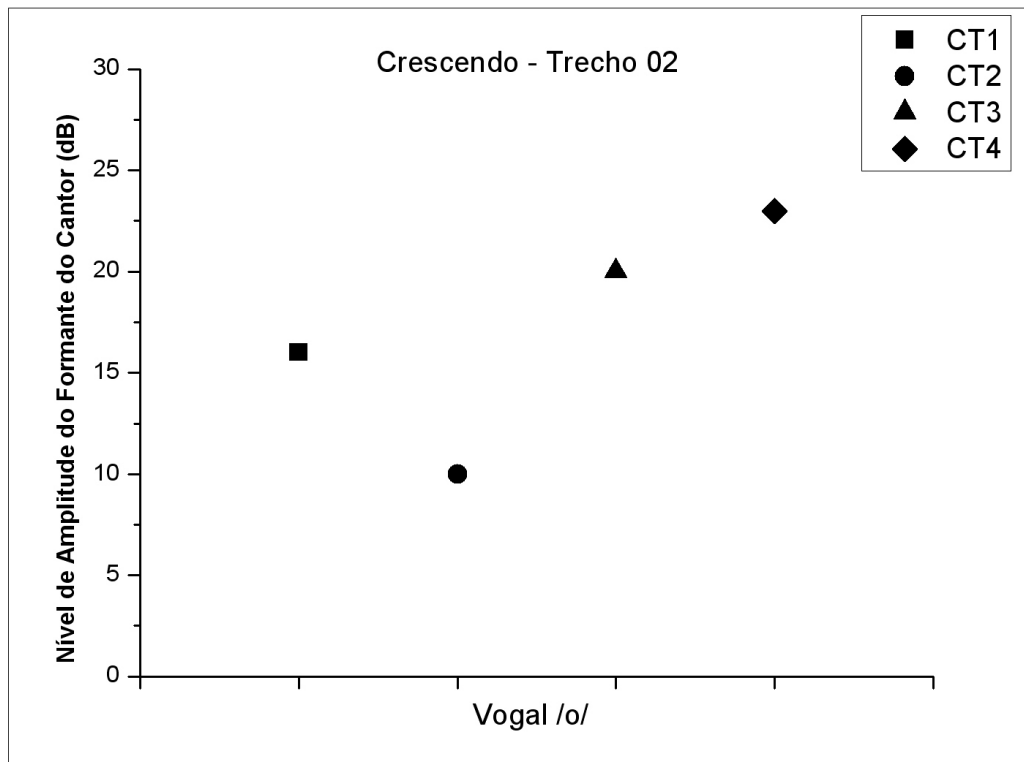


Figura 41 – Gráfico do nível de amplitude do formante do cantor (a partir da diferença entre valores observados e esperados $L3 - L1$) do crescendo em nota sustentada do trecho 02 para todos os sujeitos.

Os níveis de amplitude do formante do cantor para o crescendo em nota sustentada foram similares aos níveis obtidos por Sundberg (2001) tanto para os cantores masculinos e femininos analisados por ele. Em sua pesquisa o grupo masculino apresentou nível próximo a 20 dB, enquanto dois sopranos apresentaram níveis próximos entre 10 e 17 dB para a vogal /o/. Uma soprano apresentou nível abaixo de 0 dB, ou seja, negativo. Os valores referentes a sopranos variaram muito e tiveram de ser analisados por LTAS, que sugeriu a inexistência do formante do cantor neste tipo vocal. A figura 42 mostra uma análise LTAS feita com os sujeitos dessa pesquisa e dois sopranos e uma espectrografia de banda estreita para os sopranos, executando o trecho 02. As amostras dos sopranos foram obtidas através de gravações, contidas em CD (ref. HMC 901.385.87 e ref. HMC 474.210.2), da ária *La*

giustizia ha già sull'arco. A parte correspondente ao trecho 02 foi extraída e convertida da mesma forma realizada com os dados dos sujeitos dessa pesquisa.

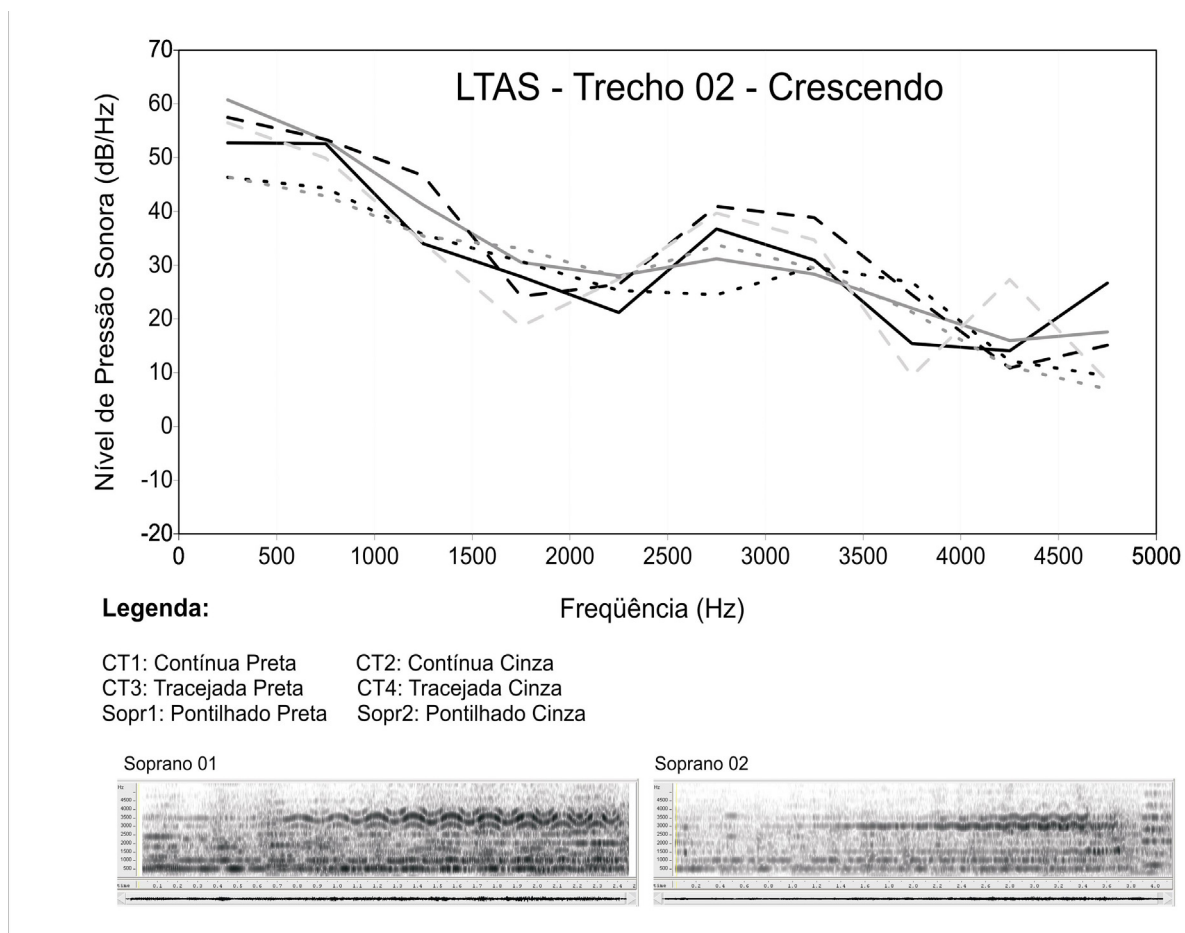


Figura 42 – Gráfico LTAS e Espectrografia de Banda Larga para os contratenores e dois sopranos. Soprano 01 (CD ref. HMC 901.385.87) e Soprano 02 (CD ref. HMC 474.210.2).

Sundberg (2001) relata que em F0 muito agudo o espaçamento dos harmônicos é maior e por isso há a chance de que para algumas alturas nenhum harmônico entre na região de freqüência do *cluster*. Esse fato é aplicado aos sopranos e por conseqüência aos contratenores de certa forma porque o formante do cantor foi menos visível ou ausente para alguns sujeitos justamente em trechos agudos, como no salto 01 e no salto de oitava. Porém, o fato de os contratenores possuírem um

trato vocal de comprimento maior que o de sopranos, sendo similar ao de baixos, barítonos e tenores (WELCH e col., 1988) pode de certa forma contribuir para o aparecimento do formante de cantor, mesmo em regiões onde o F0 é agudo, como aconteceu com o CT4. Porém, os ajustes laríngeos e supralaríngeos realizados por contratenores, como o abaixamento de laringe, podem contribuir para que estes tenham maior amplitude do formante do cantor em relação aos sopranos, se comparando a baixos, barítonos e tenores. Como ocorrido no crescendo do trecho 02 onde houve grande abaixamento de laringe e o aparecimento de um formante do cantor bem visível com picos entre 2750 e 3250 Hz, condizente com as afirmações de Sundberg (1987, 1991).

O acoplamento acústico observado no crescendo do trecho 02 pode ser explicado com base no modelo de interação acústica entre a fonte e o trato vocal (ROTHENBERG, 1986, 1988), inicialmente descrita e exemplificada com vozes de sopranos realizando emissões em diferentes vogais, onde o valor de F0 ultrapassava o valor de F1. Da mesma forma que os sopranos, os contratenores utilizam mecanismos para elevar o valor de F1 próximo ao de F0 quando este é elevado. Um destes mecanismos envolve o abaixamento da mandíbula com conseqüente aumento da abertura labial (SUNDBERG & SKOOG, 1997), fato observado para os sujeitos CT3 e CT4. A interação entre fonte e filtro, onde se afirma que a pressão sonora no trato vocal interage com o movimento vibratório das pregas vocais, possibilita um máximo de transferência de energia para o trato vocal. O efeito da inércia da massa de ar supraglótica causa um atraso no fluxo aéreo, sendo que esse atraso interfere (interage) com o movimento fonatório, favorecendo o aumento da diferença de fase vertical (e da onda mucosa), resultando num fechamento mais íngreme das pregas vocais. Como conseqüência gera um aumento

relativo da amplitude dos harmônicos de alta frequência e faz com que os cantores economizem fluxo aéreo (ROTHENBERG, 1986, 1988; TITZE, 2004, 2006). Rothenberg (1986) afirma que o sistema de interação fonte-filtro ocorre melhor quando há coeficiente de contato igual ou maior que 50%. Contudo, Titze (2004) afirma que uma configuração não-interativa pode ser vantajosa nas produções do contratenor, onde um caráter de falsete é usado e um único harmônico (o fundamental) tem o maior destaque.

5.4 Considerações Finais

O canto do contratenor é realizado no registro de falsete onde a vibração das pregas vocais ocorre de maneira distinta das ocorridas em registro modal, característico do canto masculino e feminino e de situação de fala. A diminuição da contração do músculo tireoaritenóideo no registro de falsete parece contribuir para certa perda na qualidade vocal, pois há perda de mucosa livre para vibrar e menor adução levando a uma menor diferença de fase e um pulso menos assimétrico com conseqüente menor riqueza harmônica. Porém, os ajustes laríngeos e supralaríngeos realizados por contratenores durante o canto parecem compensar, melhorando essa “perda” na adução. De certa forma contribuem para melhorar o contato entre as pregas vocais, adução, principalmente em frequências mais agudas, onde se observou aumento do coeficiente de contato em todos os sujeitos. Porém, em regiões mais graves da tessitura onde seria necessária a contração do tireoaritenóideo para melhorar a adução das pregas vocais, o coeficiente de contato diminuiu bastante na emissão do falsete. Isso ocorreu pelo fato de que os contratenores tenderam a manter a voz no registro de falsete mesmo na região grave. E como as notas graves estavam

próximas à região onde normalmente se utiliza o registro modal, a adução provavelmente foi prejudicada por não haver contração do músculo tireoaritenóideo, sendo que qualquer tentativa de aumento da adução através de um aumento na pressão subglótica e conseqüentemente da intensidade, faria com que o tireoaritenóideo fosse acionado, causando a mudança do registro de falsete para o registro modal. Devido aos ajustes laríngeos e supralaríngeos, como abaixamento de laringe, elevação do palato e protrusão labial, a voz não perdeu qualidade e nenhum escape de ar indicando presença de fenda foi percebido. Ademais, esses ajustes contribuem para garantir fechamento completo das pregas vocais e presença de onda mucosa como descrito por Södersten e Lindestad (1987). Por conseqüência, estes ajustes laríngeos contribuem para uma boa interação fonte-filtro que pelos ajustes supralaríngeos, conferem aos contratenores emissões onde há a presença do formante do cantor. Pelo fato de cantarem em regiões próximas às vozes femininas, os contratenores são susceptíveis a emissões onde pode haver ausência do formante do cantor, principalmente se for em regiões onde o F0 é agudo, geralmente ocorrendo na região acima de Ré₅ (587 Hz). Mas, como demonstrado nesta pesquisa o formante do cantor pode ocorrer nessas regiões onde F0 é agudo, fato este não observado em mezzo-sopranos e sopranos.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

O contratenor vem ocupando espaço novamente no meio musical nos últimos anos após ter desaparecido no período pós-barroco. Com o desenvolvimento tecnológico e os avanços nas pesquisas relativas à compreensão do mecanismo da voz falada e cantada, diversas pesquisas têm sido realizadas acerca dos diversos tipos de cantores. O contratenor por fazer parte dos vários tipos vocais existentes no canto erudito se tornou objeto de pesquisa mesmo que em menor escala. Alguns estudos foram desenvolvidos enfocando a voz do contratenor. Este presente estudo teve por objetivo pesquisar o mecanismo de produção da voz do contratenor dentro de um contexto essencialmente musical. Apesar das limitações referentes ao número de sujeitos avaliados, que não compõe um número estatisticamente significativo, algumas afirmações e conclusões puderam ser feitas acerca do mecanismo de canto do contratenor. O contratenor é bem conhecido na Europa e Estados Unidos e amplamente utilizado em óperas e concertos de música barroca. Porém, no Brasil ainda não há um maior conhecimento e incentivo acerca da voz do contratenor, e por este fato, houve a dificuldade de se recrutar mais contratenores que se encaixassem no perfil da pesquisa e que estivessem dispostos a participar.

O termo contratenor tem sido empregado de forma geral para as vozes masculinas que cantam em falsete na região aguda. No entanto, existe uma subdivisão da voz do contratenor como ocorre para as vozes femininas. Contratenores são classificados como *contralto*, *alto* ou *male alto* (contralto masculino), *male mezzo-soprano* (mezzo-soprano masculino), *male soprano* (soprano masculino) ou *sopranist* (sopranista), mas essas subdivisões não são abordadas nas literaturas referentes a contratenores, com exceção de Bogg e Thorpe (2000) que fazem um

rápido comentário. Sabe-se que a classificação e subdivisão das vozes, inclusive a do contratenor, compete ao professor de canto, porém, essa questão deveria ser abordada em futuras pesquisas, pois as vozes de um contralto masculino, mezzo-soprano masculino e soprano masculino diferem entre si quando cantam, principalmente porque atuam em regiões de tessitura distintas. A voz ocorre de maneira muito individual para qualquer tipo vocal, mas se existe classificação e subdivisão de vozes, é sinal de que mesmo com diferenças individuais, há semelhanças entre as vozes, que levaram os professores de canto a subdividir tipos vocais de mesma denominação. Assim, futuras pesquisas são necessárias para se analisar quais semelhanças, do ponto de vista fisiológico e acústico, que levam à subdivisão vocal nas principais vozes e em especial na voz do contratenor.

Esse cantor utiliza técnicas de emissão do falsete, através de ajustes realizados na laringe e supra-laringe para cantar com qualidade vocal de cantor lírico. Neste presente estudo esses ajustes laríngeos e supralaríngeos foram pesquisados e analisados juntamente com outros parâmetros relativos a acústica da voz.

Nas diferentes tarefas propostas desse estudo os contratenores tiveram comportamentos laríngeos e supralaríngeos distintos que dependiam claramente das diferentes emissões solicitadas. Durante a emissão do movimento melódico observou-se que os contratenores utilizam predominante de abaixamento de laringe de médio grau com leves constrições laterais da faringe inferior principalmente ocorrendo nos momentos de ascendência ou em emissão de notas acima do Ré₅ (587 Hz). Na escala descendente a tendência é abaixar a laringe ou aumentar o abaixamento já presente, diferentemente do que ocorre nos saltos de intervalo que ultrapassam a nota Ré₅ (587 Hz) onde se observou elevação laríngea em menor e

médio grau com constrictões laterais e circulares em menor e médio grau, principalmente da faringe inferior. Para alturas dentro do limite da tessitura de um contratenor a tendência é de não realizar constrictões laterais da faringe superior em médio e maior grau, o que foi observado em 3 sujeitos dessa pesquisa na emissão do $F\acute{a}\#_5$ (740 Hz). Com relação ao crescendo em nota sustentada houve predominância de abaixamento de laringe em médio e maior grau durante a emissão da nota Si_4 (494 Hz) correspondente à região média da tessitura do contratenor. Essa emissão foi caracterizada por ausência de constrictões faríngeas e laríngeas com conseqüente aumento da abertura faríngea ao longo de todo crescendo.

O palato mole permaneceu predominantemente fechado e elevado para as emissões do movimento melódico rápido, escala descendente, crescendo em nota sustentada e salto de intervalo. Da mesma forma a língua teve pouca variação no eixo ântero-posterior mesmo em diferentes vogais e oscilou predominantemente de elevada para o movimento melódico, escala e saltos e abaixada para o crescendo. O abaixamento de mandíbula em menor grau para o movimento melódico e escala e em médio grau para os saltos e o crescendo. A abertura labial era aumentada à medida que se emitia notas mais agudas como no salto 01 e de oitava e que se aumentava a intensidade como no crescendo em nota sustentada. Os lábios permaneceram predominantemente protruídos com exceção da emissão do salto de oitava onde se observou pequena retração provavelmente devida ao grau de dificuldade do salto, onde o sujeito deveria sair de uma região média da tessitura e atingir uma região aguda.

Deve-se lembrar que estes ajustes laríngeos e supralaríngeos foram observados em quatro contratenores realizando emissões dentro de um contexto musical pré-

definido e que as observações realizadas diferem em parte com as relatadas anteriormente na literatura.

Em relação aos dados eletroglotográficos o foco deste estudo foi em relação ao coeficiente de contato, que foi analisado nas tarefas propostas. As médias do coeficiente de contato variaram de aproximadamente 42% a 50%, valor que é relativamente baixo quando comparado aos valores referentes a emissões em registro modal. Porém, são valores altos se comparados a emissões em registro de falsete comum, sem ser cantado. O coeficiente de contato tende a aumentar com o aumento da frequência, fato que pôde ser observado nos saltos 01 e 02. O aumento intensidade influi diretamente nos valores do coeficiente de contato, o que pôde ser observado no movimento melódico do trecho 01 e crescendo do trecho 02. Porém, os valores oscilaram bastante com a presença do vibrato que pôde ser claramente observado nos traçados do coeficiente de contato para as diferentes tarefas. Entre mínima e máxima variação de valores de coeficiente de contato observou-se para todas as tarefas variação de 20% (presente na região grave do movimento melódico) a 75% (presente nos picos máximos dos saltos). Mesmo em momentos onde o coeficiente de contato foi relativamente baixo, caracterizando maior coeficiente de abertura, não foi percebido nenhum tipo de escape de ar, soprosidade, aparente na voz de nenhum cantor.

Com relação à acústica observou-se a presença do formante do cantor predominantemente em todas as tarefas. Os sujeitos CT3 e CT4 se destacaram apresentando o formante do cantor de forma mais visível, que pode ser condizente com a categoria em que se enquadram, sendo eles os profissionais de maior experiência desta pesquisa.

Nas emissões de notas agudas, como nos salto de intervalo, o formante de cantor estava menos presente sendo mais visível em apenas um sujeito. Isso pode ocorrer devido à mudança de ajuste laríngeo e supralaríngeo necessária a emissão de notas agudas ou ao fato de nenhum harmônico ter coincidido plenamente com a região do formante do cantor, não tendo sido suficientemente amplificado. Nas emissões do movimento melódico rápido e escala descendente o formante do cantor foi mais claramente visível para dois sujeitos, mas também estava presente de forma menos visível para os outros dois. Nas emissões do crescendo e salto 02 o formante o cantor foi claramente visível para todos os sujeitos, com picos de amplitude nas regiões de 2750 e 3250 Hz. O aumento da energia no espectro foi observada próxima a 3 kHz, que corresponde à região de ressonância do conduto auditivo externo e de maior sensibilidade da percepção auditiva (HELMHOLTZ, 1863).

Considerando os ajustes laríngeos e supralaríngeos observados nos contratenores deste estudo, pode-se pressupor ou propor certas atividades específicas ao ensino do canto a este tipo de cantor que venha a considerar técnicas de abaixamento de laringe como fator fundamental. Não se deve deixar de considerar os limites da tessitura vocal, uma vez que as constrictões faríngeas e elevações laríngeas tendem a ocorrer próximas ao topo da tessitura. A voz do contratenor é normalmente dotada de ausência de soprosidade permitindo hipotetizar a ausência de fenda glótica. Por sua vez, o contato entre as pregas vocais diminui no extremo inferior da tessitura vocal, uma vez que as notas são emitidas em região próxima a inevitável passagem do registro de falsete para o registro modal, onde pode haver aparecimento de soprosidade ou mudança involuntária de registro. Todos os aspectos observados neste estudo podem ser utilizados para se criar uma diretiva ou uma metodologia que facilite o ensino da voz cantada do contratenor.

A importância de uma análise bem detalhada da voz de um cantor é fundamental, principalmente quando ocorre com o cantor inserido em contexto musical. As observações e os resultados produzidos neste presente estudo diferem em parte dos apresentados anteriormente na literatura, e deixa em questão a real necessidade de se conduzir pesquisas voltadas ao estudo da voz, sempre considerando as tarefas a serem realizadas como parte integrante de um contexto musical.

CAPÍTULO 7 – ANEXOS

Anexo 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

I – Registro das explicações do pesquisador ao paciente sobre a pesquisa, consignando:

Esta pesquisa faz parte de um projeto de Mestrado na área de Música e Tecnologia, desenvolvido na Escola de Música da UFMG, que tem como objetivo caracterizar a voz de contratenor e definir os ajustes utilizados por estes durante o canto.

Os dados coletados conforme os procedimentos explicados abaixo serão analisados posteriormente pelos pesquisadores que sempre manterão em anonimato os sujeitos avaliados.

Necessito que o Senhor forneça informações através de um questionário, a respeito do Canto e da utilização da Voz de Contratenor e seus aspectos, devendo ocupá-lo por aproximadamente 05 minutos para completar as respostas.

Após o preenchimento do questionário haverá também uma coleta de dados em que serão realizados os seguintes procedimentos em dois dias independentes:

1) Vídeo-radioscopia, realizada por um médico radiologista, especialista na avaliação e diagnóstico por imagens, que consiste na filmagem lateral da laringe (garganta) e do trato oral (boca). Esse procedimento é sem riscos uma vez que o tempo de exposição será de aproximadamente 5 minutos, quando comparado ao tempo de 15 a 20 minutos gasto geralmente quando da utilização desse mesmo procedimento para avaliação da deglutição. Garantimos que a quantidade de radiação será mínima em relação à quantidade permitida pela Norma CNEN-NN-3.01, revisada em 17 de dezembro de 2004.

2) Fibronasolaringoscopia, realizada por um médico otorrinolaringologista, especialista na avaliação e diagnóstico de distúrbios vocais, que consiste na filmagem da laringe e do trato vocal. Esse procedimento é sem riscos, mas eventualmente pode causar os seguintes desconfortos: náusea, desconforto nasal, tosse ou sensação de “bolo na garganta”, ocorrida por causa do anestésico tópico (se for necessário utilizá-lo). O tempo de duração será de aproximadamente 20 minutos.

Os procedimentos descritos acima serão acompanhados pelo registro da sua voz através de um gravador digital com dois microfones que serão posicionados à sua frente. Essa gravação será necessária para posterior análise acústica, garantindo a dualidade entre a imagem e o áudio.

Sua participação não trará nenhum benefício imediato, mas os conhecimentos adquiridos com a pesquisa poderão proporcionar um melhor entendimento da

técnica utilizada por você e poderá contribuir para uma melhoria dos métodos de ensino do canto aplicados aos contratadores.

II – Esclarecimentos dados pelo pesquisador sobre garantias do sujeito da pesquisa:

Informo que o Sr. tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais, situado na Av. Alfredo Balena 110-1, CEP 30130-100, em Belo Horizonte – MG; fone/fax: (31) 3248-9364, e-mail: coep@reitoria.ufmg.br.

Também é garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo.

Garanto que as informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgado a identificação de nenhum dos participantes.

O Sr. tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas e caso seja solicitado, darei todas as informações que solicitar.

Não existirá despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Os dados coletados serão utilizados somente para pesquisa e os resultados serão veiculados através de artigos científicos em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem nunca tornar possível sua identificação.

III – Informação de nome, endereço e telefone do responsável pelo acompanhamento da pesquisa, para contato em caso de intercorrência clínica e reações adversas.

Fgo. Tiago Lima Bicalho Cruz

Rua Júlio Pereira da Silva, 719/502 – tel.: (31) 3486-7205 / 9113-9509

IV – Consentimento pós-esclarecido

Acredito ter sido suficiente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo: “Estudo dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos no Canto dos Contratenedores: Dados Fibronasolaringoscópicos, Vídeo-radioscópicos, Eletroglotográficos e Acústicos”.

Eu discuti com o fonoaudiólogo Tiago Lima Bicalho Cruz sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso aos resultados e de esclarecer minhas dúvidas a qualquer tempo. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Assinatura do entrevistado

Nome:

Endereço:

RG.

Fone: ()

Data ____/____/____

Assinatura do pesquisador

Data ____/____/____

Anexo 2 – Carta de Aprovação do Comitê de Ética



compromisso com a qualidade pela vida

Belo Horizonte, 05 de maio de 2005.

A/C Tiago Lima Bicalho Cruz

Vimos por meio desta informar que em reunião ocorrida na data de 27 de abril de 2005, o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Mater Dei, analisou e aprovou sem restrições, o Protocolo de Pesquisa intitulado: ***“Relação dos ajustes laríngeos e supralaríngeos com a ressonância do trato vocal no canto contratenor”***, versão de 2005, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, a ser realizado no setor de Radiologia do Hospital Mater Dei, sob responsabilidade do Fonoaudiólogo Tiago Lima Bicalho Cruz.

Atenciosamente,

MARIA NATÁLIA LEBEDEV MARTINEZ MOREIRA
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Mater Dei.

**Anexo 3 – Tabela de Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos –
Fibronasolaringoscopia.**

Tabela de Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos - Fibronasolaringoscopia

Trecho 1 – Movimento Melódico	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Abertura	1	3	1	2 (na descendente)
Constricção Lateral	1	0	1(boa abertura)	2 (sup. e inf.)
Constricção Circular	0	1	0	0
Epiglote: Posteriorização	0	0	0	0
Laringe				
Constricção ari-epiglótica	0	0	0	0
Constricção Lateral	0	0	0	0
Laringe: Elevação	1	0	0	0
Abaixamento	1 (estável)	2	2	2

Trecho 1 - Salto de Intervalo Ascendente 01	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Abertura	0	2 (sup.)	1 (sup.)	0
Constricção Lateral	3	0	1	1 (sup.)
Constricção Circular	0	2	0	2
Epiglote: Posteriorização	0	0	0	0
Laringe				
Constricção ari-epiglótica	0	1	0	0
Constricção Lateral	0	0	0	0
Laringe: Elevação	3	1	1	1
Abaixamento	0	0	0	0

Trecho 1 - Salto de Intervalo Ascendente 02	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Abertura	0	2 (sup.)	1 (sup.)	0
Constricção Lateral	2	0	0 (boa abert.)	1 (sup.)
Constricção Circular	0	1(qd. há vibrato)	0	1
Epiglote: Posteriorização	0	0	0	0
Laringe				
Constricção ari-epiglótica	0	1	0	0
Constricção Lateral	0	0	0	0
Laringe: Elevação	1	1	0	1
Abaixamento	0	1 (estável)	1	1 (estável)

Trecho 2 - Crescendo em nota sustentada	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Abertura	0	2	3	2
Constricção Lateral	1	0	0	0
Constricção Circular	0	0	0	0
Epiglote: Posteriorização	0	0	0	0
Laringe				
Constricção ari-epiglótica	0	0	0	0
Constricção Lateral	0	0	0	0
Laringe: Elevação	0	0	0	0
Abaixamento	1	2	3	2

Trecho 3 - Salto de oitava	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Abertura	0	2 (sup.)	2 (sup.)	0
Constricção Lateral	3 (simult. elev.)	0	1 (inf.)	1 (inf.)
Constricção Circular	0	2	0	0
Epiglote: Posteriorização	0	0	0	0
Laringe				
Constricção ari-epiglótica	0	0	0	0
Constricção Lateral	0	0	0	0
Laringe: Elevação	2	1	1	1
Abaixamento	0	0	0	0

Trecho 3 - Escala Descendente	CT1	CT2	CT3	CT4
Laringo-Faringe				
Faringe: Abertura	0	2	3	2
Constricção Lateral	1 (desc. Progres)	0	0	0
Constricção Circular	0	0	0	0
Epiglote: Posteriorização	0	0	0	0
Laringe				
Constricção ari-epiglótica	0	0	0	0
Constricção Lateral	0	0	0	0
Laringe: Elevação	0	0	0	0
Abaixamento	1	2	2	2

Legenda

0 = ajuste não observado na posição de análise

1 = ajuste em menor grau observado na posição de análise

2 = ajuste em médio grau observado na posição de análise

3 = ajuste em maior grau observado na posição de análise

NV = não visível

**Anexo 4 – Tabela de Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos –
Vídeo-radioscopia.**

Tabela de Análise dos Ajustes Laríngeos e Supralaríngeos – Vídeo-radioscopia

Trecho 1 – Movimento Melódico	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)	1 (estável)	0	0	0
Abaixamento (Abaixou)	1	2	1	1
Laringo-Faringe				
Faringe: Constricção	NV	NV	NV	NV
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto	0	0	0	0
Fechado Posição Baixa	0	0	0	0
Fechado Posição Elevada	1	2	1	2
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)	0	1	1	0 (meio boca)
Anteriorizada (Anteriorizou)	1	0	0	0
Elevada (Elevou)	2	2	2	2
Baixa (Abaixou)	0	0	0	0
Mandíbula				
Labial Abaixada: Pequena Abertura	1	1	1	1
Grande Abertura Labial	0	0	0	0
Lábios				
Protruídos (Protruiu)	1	2	2	NV
Retraídos (Retraiu)	0	0	0	NV

Trecho 1 - Salto de Intervalo Ascendente 01	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)	3	1	1	1
Abaixamento (Abaixou)	0	0	0	0
Laringo-Faringe				
Faringe: Constricção	2 (junto elevação)	1 (post. c/ elev.)	1	2 (post. e sup.)
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto	0	0	0	0
Fechado Posição Baixa	1	0	0	1
Fechado Posição Elevada	0	1	1	0
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)	0	1	1	0
Anteriorizada (Anteriorizou)	1	0	0	1

Elevada (Elevou)	2	2	2	2
Baixa (Abaixou)	0	0	0	0
Mandíbula				
Abaixada: Pequena Abertura Labial	0	0	0	0
Grande Abertura Labial	1	2	2	2
Lábios				
Protruídos (Protruiu)	2	2	2	NV
Retraídos (Retraiu)	0	0	0	NV

Trecho 1 - Salto de Intervalo Ascendente 02	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)	2	1 (estável)	0	1 (estável)
Abaixamento (Abaixou)	0	1	1	1
Laringo-Faringe				
Faringe: Constrição	NV	NV	NV	NV
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto	0	0	0	0
Fechado Posição Baixa	0	0	0	0
Fechado Posição Elevada	1	1	2	1
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)	0	1	1	0
Anteriorizada (Anteriorizou)	1 (menos q no 1º)	0	0	1
Elevada (Elevou)	2	2	2	2
Baixa (Abaixou)	0	0	0	0
Mandíbula				
Abaixada: Pequena Abertura Labial	1	0	2	1
Grande Abertura Labial	0	2	0	0
Lábios				
Protruídos (Protruiu)	2	2	2	NV
Retraídos (Retraiu)	0	0	0	NV

Trecho 2 - Crescendo em nota sustentada	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)	0	0	0	0
Abaixamento (Abaixou)	1	2	3 (vai abaix.)	2
Laringo-Faringe				
Faringe: Constrição	NV	NV	NV	NV
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto	0	0	0	0
Fechado Posição Baixa	0	0	0	0
Fechado Posição Elevada	1	1	2	1
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)	1	1	1	1

Anteriorizada (Anteriorizou)	0	0	0	0
Elevada (Elevou)	0	1	0	0
Baixa (Abaixou)	1	0	1	1
Mandíbula				
Abaixada: Pequena Abertura Labial	2	2	0	0
Grande Abertura Labial	0	0	2	2
Lábios				
Protruídos (Protruiiu)	2	2	2	NV
Retraídos (Retraiu)	0	0	0	NV

Trecho 3 - Salto de oitava	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)	2	1	1	1
Abaixamento (Abaixou)	0	0	0	0
Laringo-Faringe				
Faringe: Constricção	2	NV	NV	NV
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto	0	0	0	0
Fechado Posição Baixa	0	0	0	1
Fechado Posição Elevada	1	1	1	0
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)	1	1	0	0
Anteriorizada (Anteriorizou)	0	0	1	1
Elevada (Elevou)	1	1	1	1
Baixa (Abaixou)	0	0	0	0
Mandíbula				
Abaixada: Pequena Abertura Labial	0	0	0	0
Grande Abertura Labial	2	2	2	2
Lábios				
Protruídos (Protruiiu)	1	0	0	NV
Retraídos (Retraiu)	0	1	1	NV

Trecho 3 - Escala Descendente	CT1	CT2	CT3	CT4
LARÍNGEOS				
Laringe				
Laringe: Elevação (Elevou)	0	0	0	0
Abaixamento (Abaixou)	1 (foi abaixando)	2 (foi abaixando)	2 (foi abaix.)	2 (foi abaix)
Laringo-Faringe				
Faringe: Constricção	NV	NV	NV	NV
SUPRALARÍNGEOS				
Palato Mole				
Aberto	0	0	0	0
Fechado Posição Baixa	0	0	0	0
Fechado Posição Elevada	1	1	1	1
Língua				
Posteriorizada (Posteriorizou)	1	1	1	1

Anteriorizada (Anteriorizou)	0	0	0	0
Elevada (Elevou)	1	1	2	2
Baixa (Abaixou)	0	0	0	0
Mandíbula				
Abaixada: Pequena Abertura Labial	0	1	2	1
Grande Abertura Labial	2	0	0	0
Lábios				
Protruídos (Protruiu)	1	1	1	NV
Retraídos (Retraiu)	0	0	0	NV

Legenda

0 = ajuste não observado na posição de análise

1 = ajuste em menor grau observado na posição de análise

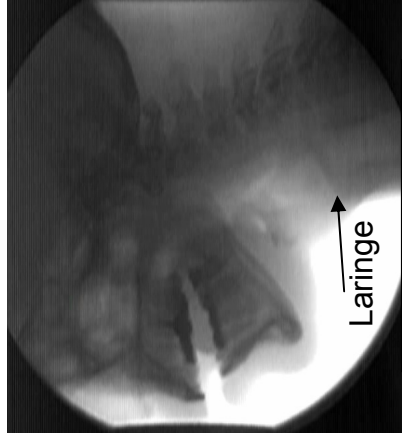
2 = ajuste em médio grau observado na posição de análise

3 = ajuste em médio grau observado na posição de análise

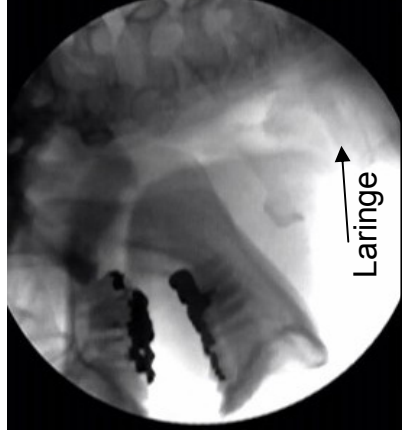
NV = não visível

Anexo 5 - Exemplos dos Graus da Escala de Avaliação

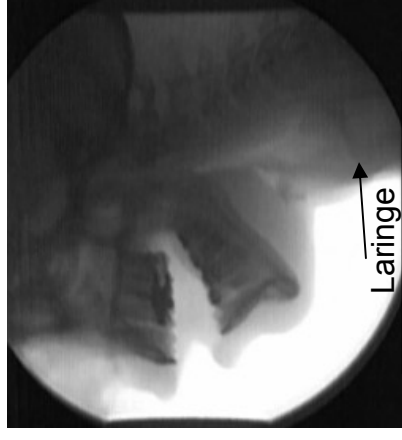
* Posição Laríngea (Abaixamento)



CT3 (Profissional)
– Abaixada Grau I

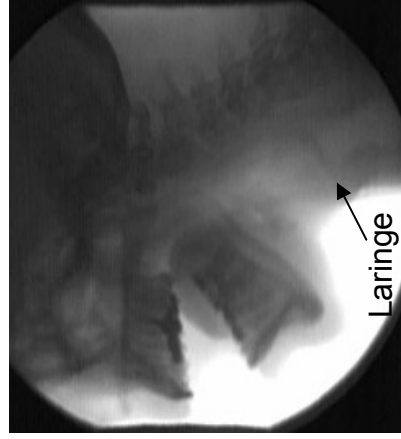


CT4 (Profissional)
– Abaixada Grau II

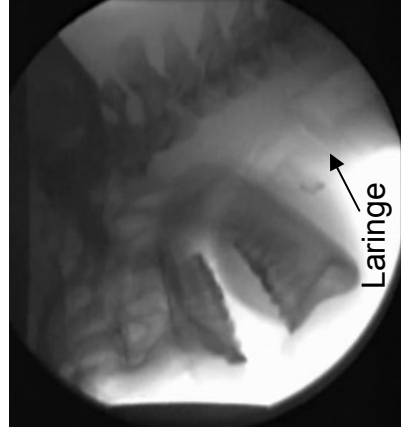


CT3 (Profissional)
– Abaixada Grau III

* Posição Laríngea (Elevação)



CT3 (Profissional)
– Elevada Grau I

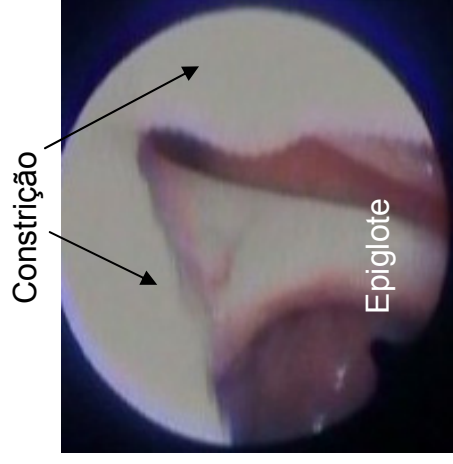


CT1 (Estudante) –
Elevada Grau III

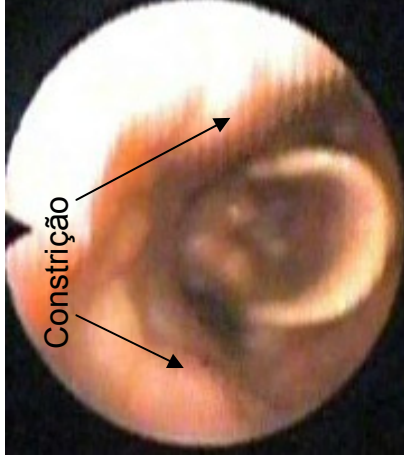
* Constrição Faringea Lateral



CT1 (Estudante)
– Lateral grau I

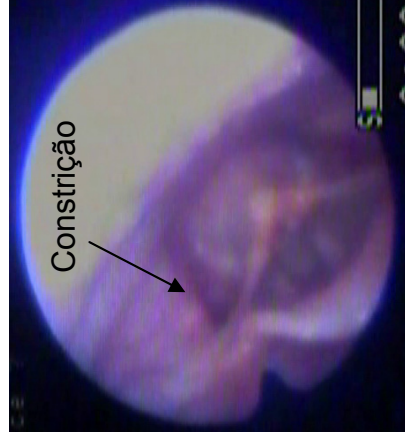


CT1 (Estudante)
– Lateral grau III

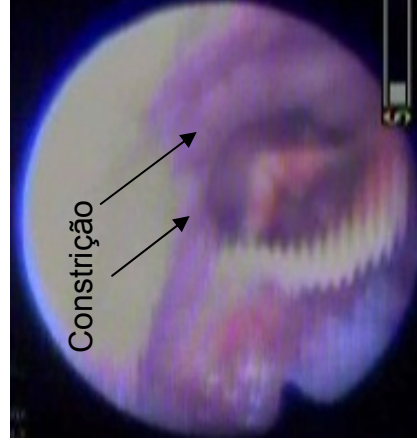


CT4 (Profissional)
– Lateral grau II

* Constrição Faringea Circular



CT2 (Amador) –
Circular grau I



CT2 (Amador) –
Circular grau II

* Posicionamento da Mandíbula



CT3 (Profissional)
– Abaixada Grau I



CT4 (Profissional)
– Abaixada Grau II



CT3 (Profissional)
– Abaixada Grau III

* Posicionamento dos Lábios



CT3 (Profissional)
– Protrusão Grau I



CT3 (Profissional)
– Protrusão Grau II



CT3 (Profissional)
– Retração Grau II

CAPÍTULO 8 – REFERÊNCIAS

BAKEN, R. J. & ORLIKOFF, R. F. Laryngeal Function. In: Clinical measurement of speech and voice. Singular Publishing Group, San Diego: Thomson Learning, 2000, pp 393-451.

BEHLAU M; AZEVEDO R; MADAZIO G. Anatomia da laringe e fisiologia da produção vocal. In: BEHLAU M. (ed.) Voz: O Livro do Especialista. Rio de Janeiro, Editora Revinter, 2004, pp. 1-51.

BOGG, L; THORPE, W. Register change in the countertenor voice. Australian Voice 2000; 6:23-9.

CLEVELAND T, SUNDBERG J. Acoustic analysis of three male voices of different quality. In: Askenfelt A, Felicetti S, Jansson E & Sundberg, J. *Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC 83)*. Stockholm, Sweden-Royal Swedish Academy of Music, Publication No. 46(1):143-156.

COSTA, M; DA NOVA, J; CARLOS, M; PEREIRA, R. & KOCH, H. Videofluoroscopia. um novo método. Rev. Bras.Radiol, v.25, no 1, p.11-18, 1992.

CRUZ, T.; HANAYAMA, E.; GAMA, A. Análise da extensão e tessitura vocal do contratenor. Revista CEFAC 2004; 6 (4):423-28.

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

GAUFFIN J, SUNDBERG J. Spectral correlates of glottal voice source waveform characteristics. *J Speech Hear Lang Res.*1989, 32:556-565.

GILES, P. The countertenor. London: Frederick Muller; 1982.

GOTTFRIED, T.L.; CHEW, S.L. Intelligibility of vowels sung by a countertenor. *J Acoust Soc Am* 1986; 79 (1):124-30.

HELMHOLTZ, H.L.F. Die lehre von den tonempfindungen als physiologische grund lage fun die, Theoric der Musik. 1° ed, vieweg - verlag Brunswick, Allemagne, 1863.

HENRICH N. Etude de la source glottique en voix parlée et chantée: modélisation et estimation, mesures acoustiques et électroglottographiques, perception. Tese de Doutorado, Universidade Paris 6, 2001.

HIRANO, M. The role of the layer structure of the vocal folds in register control. In: HURME, P. (editor). *Vox Humana*. Jyväskylä, Finland: University of Jyväskylä, 1982, pp. 49-62.

HIRANO, M.; BLESS, D.M. *Videostroboscopic Examination of the Larynx*. San Diego, Singular, 1993.

HIRANO, M.; VENNARD, W.; OHALA, J. Regulation of register, pitch and intensity of voice. An electromyographic investigation of intrinsic laryngeal muscles. *Folia Phoniatic*. 1970; 22:1-20.

HOLLIEN, H. On vocal registers. *Journal of Phonetics* 1974; 2:125-143.

HOWARD, D. M. Variation of electrolyngographically derived closed quotient for trained and untrained adult female singers. *J Voice* 1995, 9:163–172.

HOWARD, D. M.; LINDSEY, G. A.; ALLEN, B. Toward the quantification of vocal efficiency. *J Voice* 1990, 4:205–212.

HOWARD, D.M., WELCH, G.F.; PENROSE, T. Case study acoustic and voice source evidence for the existence of sub-registers in the countertenor voice. In T. Murao, Y. Minami, & M. Shinzanh (Eds.), *Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Symposium on Music Education Research and International Symposium on 'Uragoe' and Gender 2001* (pp. 127-131). Nagoya, Japan: Aichi University of Education.

Instituto de Peso e Medidas do Estado de São Paulo (IPEMSP). Sistema Internacional de Unidades. Disponível em: <<http://www.ipem.sp.gov.br/5mt/unidade.asp?vpro=radio>>. Acesso em: 09 fev. 2006.

JANDER, O. Contratenor. In: SADIE, S. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. 2nd ed. London, Macmillan Publishers Limited, 2001, vol.6, pp. 373-74.

KENT R.D.; READ C. Acoustic Theory of Speech Production. In: *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego, California: Singular Publishing Group, Inc., 1992, pp 13-40.

LARGE, J.; IWATA, S.; VON LEDEN, H. The male operatic head register versus falsetto. *Folia Phoniatic*. 1972; 24:19-29.

LINDESTAD, P-A.; SÖDERSTEN, M. Laryngeal and pharyngeal behavior in countertenor and baritone singing - a videofiberscopic study. *J Voice* 1988; 2:132-9.

LINDSEY, G. & Howard D. M, Larynx excitation in the singing voice, *Speech, Hearing and Language Work in Progress 3* (University College, London), p. 169-177, 1989.

LUCHSINGER, R.; ARNOLD, G. *Voice-speech-language*. Belmont, Wadsworth, 1965.

MENALDI, Mc A.J. Análisis y características de la voz hablada y cantada. In: *La Voz Normal*. Buenos Aires, Panamericana, 1992.

MURRY, T.; XU, J.J.; WOODSON, G.E. Glottal configuration associated with fundamental frequency and vocal register. *J Voice* 1998; 12:44-9.

PINHO, S. Avaliação e Tratamento da Voz. In: *Fundamentos em Fonoaudiologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998, pp 3-37.

PINHO, S. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2001.

ROTHENBERG, M. Così fan tutte and what it means or nonlinear source-tract interaction in the soprano voice and some implications for the definition of vocal efficiency. In: BAER T; SASAKI C; HARRIS K, (eds). *Vocal Fold Physiology: Laryngeal Function in Phonation and Respiration*. College Hill Press, San Diego, 1986, pp. 254-263.

ROTHENBERG, M. Acoustic Reinforcement of Vocal Fold Vibratory Behavior in Singing. In: O. Fujimura, (eds). *Vocal Physiology: Voice Production, Mechanisms and Functions*. Raven Press, New York, 1988, pp. 379-389.

SHIPP, T; LINDESTAD, P.-Å; MACCARTAIN, F, WALKER, J; & WELCH, G. Discussion: Whistle register and falsetto voice. *J Voice* 1988, 2:164-167.

SÖDERSTEN, M.; LINDESTAD, P-A. Vocal fold vibrations in countertenor singing. *Acta Phon Lat* 1987; 9(suppl):19-22.

SUNDBERG, J. Articulatory interpretation of the "singing formant". *J. Acoust. Soc. Am.* 1974; 55(40): 838-44.

SUNDBERG, J. *The Science of the Singing Voice*. DeKalb, Illinois: North Ill. Univ. Press; 1987.

SUNDBERG, J. 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; TITZE, I. R.; SCHERER, R. C. Phonatory control in male singing: A study of the effects of subglottal pressure, fundamental frequency, and mode of phonation on the voice source. *J Voice* 1993, 7:15–29.

SUNDBERG, J; SKOOG, J.; Dependence of jaw opening on pitch and vowel in singers. *J Voice* 1997, 11: 301-306.

SUNDBERG, J.; HÖGSET, C. Voice source differences between falsetto and modal registers in counter tenors and baritones. *Log Phon Vocol* 2001; 26:26-36.

SUNDBERG, J. Level and Centr Frequency of the Singer's Formant. *J Voice* 2001; 15:176-86.

ŠVEC, J.G.; PEŠÁK, J. Vocal breaks from the modal to falsetto register. *Folia Phoniatr Logop* 1994; 46:97-103.

TITZE, I. Principles of Voice Production. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1994.

TITZE, I; SUNDBERG, J. Vocal intensity in speakers and singers. *J. Acoust. Soc. Am.* 1992, 91:2936–2946.

TITZE, I. A theoretical study of F0-F1 interaction with application to resonant speaking and singing voice. *J Voice* 2004, 18(3): 292-98.

TITZE, I. The F0-F1 crossover exercise. *J Singing* 2006, 62: 295-97.

TOM, K; TITZE, I. Vocal intensity in falsetto phonation of a countertenor: An analysis by synthesis approach. *J Acoust Soc Am* 2001; (3):1667-76.

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Reported to The General Assembly. New York, 1977. Disponível em: [http://www.unscear.org/docs/reports/1977,%2032nd%20session%20\(Suppl.%20No.40\)/ANNEX-A_unscear.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/1977,%2032nd%20session%20(Suppl.%20No.40)/ANNEX-A_unscear.pdf)> Acesso em: 09 abr. 2005.

VAN DEN BERG, J-W. Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *J. Speech Res* 1958; 3:227-44.

VAN DEN BERG, J-W. Vocal ligaments versus registers. *Natl Assoc Teachers Singing Bull* Dec 1963; 31:16-21.

VIEIRA, M. N. Automated Measures of Dysphonias and the Phonatory Effects of Asymmetries in the Posterior Larynx. (Tese de Doutorado) Edimburgo: Universidade de Edimburgo, 1997.

Vocal Parts Brasil [programa de computador]. Versão 2.5 Edmonds (WA): Blue Tree Publishing, Inc; 2000.

WEISS, R.; BROWN, W.S.; MORRIS, J. Singer's formant in sopranos: fact or fiction? *J. Voice* 2001; 15(4):457-68.

WELCH, G.; MACCURTAIN, F. The falsetto voice: An investigation of male professional singers. Paper presented at the 16th Symposium on Care of the Professional Voice, June 1-5, 1987, New York, N.Y.

WELCH, G.F.; SERGEANT, D.C.; MACCURTAIN, F. Some physical characteristics of the male voice. *J Voice* 1988; 2:151-63.

WELCH, G; SERGEANT, D; MACCURTAIN, F. Xeroradiographic-electrolaryngographic analysis of male vocal registers. *J Voice* 1989, 3:244-256.

WENDLER, J.; FISHER, S.; SEIDNER, W.; RAUHUT, A.; WENDLER, U. Stroboglottometric and acoustic measures of natural voice registers. In: ASKENFELT, A.; FELICETTI, S.; JANSSON, E.; SUNDBERG, J.; (eds). *Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, 1983, Vol. 1*. Stockholm: Royal Swedish Academy of Music, 1983:333-40 apud. LINDESTAD, P-A.; SÖDERSTEN, M. Laryngeal and pharyngeal behavior in countertenor and baritone singing - a videofiberscopy study. *J. Voice* 1988; 2:132-9.