

**REGINA APARECIDA PIMENTA**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EXERCÍCIOS  
VOCAIS EM VOZES NORMAIS COM ANÁLISE  
PERCEPTIVO-AUDITIVA, ACÚSTICA E DE  
IMAGENS LARÍNGEAS OBTIDAS POR  
VIDEOLARINGOSCOPIA DE ALTA VELOCIDADE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências.

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli

São Carlos,  
2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P644a Pimenta, Regina Aparecida  
Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivo-auditiva, acústica e de imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade / Regina Aparecida Pimenta; orientador Arlindo Neto Montagnoli. -- São Carlos, 2011.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação de Interunidades em Bioengenharia e Área de Concentração em Bioengenharia) -- Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

1. Exercícios vocais. 2. Avaliação de voz. 3. Análise acústica. 4. Videolaringoscopia de alta velocidade. I. Título.



Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia  
EESC / FMRP / IQSC

REGINA APARECIDA PIMENTA

Título: "Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivo-auditiva acústica e imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade"

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS -  
GRADUAÇÃO INTERUNIDADES BIOENGENHARIA EESC - FMRP  
- IQSC DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS NA ÁREA DE  
BIOENGENHARIA.

Aprovado em: 20/01/2012

PROF. DR. ARLINDO NETO MONTAGNOLI  
(ORIENTADOR)

Universidade Federal de São Carlos

Resultado: Aprovada

Assinatura: Arlindo Neto Montagnoli

PROF. DR. RODRIGO CAPOBIANCO GUIDO

Pesquisador do Instituto de Física São Carlos

Resultado: Aprovado

Assinatura: Rodrigo Capobianco Guido

PROF. DR. MARIA EUGENIA DÁJER

Pesquisadora da Faculdade de Medicina da  
USP

Resultado: Aprovada

Assinatura: Maria Eugenia Dajer

*À minha família, com admiração e gratidão pela compreensão, presença e apoio em todas as minhas escolhas.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me colocar sempre no caminho certo e me permitir conhecer pessoas que tornam a trilha deste caminho cada vez mais acessível.

Ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia por me permitir ser aluna e realizar esta pesquisa.

Ao meu orientador prof. Dr Arlindo Neto Montagnoli, por toda paciência e confiança dada ao longo deste trabalho. Agradeço por me permitir fazer parte de seu grupo de pesquisa e, assim, vivenciar o cotidiano do Ser pesquisador.

Ao prof. Dr José Carlos Pereira, por abrir-me a primeira porta para o início deste trabalho, apresentando-me as pessoas cruciais ao desenvolvimento de minha carreira.

À fonoaudióloga Dr Maria Eugenia Dajer, quem me acolheu e me fez sentir entre amigos desde o primeiro momento. Meu muito obrigada pela amizade, o carinho, o cuidado, os ensinamentos, os investimentos, a credibilidade e todos os momentos tão importantes para minha vida profissional e pessoal.

Ao Adilson Barros Wanderley, por me dedicar seu amor, carinho, companheirismo, compreensão, amizade, paciência, confiança e credibilidade. Obrigada por apoiar minhas escolhas, por estar sempre presente, por torcer e vibrar pelo meu sucesso, e contribuir para meus sonhos se tornarem realidade.

Aos meus pais, José e Maria, por me ensinarem os primeiros passos para alcançar meus objetivos, sempre, respeitando os meus semelhantes.

Aos amigos que conquistei neste período, os quais foram responsáveis por muitos momentos de descontração mas também, de alguma forma, ajudaram na construção deste trabalho. A todos, Lianet, Edwin e Soledad, Alan, Amilcar, Giovani, Guido, Monaro, Carol, Marcel e Suetake, o meu muito obrigada pelas contribuições do dia a dia e pelas conversas que, muitas vezes, ajudaram com ideias e esclarecimentos.

À dona Esperanza, ao Lian e as gemias: Indara e Orieta, que sempre torceram pelo meu sucesso. Obrigada pelos deliciosos jantares, a amizade e confiança.

Aos professores Rodrigo Guido, Orivaldo Lopes da Silva, José Marcos e José Cintra, por contribuírem na minha formação de mestre em bioengenharia ao longo das disciplinas cursadas.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação Prof. Dr João Manuel Domingos de Almeida Rollo, à Janete e ao Nelson pela atenção, empenho e dedicação para tornar possível o trabalho de todos os alunos.

À equipe de otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas de São Paulo, por permitirem minha presença para a coleta de dados e pela contribuição fundamental

na concretização deste trabalho. Agradecimentos ao Prof. Dr Domingos Hiroshi Tsuji, Dr Adriana Hachiya, Fga Gisele Cordeiro e ao auxílio das doutoras: Camila e Maristela.

À equipe de fonoaudiologia do Hospital das Clínicas de São Paulo, por permitir minha presença e o uso da sala acústica do ambulatório de voz. Obrigada às fonoaudiólogas: prof. Dr. Kátia knemer, Maysa e Márcia.

Aos colegas Elys, Juliane, Murilo, Alex, Thiago, Rubens, Vitor, Ademilson, Alan, Bruno, Vinícius e Luiz, por confiarem em mim e me cederem a primeira moradia de São Carlos, agradeço pela estadia e amizade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento deste trabalho.

## RESUMO

PIMENTA, R. A. **Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivo-auditiva, acústica e de imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade.** 2011. pp.102. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação Interunidades Bioengenharia Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

O objetivo desta pesquisa é identificar efeitos imediatos dos exercícios de vibração sonorizada e som basal em vozes saudáveis por meio de ferramentas de avaliação vocal. Participaram do estudo trinta adultos saudáveis de ambos os gêneros (12 homens e 18 mulheres), com idade entre 19 a 45 anos, sem queixa vocal. Foram gravadas as vogais sustentadas /a/ e /ε/ em dois momentos. A primeira gravação foi realizada antes de exercícios vocais, a segunda gravação foi realizada após os participantes emitirem de 3 a 5 minutos de vibrações sonorizadas ou um minuto de som basal. As gravações de vogais sustentada /a/ e /ε/ foram submetidas às análises perceptivo-auditiva e acústica. Também foram gravadas videolaringoscopias em alta velocidade entre os momentos pré e pós-exercícios vocais para a avaliação quimográfica destas imagens. Resultados: a análise perceptivo-auditiva da impressão global da voz apresentou diferença estatística para ambos exercícios para a vogal sustentada /a/ ( $p= 0,016$  para vibração sonorizada e  $p= 0,046$  para som basal). Após a técnica de vibração sonorizada, a análise acústica apresentou diminuição significativa aos parâmetros: nivelamento espectral do filtro (SFF) e mobilidade glótica (GM), em vogais sustentadas /a/ de vozes femininas ( $p= 0,01$  para SFF e  $p= 0,04$  para GM); no coeficiente de perturbação do período (*Jitter*) em ambos os gêneros, para vogais sustentadas /ε/ ( $p= 0,018$  para homens e  $p < 0,01$  para mulheres); e na perturbação da amplitude (*Shimmer*) e SFF para vogais sustentadas /ε/ em vozes femininas ( $p < 0,01$  para *Shimmer* e  $p= 0,048$  para SFF). Após o exercício de som basal houve diminuição nos parâmetros: *Jitter* ( $p < 0,01$ ) em vozes femininas e presença de ruído no espectrograma ( $p= 0,02$ ). A avaliação das quimografias extraídas de videolaringoscopias em alta velocidade após o exercício de vibração sonorizada apresentou decréscimo do parâmetro fase fechada ( $p= 0,046$ ); aumento de fase de fechamento ( $p= 0,026$ ) e aumento na vibração de amplitude ( $p < 0,01$ ), em pregas vocais femininas. Após o exercício de som basal foi observado aumento significativo ao parâmetro fase de fechamento ( $p= 0,026$ ) em pregas vocais masculinas. Conclusão: O exercício de vibração sonorizada apresentou efeitos imediatos positivos na qualidade vocal e pregas vocais, principalmente de mulheres. No entanto, são necessárias pesquisas com maior número de amostras masculinas; assim como é necessário pesquisas do tempo adequado do exercício de som basal para melhor investigação e corroboração dos resultados desta pesquisa.

Palavras Chaves: exercícios vocais, avaliação de voz, análise acústica, videolaringoscopia de alta velocidade.

## ABSTRACT

PIMENTA, R. A. **Immediate effects of vocal exercise in normal voices using perceptual, acoustic analysis and of the high-speed videolaryngoscopy images.** 2011. pp.102. MSc (Dissertation) – Programa de Pós Graduação Interunidades Bioengenharia Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

The aim is to detect the immediate effect of vocal exercises in normal voices. Thirty healthy subjects from 19 to 45 year old with no vocal complains participated in the study. The sustained vowels /a/ and /ε/ were recorded in two moments: the first, we recorded the habitual voice, before any exercises; and the second, after from 1 to 5 minutes of continuous voiced vibration or vocal fry exercises. Considering the two moments, recordings were submitted to perceptual examination, acoustic and high speed videolaryngoscopy evaluation. We analyzed perceptual, acoustic and spectrographic parameters of sustained vowels /a/ and /ε/; as well as, videokymography parameters of high speed laryngeal images. Results: for perceptual analyses there were differences for both exercises ( $p=0.016$  for vibration and  $p=0.046$  for vocal fry of sustained vowels /a/). Jitter presented difference after voiced vibration exercises for female and male voices. Shimmer and Spectral Flatness Filter (SFF) showed difference only for female voices. After vocal fry exercises Jitter was lower only for female voices for sustained vowels /ε/ ( $<0.01$ ). Spectrum noise level presented difference after vocal fry exercises for sustained vowels /ε/ ( $p=0.02$ ). For vibration voiced technique high-speed videolaryngoscopy showed difference for closed phase and closing phase only for female ( $p=0.046$  and  $p=0.026$ , respectively). After vocal fry exercise we found difference for closing phase only for male ( $p=0.026$ ). Vibration amplitude of vocal folds increased only for women after vibration voice exercises ( $p<0.01$ ). Vibration voiced technique seems to cause positive immediate effects in voice quality, especially for women voices.

Keywords: vocal exercises, voice assessment, acoustic analysis, high-speed videolaryngoscopy.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Equipamento de videolaringoscopia de alta velocidade HRES ENDOCAM 5562, com controle de câmara e fonte de luz de alta execução AUTO LP 5132, e laringoscópio rígido com ângulo de visão de 90° e câmara de cabeça.....27
- Figura 2 – Procedimento do exame de videolaringoscopia realizado em equipamento de gravação de imagens em alta velocidade.....29
- Figura 3 – Régua de graduação da escala analógica-visual para a severidade do desvio vocal em análises perceptivo-auditivas(YAMASAKI et al, 2008).....32
- Figura 4 – Gráfico da autocorrelação do sinal de voz.....35
- Figura 5 – Espectrograma de uma vogal sustentada /a/ emitida por uma mulher adulta de voz saudável.....38
- Figura 6 – Espectro de uma vogal sustentada /ɛ/ emitida por um homem adulto e com voz saudável.....40
- Figura 7 – Imagens da videolaringoscopia em alta velocidade com parte de uma sequência do ciclo vibratório glótico das pregas vocais saudáveis de um homem adulto emitindo uma vogal sustentada /ɛ/ e quimografia obtida desta sequência.....42
- Figura 8 – Quimografia obtida a partir da filmagem das pregas vocais com câmara de alta velocidade. PTCV: ciclo vibratório total, FF: fase fechada, FA: fase aberta, Ff: fase de fechamento e Fa: fase de abertura.....43
- Figura 9 – Quimografia obtida a partir da filmagem das pregas vocais com câmara de alta velocidade. AD: amplitude da prega vocal direita, AE: amplitude da prega vocal esquerda e AT: amplitude total das pregas vocais.....43
- Figura 10 – Gráfico das medidas extraídas, em porcentagem, do parâmetro perceptivo Grau Geral, dos momentos pré e pós-exercício de vibração sonorizada para a vogal sustentada /a/.....46
- Figura 11 – Gráfico das medidas extraídas, em porcentagem, do parâmetro perceptivo Grau Geral, dos momentos pré e pós-exercício de som basal para a vogal sustentada /a/.....48
- Figura 12 – Gráfico das medidas acústicas do parâmetro nivelamento espectral do filtro (SFF), extraídas de vogais sustentadas /a/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.....50

Figura 13 – Gráfico das medidas acústicas do parâmetro mobilidade glótica (GM), extraídas de vogais sustentadas /a/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.....	50
Figura 14 – Gráfico das medidas acústicas de <i>Jitter</i> , extraídas de vogais sustentadas /ɛ/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em homens.....	52
Figura 15 – Gráfico das medidas acústicas de <i>Jitter</i> , extraídas de vogais sustentadas /ɛ/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.....	52
Figura 16 – Gráfico das medidas acústicas de <i>Shimmer</i> , extraídas de vogais sustentadas /ɛ/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.....	53
Figura 17 – Gráfico das medidas acústicas de Nivelamento Espectral do Filtro (SFF), extraídas de vogais sustentadas /ɛ/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.....	53
Figura 18 – Gráfico das medidas acústicas de <i>Jitter</i> , extraídas de vogais sustentadas /ɛ/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de som basal em mulheres.....	56
Figura 19 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pré-exercício de vibração sonorizada.....	61
Figura 20 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pós-exercício de vibração sonorizada.....	62
Figura 21 – Gráfico das medidas de fase de fechada extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.....	62
Figura 22 – Gráfico das medidas de fase de fechamento extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.....	63
Figura 23 – Sequência de imagens de uma videolaringoscopia de alta velocidade das pregas vocais de uma mulher adulta emitindo o som basal.....	64
Figura 24 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por gravação de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais saudáveis de uma mulher adulta emitindo o som basal.....	65

- Figura 25 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais masculinas do momento pré-exercício de som basal.....66
- Figura 26 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais masculinas do momento pós-exercício de som basal.....67
- Figura 27 – Gráfico das medidas de fase de fechamento extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de som basal, em pregas vocais masculinas.....67
- Figura 28 – Gráfico das medidas de coeficiente de velocidade, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais masculinas.....69
- Figura 29 – Gráfico das medidas de coeficiente de abertura, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.....69
- Figura 30 – Gráfico das medidas de coeficiente fechado, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.....70
- Figura 31 – Amplitudes extraídas de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pré-exercício de vibração sonorizada.....71
- Figura 32 – Amplitudes extraídas de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pós-exercício de vibração sonorizada.....71
- Figura 33 – Gráfico das medidas de amplitudes totais, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.....72
- Figura 34 – Gráfico das medidas de coeficiente de fechamento, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.....73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização da amostra.....	26
Tabela 2 –	Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /a/, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	45
Tabela 3 –	Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín), e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /ɛ/, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	46
Tabela 4 –	Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /a/, antes e depois do exercício de som basal.....	47
Tabela 5 –	Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /ɛ/, antes e depois do exercício de som basal.....	47
Tabela 6 –	Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por homens, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	49
Tabela 7 –	Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	49
Tabela 8 –	Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por homens, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	51
Tabela 9 –	Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	51
Tabela 10 –	Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por homens, antes e depois do exercício de som basal.....	54

Tabela 11 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de som basal.....	54
Tabela 12 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por homens, antes e depois do exercício de som basal.....	55
Tabela 13 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de som basal.....	55
Tabela 14 – Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada da vogal sustentada /a/.....	56
Tabela 15 – Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada da vogal sustentada /ɛ/.....	57
Tabela 16 – Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de som basal da vogal sustentada /a/.....	57
Tabela 17 – Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de som basal da vogal sustentada /ɛ/.....	57
Tabela 18 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /a/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	58
Tabela 19 – Valores médios (M), mínimos (Mín), desvios-padrão (DP), máximos (Máx) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /ɛ/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	58
Tabela 20 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /a/ antes e depois do exercício de som basal.....	59
Tabela 21 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /ɛ/ antes e depois do exercício de som basal.....	59

Tabela 22 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	60
Tabela 23 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	60
Tabela 24 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de som basal.....	65
Tabela 25 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de som basal.....	66
Tabela 26 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	68
Tabela 27 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.....	68
Tabela 28 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de som basal.....	72
Tabela 29 – Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ɛ/ antes e depois do exercício de som basal.....	73

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	20
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	25
3.1	Casuística	26
3.2	Procedimentos	28
3.2.1	Momento pré-exercícios vocais	28
3.2.2	Momento exercício vocal	30
3.2.3	Momento pós-exercícios vocais	31
3.3	Métodos	31
3.3.1	Análise perceptivo-auditiva	31
3.3.2	Análise acústica	33
3.3.2.1	Frequência fundamental	33
3.3.2.2	Parâmetros de perturbação	35
3.3.2.3	Nivelamento espectral do filtro	35
3.3.2.4	Mobilidade glótica	36
3.3.2.5	Amplitude do pitch	36
3.3.2.6	Parâmetros espectrográficos	37
3.3.2.6.1	Grau de escurecimento dos harmônicos	38
3.3.2.6.2	Estabilidade dos traçados harmônicos	39
3.3.2.6.3	Presença de ruído entre os harmônicos	39
3.3.2.7	Análise visual do espectro	39
3.3.3	Análise das quimografias obtidas das imagens de videolaringoscopia de alta velocidade	41
3.3.4	Análise estatística	44
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	45
4.1	Análise perceptivo-auditiva	45
4.2	Análise acústica	48
4.2.1	Análise espectrográfica	56
4.2.2	Análise visual do espectro	58
4.3	Análise das quimografias obtidas de videolaringoscopias em alta velocidade	59

5	DISCUSSÃO .....	74
6	CONCLUSÕES .....	88
	REFERÊNCIAS .....	90
	ANEXOS.....	97



## 1 INTRODUÇÃO

A voz é uma característica predominante na comunicação humana e uma boa qualidade vocal é importante para estabelecer, com sucesso, as relações sociais (TAVARES; LABIO; MARTINS, 2010). Um treinamento orientado para economia vocal baseia-se na premissa de que as lesões de pregas vocais possam ser prevenidas se o impacto de colisão for reduzido (TITZE, 2006).

Os fonoaudiólogos utilizam técnicas clínicas vocais para o aperfeiçoamento da voz e para o tratamento de distúrbios vocais com o objetivo principal de melhorar a comunicação oral (BEHLAU et al, 2005). Cada técnica apresenta um objetivo específico e na atuação fonoaudiológica estes são selecionados de acordo com as necessidades apresentadas por uma determinada avaliação do comportamento vocal. (BEHLAU et al, 2001; GASKILL; ERICKSON, 2008).

Atualmente, a terapia vocal busca embasamento em princípios fisiológicos, mas há pouca literatura que contemple todas as modificações vocais – laríngeas, acústicas, e perceptivo-auditivas, obtidas com a realização de exercícios vocais. Existe a necessidade de pesquisas que ampliem a compreensão do mecanismo de ação dos métodos específicos de intervenção e que estabeleçam a eficácia das técnicas terapêuticas (BRUM et al 2010).

Das técnicas terapêuticas desenvolvidas ao longo da história a mais usada atualmente na clínica fonoaudiológica é a técnica de vibração sonorizada, a qual tem atraído a atenção dos pesquisadores por ser utilizada na maioria dos distúrbios vocais de forma empírica na conduta do fonoaudiólogo (AZEVEDO et al, 2010).

Em contraste, a técnica do som basal, apesar de apresentar diversas indicações terapêuticas, é ainda pouco utilizada por apresentar divergências.

Por esta razão, os pesquisadores têm dedicado esforços para a investigação de seus efeitos na qualidade vocal de vozes saudáveis ou patológicas (CRONEMBERGER 1999, CHEN; ROBB; GILBERT, 2002; BOLZAN; CIELO; BRUM, 2008; BRUN et al 2010).

É fundamental que o desempenho de técnicas vocais possa ser medido para a comprovação dos seus efeitos em pregas vocais e na qualidade vocal de indivíduos. Neste sentido, a avaliação da voz pode auxiliar na observação dos efeitos imediatos de exercícios vocais em vozes saudáveis ou disfônicas.

A avaliação de voz compreende um processo multidimensional que utiliza diversas ferramentas que se integram e se complementam para o alcance do diagnóstico vocal. Estas podem ser usadas em processos de reavaliação vocal ao longo do tratamento para o acompanhamento da evolução terapêutica. As ferramentas desenvolvidas para atender a necessidade clínica da avaliação fonoaudiológica são: análise perceptivo-auditiva, análise acústica computadorizada e análise de imagens laríngeas.

A avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal é clássica e soberana por estar relacionada ao motivo pelo qual o indivíduo procura o atendimento fonoaudiológico, ou seja, a alteração auditiva da qualidade vocal percebida pelo próprio indivíduo ou por outras pessoas (BEHLAU et al, 2001). Entretanto os métodos de avaliação acústica computadorizada fornecem medidas objetivas e complementares aos resultados subjetivos da análise perceptiva auditiva.

A análise acústica computadorizada oferece meios de quantificar o sinal de voz permitindo que o fonoaudiólogo correlacione os dados entre a análise auditiva e a análise quantitativa auxiliando-o no diagnóstico vocal. Além do diagnóstico a análise acústica oferece também uma linha de base para o comportamento vocal dos indivíduos em terapia (BEHLAU et al, 2001). Devido às questões anteriores e ao fato de se tratar de um procedimento não invasivo

a análise acústica é uma importante ferramenta para o fonoaudiólogo no auxílio do acompanhamento da evolução terapêutica de seus pacientes.

A análise da imagem laríngea é obtida por meio do exame de videolaringoscopia e pode ser uma ferramenta subjetiva ou objetiva. A avaliação subjetiva, no caso a análise visual da laringe, extrai informações sobre constrição laríngea ou faríngea, mobilidade laríngea e alterações anatomo-fisiológicas. A análise objetiva fornece parâmetros relacionados à vibração do período fundamental das pregas vocais e a amplitude das mesmas, tais parâmetros são extraídos por meio de *softwares* específicos (NUNES et al, 2009).

Conhecer de forma mais profunda os efeitos de exercícios vocais é uma necessidade atual da clínica fonoaudiológica e, por esta razão, este estudo propõe investigar exercícios vocais utilizando a avaliação da voz. Neste sentido, o objetivo desse estudo é identificar os efeitos imediatos das técnicas de vibração sonorizada de lábios ou língua e de som basal em vozes saudáveis, por meio das ferramentas de análise perceptivo-auditiva, acústica computadorizada e quimografias obtidas de videolaringoscopias em alta velocidade.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

São inúmeras as técnicas clínicas de exercícios vocais para o aprimoramento ou reabilitação vocal. Tais técnicas vêm sendo desenvolvidas desde o século XVI, quando datam os primeiros livros sobre exercícios vocais para o aprimoramento da voz artística ao canto. Os textos clínicos científicos são encontrados a partir da segunda metade do século XIX e a noção de terapia de voz surge a partir da década de 1930 com o uso das técnicas encontradas nos livros de canto para ministrar o tratamento vocal (BEHLAU et al, 2005).

A técnica de vibração sonorizada tem por objetivo mobilizar a mucosa das pregas vocais, equilibrar a coordenação pneumofonoarticulatória, reduzir o esforço fonatório e promover o aquecimento vocal. Seu exercício tem indicação para laringites agudas, gripes ou resfriados, nódulo vocal, edemas, sulcos vocais, entre outros (BEHLAU et al, 2005). A técnica é um exercício de trato vocal semi-ocluído que consiste na rápida e repetidas oscilações dos lábios ou língua pela passagem do fluxo aéreo expiratório com emissão simultânea de voz (SCHWARTZ; CIELO,2009). O exercício de trato vocal semi-ocluído atua na região anterior do trato vocal, aumentando sua interação com a fonte glótica, elevando as pressões intra e supraglóticas, permitindo a eficiência de uma produção vocal econômica (TITZE, 2006).

A vibração sonorizada de lábios é realizada pelo ajuste entre oclusão e não oclusão do trato vocal para a produção de uma vibração dos lábios de baixa intensidade, gerando uma demanda no mecanismo vocal e ocorrendo a vibração das pregas vocais (GASKILL; ERICKSON, 2008).

A vibração sonorizada de língua envolve a elevação da ponta da língua em direção ao alvéolo dental dos incisivos centrais superiores, seguido de rápidos e repetitivos movimentos de oscilação da língua causada pela rápida passagem do fluxo aéreo expiratório concomitantemente à emissão sonora (MENEZES; DUPRAT; COSTA, 2005). Ambas as modalidades da técnica parecem oferecer impacto semelhante à qualidade vocal (BEHLAU et al, 2005).

Outra técnica terapêutica utilizada na clínica fonoaudiológica, porém de inúmeras divergências entre profissionais e pesquisadores é a chamada técnica de som basal. O som basal é uma capacidade fisiológica normal da laringe que atinge as frequências mais graves da tessitura vocal (CRONEMBERGER, 1999).

A literatura descreve como efeitos do som basal, a contração efetiva e o encurtamento dos músculos tireoaritenóideos, o relaxamento dos músculos cricotirenoídeo e cricoaritenóideos, a constrição ântero-posterior do vestíbulo laríngeo e da parte nasal da faringe, a elevação do véu palatino, o relaxamento e mobilização da mucosa das pregas vocais, o favorecimento de melhor coaptação glótica com aumento do coeficiente de contato entre as pregas vocais, a redução de tensão fonatória, o direcionamento adequado do foco de ressonância, a adequação do *Loudness* e decréscimo da frequência fundamental (CIELO et al, 2011).

A utilização do som basal como técnica terapêutica consiste na emissão prolongada e sem esforço das frequências mais graves de toda a tessitura vocal, sendo que as cavidades supraglóticas devem estar relaxadas e próximas ao ajuste articulatorio da vogal “a”. É um som facilmente obtido por necessitar de mínimo fluxo para sua emissão (BEHLAU et al, 2005).

Os efeitos imediatos dos exercícios vocais podem ser identificados por meio das diversas ferramentas complementares de avaliação vocal. Destas, as escolhidas para este estudo foram: a análise perceptivo-auditiva da qualidade vocal por meio de escala analógica-visual, a análise acústica e espectrográfica

computadorizada e a análise da imagem laríngea obtida por meio do exame da videolaringoscopia em alta velocidade. As duas primeiras são avaliações fonoaudiológicas e a última é uma avaliação cujo procedimento do exame é realizado por médico otorrinolaringologista.

Na prática clínica a análise perceptivo-auditiva é a ferramenta mais utilizada de avaliação vocal e, embora apresente parâmetros subjetivos, é considerada soberana em relação aos demais métodos de avaliação vocal por oferecer informações qualitativas do aparato laríngeo (YAMASAKI; BEHLAU, 2001). A análise perceptivo-auditiva descrita por Behlau e Pontes em 1995 (YAMASAKI; BEHLAU, 2001) estabelece uma investigação básica dos principais parâmetros usados pelo indivíduo em sua comunicação. Inclui a qualidade vocal, o pitch, o Loudness, o ataque vocal, o tipo articulatório, a presença de distúrbio articulatório, os órgãos fonoarticulatórios (avaliação miofuncional), a ressonância, a velocidade, a psicodinâmica vocal e suas relações com as dimensões biológicas, psicológicas e socioeducacionais da voz (MENDES; BEHLAU, 2001).

O *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice* (CAPE-V) é uma escala analógica visual de análise perceptivo-auditiva da voz que foi desenvolvida com o intuito de descrever a intensidade do desvio da voz alterada de forma a estabelecer uma comunicação universal entre os clínicos, contribuir com as hipóteses relacionadas com a anatomia e a fisiologia de base dos problemas vocais, e normatizar uma ferramenta de reavaliação das medidas de qualidade vocal na clínica (ASHA, 2004).

A análise perceptivo-auditiva baseada nos conceitos da escala CAPE-V foi escolhida para o presente estudo, por se tratar de uma escala analógico-visual linear, robusta, menos tendenciosa e considerada não influenciável aos aspectos culturais (ASHA, 2004; MADAZIO, 2009). Este tipo de análise pode detectar, mais fielmente, mudanças auditivamente sutis entre os momentos pré e pós-exercícios vocais.

O importante na percepção auditiva das características da voz é a interpretação dos achados na análise acústica (NEMR et al, 2005). A avaliação acústica clínica é uma realidade brasileira desde a década de 1990, e tem sido cada vez mais presente na fonoaudiologia. Ela permite quantificar o sinal de voz para a análise objetiva (BEHLAU et al, 2001). Essas mensurações objetivas da voz são importantes para a avaliação clínica (BEHLAU et al, 2005; CERCEAU; ALVES; GAMA, 2009).

As medidas mais observadas na clínica são: Frequência fundamental ( $F_0$ ) e parâmetros de perturbação. A  $F_0$  corresponde ao primeiro harmônico da emissão de voz, ela é um fenômeno no qual uma forma de onda se repete por unidade de tempo e reflete as características biomecânicas das pregas vocais em integração com a pressão subglótica (BEHLAU et al, 2005; SADER; HANAYAMA, 2004; CERCEAU; ALVES; GAMA, 2009).

Os parâmetros de perturbação foram definidos por Davis em 1979, como sendo o coeficiente de perturbação do período (PPQ) e o coeficiente de perturbação da amplitude (APQ), respectivamente. Estes parâmetros são análogos à perturbação média relativa (RAP) proposta por Koike em 1975. Atualmente, estes parâmetros são conhecidos pelos termos *Jitter* e *Shimmer*. O *Jitter* corresponde à medida de perturbação em torno da variação da frequência e o *Shimmer* à medida de perturbação existente entre os ciclos da amplitude do sinal de voz (SADER; HANAYAMA, 2004).

Outro método para analisar os parâmetros acústicos do sinal de voz é a análise no domínio da frequência, a qual fornece um conjunto de informações que os tornam mais eficiente do ponto de vista computacional (MONTAGNOLI, 1998). A espectrografia acústica, por exemplo, é a forma mais comum das análises de voz no domínio da frequência. Nela é apresentada a distribuição da energia espectral em um gráfico da frequência versus o tempo, assim pode-se observar com facilidade a frequência fundamental e seus formantes (DAVIS, 1976; MONTAGNOLI, 1998).

A avaliação multidimensional da voz conta com o exame de laringoscopia, o qual é utilizado pelo otorrinolaringologista para avaliar os aspectos de forma e movimento das pregas vocais (MONTAGNOLI, 2006). A laringoscopia evoluiu a partir do século XIX com o desenvolvimento de métodos para iluminação, captura e armazenamento de imagens laríngeas (JÚNIOR et al, 2007).

Com o desenvolvimento de novas técnicas foi possível o surgimento da videolaringoscopia de alta velocidade, a qual vem sendo aprimorada desde 1995 com relação à qualidade das imagens e a capacidade para estocagem digital (LARSSON et al, 2000). A videolaringoscopia de alta velocidade permite visualizar a real vibração das pregas vocais durante a fonação e a quimografia obtida a partir dessas imagens fornece dados quantitativos dessa vibração (BLESS, 2011).

A imagem de quimografia é obtida por meio da justaposição de uma sequência de quadros de uma videolaringoscopia. Para este método é preciso selecionar a posição de corte dos quadros de vídeo que possua a maior amplitude de abertura das pregas vocais, pois a partir dessas imagens serão realizadas as medidas objetivas de tempo das fases de abertura e fechamento, da fase aberta e fechada da laringe, de amplitudes das pregas vocais e dos coeficientes que relacionam as fases de tempo entre si (KOISHI,2003).

As ferramentas de avaliação vocal apresentadas permitem o estudo dos efeitos de exercícios vocais desde sua influência nos padrões vibratórios das pregas vocais até a mudança na qualidade vocal como um todo.



### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos segundo a Resolução nº196/96 (CNS), sob o número de protocolo de pesquisa: 256/2010 (ANEXO A). Todos os participantes foram informados por meio de material escrito sobre os objetivos do trabalho e assinaram termo de consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B). Este estudo recebe financiamento da FAPESP por meio de bolsa de mestrado protocolado sob o processo: 2010/03345-0.

A coleta de dados foi realizada nas dependências do ambulatório da Divisão de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

Os participantes preencheram um questionário com perguntas referentes aos dados pessoais e relevantes à pesquisa de qualidade vocal. Também foi solicitado o preenchimento do protocolo de qualidade de vida em voz – QVV (GASPARINI; BEHLAU, 2007; BEHLAU *et al*, 2009) para investigar possíveis queixas (ANEXO C). Na sequência, os sujeitos passaram por uma triagem fonoaudiológica para garantia de variabilidade normal na qualidade vocal. Esta foi realizada de acordo com os conceitos da escala Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V), utilizando o grau global para a avaliação da voz emitida na fala encadeada de cada participante. Foram classificadas como saudáveis as vozes dentro do intervalo de 0 a 35,5mm da escala (YAMASAKI *et al*, 2008).

Foram incluídos na amostra os indivíduos que não apresentaram histórico de tabagismo e alcoolismo; estavam livres de alterações digestivas,

hormonais e processos inflamatórios de vias aéreas superiores e inferiores no momento da coleta e com escore total do protocolo QVV acima de 71,6% , o qual significa a não presença de queixa vocal (GASPARINI; BEHLAU, 2007; BEHLAU *et al*, 2009).

### 3.1 CASUÍSTICA

Foram selecionados 30 indivíduos, 12 homens e 18 mulheres, com idade entre 19 e 45 anos, em bom estado de saúde geral. A tabela 1 apresenta a caracterização da amostra.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra.

Gênero	H	M	Total
N	12	18	30
Média de idade	31,9	26,5	28,7

H: homem, M: mulheres, n: número de amostras.

Os participantes passaram, individualmente, por gravação acústica da voz e exame de videolaringoscopia em alta velocidade em dois momentos, pré e pós-exercícios vocais. A gravação da voz foi realizada em computador *desktop*, utilizando o *software* Análise de Voz versão 4.10, placa de som externa USB da marca 3D *Sound* e microfone de cabeça da marca *Karsect* HT2 com as seguintes especificações: unidirecional, sensibilidade mínima de 44dB e faixa de frequência de resposta entre 60Hz a 12kHz. O microfone foi devidamente posicionado à distância de 4 centímetros da boca, formando com esta um ângulo de 45° a 90° (TITZE, 1994).

A videolaringoscopia em alta velocidade foi realizada por médico otorrinolaringologista em equipamento da marca Richard Wolf, com controle de câmara HRES ENDOCAM 5562, fonte de luz de alta execução AUTO LP 5132, laringoscópio rígido HRES de ângulo de visão de 90° com microfone integrado e câmara de cabeça HRES ENDOCAM 5562. A figura 1 apresenta o equipamento de videolaringoscopia de alta velocidade.



**Figura 1 – Equipamento de videolaringoscopia de alta velocidade HRES ENDOCAM 5562, com controle de câmara e fonte de luz de alta execução AUTO LP 5132, e laringoscópio rígido com ângulo de visão de 90° e câmara de cabeça.**

Os casos detectados com algum padrão anormal da qualidade vocal foram orientados quanto à sua saúde vocal e a busca por avaliação e tratamento adequado da voz.

## **3.2 PROCEDIMENTOS**

Na coleta dos dados foram controladas: a intensidade e frequência fundamental de emissão dos participantes entre os momentos pré e pós-exercícios vocais. Estas variáveis foram controladas com intuito de promover as mesmas condições nas produções vocais e de eliminar possíveis influências em respostas de parâmetros acústicos e da videolaringoscopia de alta velocidade.

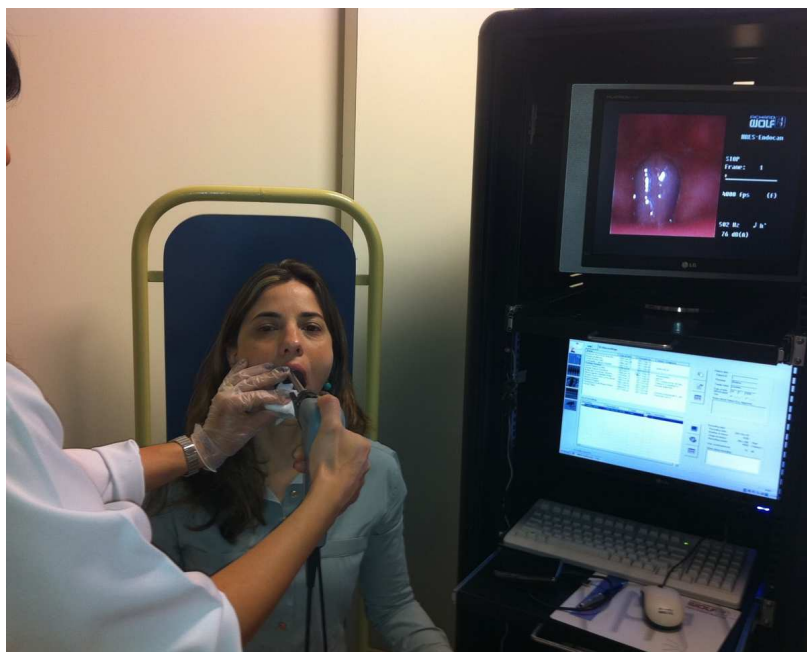
A intensidade foi controlada por meio de decibelímetro da marca RadioShack modelo 33-2055, colocado a 30cm da comissura labial do indivíduo, sendo aceito a variação máxima 2dB durante a emissão. A frequência fundamental de emissão foi extraída da primeira vogal sustentada emitida de forma confortável pelo participante. Cada indivíduo reproduziu a mesma frequência fundamental nos momentos pré e pós-exercícios vocais por meio de monitoramento da própria emissão utilizando como auxílio visual o *software SpeechPitch*.

### **3.2.1 MOMENTO PRÉ-EXECÍCIOS VOCAIS**

O primeiro passo após a seleção da amostra foi a gravação digital da voz no momento pré-exercícios vocais. Esta coleta foi utilizada nas análises: perceptivo-auditiva e acústica. Nesta etapa o participante permaneceu confortavelmente sentado, com postura ereta da coluna vertebral, em ambiente acusticamente tratado para a captação da voz. Para a coleta do material de voz

os participantes realizaram a emissão das vogais sustentadas /a/ e /ɛ/, após emitirem as frases do protocolo CAPE-V (ANEXO D), as quais foram posteriormente utilizadas para a seleção da amostra.

O passo seguinte foi a realização do exame de videolaringoscopia de alta velocidade de cada indivíduo no momento pré-exercícios vocais. Para o exame o participante foi orientado a permanecer sentado, com o quadril devidamente posicionado à cadeira e o tronco voltado para frente. A boca permaneceu aberta, com a língua protraída, envolta em gaze e, assim, mantida por pinça digital. Antes de iniciar o exame o participante recebeu uma aspersão de xilocaína spray na região da goela, para a anestesia tópica. O laringoscópio rígido foi introduzido na boca do participante e esse emitiu a vogal sustentada /ɛ/ na mesma frequência e intensidade extraída no momento da gravação acústica. A figura 2 exemplifica o procedimento para o exame de videolaringoscopia de alta velocidade.



**Figura 2 – Procedimento do exame de videolaringoscopia realizado em equipamento de gravação de imagens em alta velocidade.**

Os 30 participantes foram divididos em dois grupos experimentais, para o estudo dos exercícios vocais. Um grupo experimental (G1) que realizou o exercício vocal de vibração sonorizada de lábios ou língua, constituído de 15 indivíduos (6 homens e 9 mulheres) e outro grupo experimental (G2) que realizou o exercício vocal de som basal, constituído de 15 indivíduos (6 homens e 9 mulheres).

### **3.2.2 MOMENTO EXERCÍCIO VOCAL**

Os grupos experimentais desta pesquisa foram formados aleatoriamente, de acordo com a capacidade de cada participante em realizar a performance dos exercícios vocais. Os integrantes do grupo experimental G1, foram orientados a realizar rápidas e repetidas oscilações dos lábios ou língua com emissão simultânea de voz, ao longo de seu tempo máximo de fonação, conforme modelo dado pela fonoaudióloga pesquisadora. As vibrações sonorizadas foram realizadas na frequência e intensidade habitual de cada participante, sendo que sujeitos do gênero masculino realizaram o exercício por um período de 5 minutos emitindo, em média, 20 vibrações sonorizadas, e sujeitos do gênero feminino realizaram o exercício durante 3 minutos emitindo, em média, 10 vibrações sonorizadas (MENEZES; DUPRAT; COSTA, 2005).

Os integrantes do grupo G2 foram orientados a produzir o registro pulsátil de uma vogal sustentada /a/ de forma contínua e sem esforço, na frequência e intensidade habitual, ao longo de seu tempo máximo de fonação, por um período de um minuto independente do gênero. Cada participante realizou, em média, quatro vezes a técnica do som basal.

### **3.2.3 MOMENTO PÓS-EXERCÍCIOS VOCAIS**

Os participantes realizaram a gravação digital da voz imediatamente após realizarem os exercícios vocais. Foram novamente gravadas as emissões de vogais sustentadas /a/ e /ε/. Após este procedimento os participantes foram encaminhados para o exame de videolaringoscopia de alta velocidade seguindo o mesmo protocolo descrito para o momento pré-exercícios vocais.

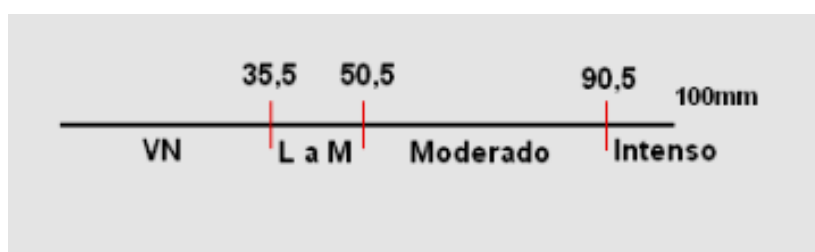
Os sinais de voz foram armazenados em formato .wav, com taxa de 44.100 amostras por segundos para posterior análise.

## **3.3 MÉTODOS**

### **3.3.1 ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA**

Para a análise perceptivo-auditiva os sinais de voz gravados nos momentos pré e pós-exercícios vocais foram misturados, numerados e criado um banco de dados aleatório. Foi adicionado a este uma repetição de 20% dos sinais de vozes para garantia da confiabilidade intra-avaliação. A avaliação foi realizada por uma fonoaudióloga treinada que analisou cada sinal de acordo com os conceitos da escala CAPE-V. Como mencionado, trata-se de uma escala analógico-visual que corresponde a uma linha de 100mm de comprimento, demarcada nos seguintes valores: de 0 à 35,5mm indicando variação normal da qualidade vocal; de 35,6 à 50,5 indicando alteração de

severidade levemente moderada; de 50,6 à 90,5 indicando alteração de severidade moderada e > 90,5 indicando alteração de severidade intensa. A figura 3 apresenta os valores limites, em pontos, dos diferentes graus de desvio vocal para uma análise perceptivo-auditiva avaliada por meio da escala analógica-visual.



**Figura 3 – Régua de graduação da escala analógica-visual para a severidade do desvio vocal em análises perceptivo-auditivas. VN: variabilidade normal. L a M: alterações de grau leve a moderado. (YAMASAKI et al, 2008).**

Devido ao fato dos exercícios vocais estudados estimularem a atividade de fonte glótica, os parâmetros escolhidos para esta avaliação foram: grau de severidade global (impressão global da alteração vocal), rugosidade (sensação auditiva de irregularidades na fonte glótica), soprosidade (sensação auditiva de escape de ar na voz) e tensão (sensação auditiva de esforço vocal).

Após a avaliação perceptivo-auditiva da fonoaudióloga, a classificação de cada amostra vocal foi anotada em uma tabela indicando os momentos pré e pós-exercícios vocais para cada parâmetro avaliado.



### 3.3.2 ANÁLISE ACÚSTICA

Para a análise acústica foram utilizadas as emissões de vogais sustentadas /a/ e /ɛ/ gravadas antes e depois dos exercícios vocais; o *software* de pesquisa Análise de Voz, versão 4.10 foi utilizado para a gravação, análise acústica e espectrográfica das vozes estudadas; e o *software* Praat, versão 5.2.17 foi utilizado para a análise visual do espectro.

O *software* Análise de Voz normaliza os sinais de voz para a padronização dos níveis de amplitude e os parâmetros acústicos, assim como os espectrogramas, são gerados automaticamente (MONTAGNOLI; PEREIRA, 2010). Neste estudo, os parâmetros extraídos por este *software* estão descritos à seguir:

#### 3.3.2.1 FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL

A frequência fundamental ( $F_0$ ) é um parâmetro expresso em Hertz e é determinada, fisiologicamente, pelo número de ciclos que as pregas vocais realizam em um segundo, sendo o resultado natural do comprimento dessas estruturas (BEHLAU et al, 2001). Como citado anteriormente, neste estudo a  $F_0$  foi extraída para o controle da variável entre as emissões vocais, este procedimento tem o intuito de eliminar influências nos demais parâmetros acústicos, permitindo as mais próximas condições de emissão e posição das pregas vocais entre os momentos pré e pós-exercícios.

### 3.3.2.2 PARÂMETROS DE PERTURBAÇÃO

Nos seres humanos a voz é um sinal quase periódico e apresenta perturbações nos ciclos glóticos denominados *Jitter* e *Shimmer*. O *Jitter* indica a variação da frequência fundamental entre os ciclos glótico e altera-se principalmente com a falta de controle das vibrações de pregas vocais. O *Shimmer* refere-se a essa mesma perturbação, mas relacionada à amplitude da onda sonora e sua alteração ocorre quando há redução da resistência glótica e lesões de massa nas pregas vocais (WERTZNER; SCHREIBER; AMARO, 2005).

Para a obtenção destes parâmetros, o *software* de pesquisa utilizado neste estudo propõe substituí o sinal residual pela a abordagem de autocorrelação do sinal de voz, a qual define os parâmetros por meio da comparação entre trechos do sinal de voz ao longo de todo o seu comprimento. Com isto, foi possível obter um marcador com um único período, que apresenta picos mais bem definidos.

Os valores dos parâmetros de perturbação extraídos pela a abordagem de autocorrelação do sinal de voz são expressos em porcentagens. A figura 4 apresenta um sinal de voz analisado pela técnica.

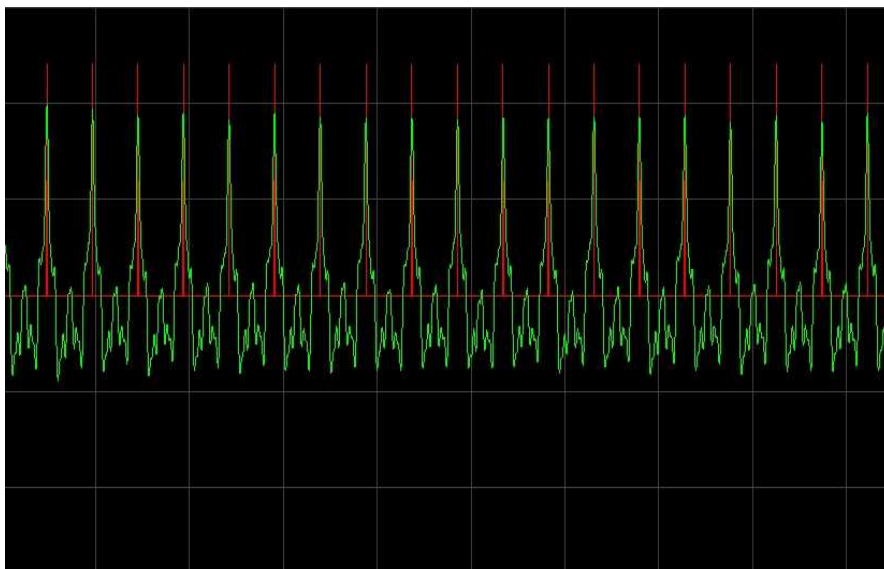


Figura 4 – Gráfico da autocorrelação do sinal de voz. A linha vermelha corresponde à marcação dos ciclos calculados pela a abordagem de autocorrelação do sinal.

### 3.3.2.3 NIVELAMENTO ESPECTRAL DO FILTRO

Parâmetros de nivelamento espectral quantificam, em decibéis, a área necessária para atingir um nível plano no espectro, ou seja, o comportamento espectral de uma voz ruidosa apresenta-se mais próximo de 0dB que de uma voz saudável. A abordagem matemática aplicada em parâmetros de nivelamento espectral pode ser adotada para quantificar o sinal residual glótico ou a participação do trato vocal no sinal de voz (Santos et al, 2005).

Neste estudo, o *software* Análise de Voz avalia o trato vocal por meio do parâmetro Nivelamento Espectral do Filtro (SFF), o qual quantifica a atuação da ressonância no sinal de voz medindo o quão plano é o envoltório do espectro.

### 3.3.2.4 MOBILIDADE GLÓTICA (GM)

A mobilidade glótica (GM) é um parâmetro experimental obtido por meio do cálculo da derivada de primeira ordem do sinal de voz (taxa de variação média da autocorrelação do sinal de voz) e seu resultado sugere a análise da atividade das pregas vocais no nível glótico. Na derivada do sinal de voz, pretende-se correlacionar a alta taxa de variação produzido pelo pulso glótico com o fechamento rápido das pregas vocais, o qual ocorre devido aos efeitos mioelásticos e aerodinâmicos envolvidos no processo de vibração das pregas vocais.

Esta alta taxa de variação é responsável pelos harmônicos na voz, portanto, acredita-se que quanto maior o pico da onda sonora maior será o contato entre as pregas vocais. O *software* utilizado neste estudo propõe uma análise prévia desse parâmetro por meio da média de cinco valores dos picos da derivada do sinal de voz.

### 3.3.2.5 AMPLITUDE DO PITCH (PA)

A amplitude do Pitch (PA) estima o índice de vocalização do sinal de voz. É um parâmetro analisado no domínio do tempo e sua abordagem matemática o define como sendo o valor médio das amplitudes na autocorrelação do sinal residual. Seus resultados são valores normalizados entre 0 e 1, onde 0 (zero) corresponde aos índices baixos de vocalização

apresentados por fonemas não sonoros e 1 índices altos apresentados por fonemas sonoros (Santos et al, 2005).

### **3.3.2.6 PARÂMETROS ESPECTROGRÁFICOS**

O espectrograma é expresso a partir do cálculo da transformada de Fourier. A transformação de Fourier é um cálculo matemático que converte a forma da onda (amplitude por tempo) no espectro (frequência por amplitude) fornecendo a amplitude das diversas frequências componentes do som. O espectrograma permite observar características temporais no sinal de voz, como regularidade no traçado, definição de frequência e intensidade, formantes das vogais ou regiões de incremento de energia. É um gráfico que mostra uma sucessão de espectros unitários em um registro tridimensional, onde apresenta o tempo no eixo horizontal, a frequência no eixo vertical e a intensidade no contraste de cores (BEHLAU et al, 2001; CÔRTEZ; GAMA, 2010). A figura 5 apresenta o espectrograma de uma voz saudável ilustrando os parâmetros desta análise.

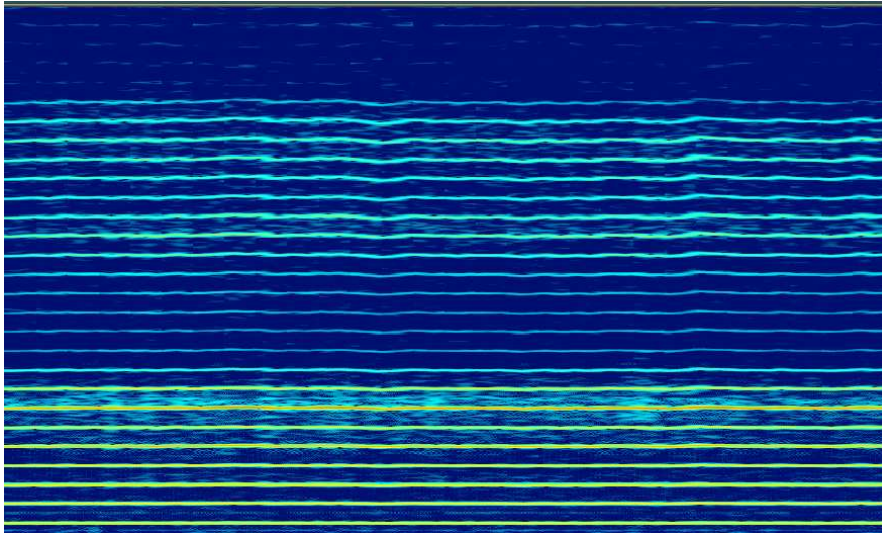


Figura 5 – Espectrograma de uma vogal sustentada /a/ emitida por uma mulher adulta de voz saudável. O tempo é expresso no eixo horizontal, a frequência no eixo vertical e a intensidade dos harmônicos pela coloração dos traçados. O ruído próprio da voz é observado por meio da imagem sombreada ao fundo do espectrograma e a estabilidade da voz por meio de oscilações ao longo dos traçados harmônicos.

Para este estudo o *software* de pesquisa Análise de Voz gerou espectrogramas de banda estreita expressos a partir do cálculo da transformada de Fourier (MONTAGNOLI; PEREIRA, 2010) e foram realizadas análises visuais dos parâmetros descritos a seguir.

#### 3.3.2.6.1 GRAU DE ESCURECIMENTO DOS HARMÔNICOS

O escurecimento dos harmônicos representa a intensidade do sinal acústico e este está relacionado à cor dos harmônicos no espectro. As cores representadas são: azul para grau de escurecimento classificado como fraco, amarelo para o grau de escurecimento classificado como normal e vermelho

para o grau de escurecimento classificado como forte (CÔRTEZ; GAMA, 2010).

#### **3.3.2.6.2 ESTABILIDADE DOS TRAÇADOS HARMÔNICOS**

A estabilidade dos traçados harmônicos está relacionada à estabilidade ou instabilidade na emissão de voz. Os traçados harmônicos apresentam-se estáveis quando contínuos, sem falhas ou interrupções, e instável quando ocorrem oscilações, falhas ou interrupções no espectrograma (CÔRTEZ; GAMA, 2010).

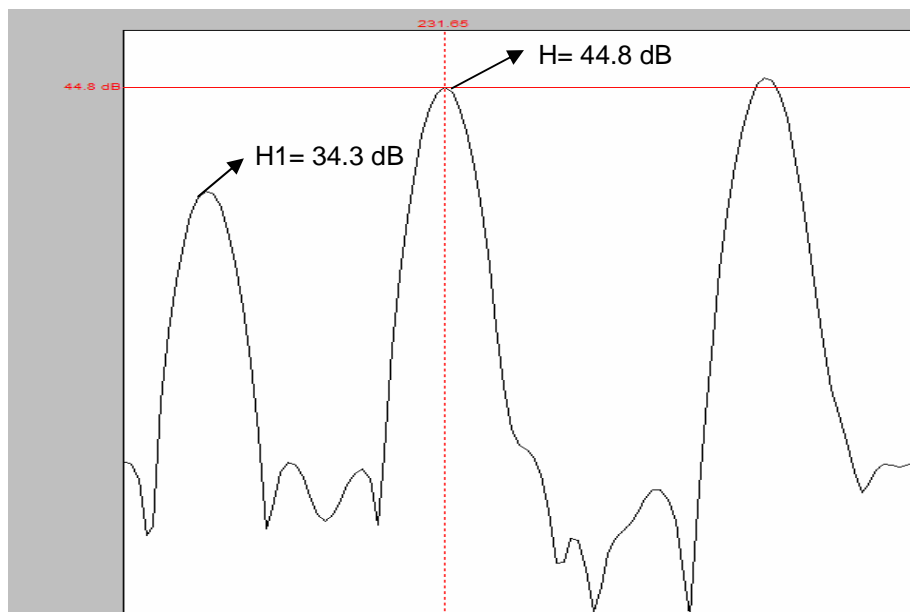
#### **3.3.2.6.3 PRESENÇA DE RUÍDO ENTRE OS HARMÔNICOS**

A presença de ruído é caracterizada por uma imagem sombreada no espectrograma, a qual corresponde à presença de ruído própria da emissão de voz. A avaliação é realizada por meio de identificação da presença ou ausência de ruído entre os harmônicos ao longo da faixa de 5.500 Hz (CÔRTEZ; GAMA, 2010).

#### **3.3.2.7 ANÁLISE VISUAL DO ESPECTRO**

A análise visual do espectro é uma avaliação quantitativa dos harmônicos que permite a visualização dos espectros extraídos de

espectrogramas de banda estreita que, por sua vez, são obtidos por meio do cálculo da transformada rápida de Fourier (FFT). Tais espectros foram gerados pelo *software* Praat, versão 5.2.17, obedecendo aos seguintes parâmetros de comprimento da janela e faixa dinâmica: 0,05 segundo e 40dB, respectivamente. Dos espectros gerados foram extraídos os valores dos dois primeiros harmônicos (em dB) para o cálculo da diferença entre o primeiro e segundo harmônicos (H1-H2). A figura 6 mostra um exemplo de espectro de uma vogal sustentada /*ɛ*/ de uma voz saudável.



**Figura 6 – Espectro de uma vogal sustentada /*ɛ*/ emitida por um homem adulto e com voz saudável. A diferença entre os harmônicos é igual a -10,5 dB.**

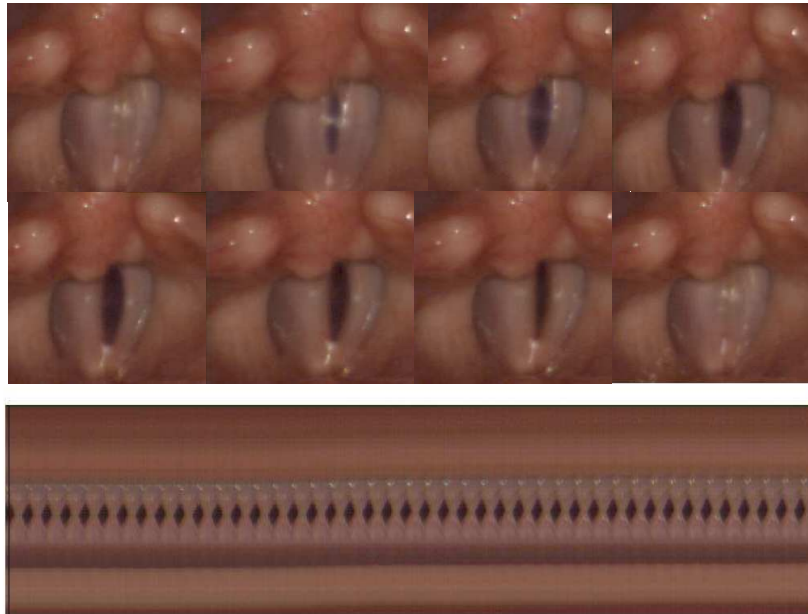
Segundo alguns autores, o resultado da diferença entre os dois primeiros harmônicos parece indicar a velocidade das forças aerodinâmicas das pregas vocais (HAMMARBERG et al, 1980), o coeficiente de contato e a velocidade de fechamento das pregas vocais (HART, 2003;). A amplitude do primeiro harmônico está relacionada com o grau de excussão lateral das pregas vocais durante a produção de voz enquanto que os harmônicos mais altos à



descontinuidade que ocorre com o impacto de contato entre as pregas vocais (HART, 2003; CORDEIRO et al, 2010).

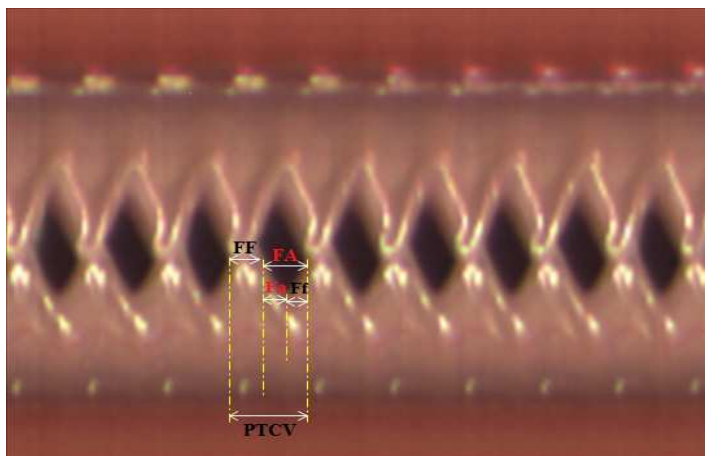
### **3.3.3 ANÁLISE DAS QUIMOGRAFIAS OBTIDAS DAS IMAGENS DE VIDEOLARINGOSCOPIA DE ALTA VELOCIDADE**

Os exames de videolaringoscopia de alta velocidade foram armazenados a uma taxa de 4000 quadros por segundo e convertidos para a extensão de arquivo .AVI. Para a obtenção das quimografias estes arquivos foram submetidos a uma rotina do *software* Matlab, onde foi realizada a marcação de uma linha no ponto mais medial das pregas vocais para a captura e justaposição sequencial dos quadros de imagens. O ponto médio da mucosa foi escolhido por possuir características que confere a maior mobilidade das pregas vocais (KURITA, 1980; HAJI et al, 1991). A figura 7 apresenta uma seqüência de quadros de imagens das vibrações de pregas vocais e a sua quimografia.



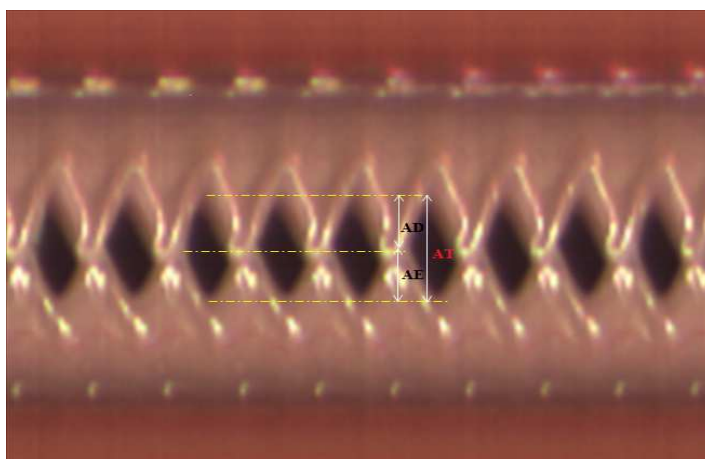
**Figura 7 –** Imagens da videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais saudáveis de um homem adulto emitindo uma vogal sustentada / $\epsilon$ /. À cima parte de uma sequência de um ciclo vibratório glótico e em baixo a quimografia obtida desta sequência.

Foi utilizando o *software* de pesquisa X-CAD para extração dos parâmetros que relatam a vibração do período fundamental das pregas vocais, são eles: fase aberta (FA), fase fechada (FF), fase de abertura (Fa), fase de fechamento (Ff) e período total do ciclo vibratório (PTCV), dado pela soma das fases: aberta e fechada. Também foram calculados os: coeficiente de abertura (OQ), o qual é definido pela relação entre FA e PTCV; coeficiente de fechamento (CQ), definido pela relação entre FF e PTCV; e coeficiente de velocidade (SQ), definido pela relação entre Fa e Ff (HIRANO, 1975). Na figura 8 estão representadas as fases do período fundamental das pregas vocais



**Figura 8 – Quimografia obtida a partir da filmagem das pregas vocais com câmara de alta velocidade. PTCV: ciclo vibratório total, FF: fase fechada, FA: fase aberta, Ff: fase de fechamento e Fa: fase de abertura.**

Também foram extraídas as amplitudes de vibração das pregas vocais, definida pelo ponto máximo de afastamento lateral e o ponto mais medial de aproximação entre elas (BLESS et al, 1987; HIRANO; BLESS, 1993). A figura 9 exemplifica a amplitude das pregas vocais.



**Figura 9 – Quimografia obtida a partir da filmagem das pregas vocais com câmara de alta velocidade. AD: amplitude da prega vocal direita, AE: amplitude da prega vocal esquerda e AT: amplitude total das pregas vocais.**

### **3.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados coletados pelas três análises realizadas neste estudo foram tabulados e tratados estatisticamente, por meio do teste t pareado com nível de significância 0,05. Trata-se de um teste paramétrico de comparação entre duas amostras relacionadas. Os dados que não passaram na normalidade ou homogeneidade foram tratados por meio do teste não paramétrico Mann-Whitney com nível de significância 0,05.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA

Para a análise perceptivo-auditiva foram avaliadas as emissões das vogais sustentadas /a/ e /ɛ/ dos momentos pré e pós-exercícios vocais. Os resultados desta avaliação para o grupo experimental G1 estão descritos nas tabelas 2 e 3. São resultados da análise inferencial e estatística dos parâmetros grau geral (GG), rugosidade (R), soprosidade (S) e tensão (T) antes e depois do exercício vocal de vibração sonorizada.

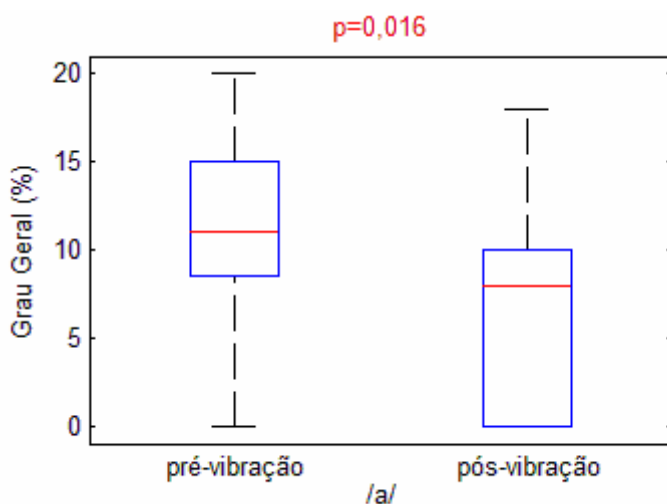
**Tabela 2.** Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /a/, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros perceptivos	GG (%)		R (%)		S (%)		T (%)	
	pré	pós	Pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>10,93</b>	<b>6,67</b>	<b>4,47</b>	<b>4,30</b>	<b>2,13</b>	<b>1,67</b>	<b>2,53</b>	<b>2,33</b>
DP	6,15	5,88	7,01	4,32	4,44	3,62	5,58	5,30
Mín	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	20,00	18,00	20,00	12,00	12,00	10,00	18,00	15,00
P-valor	<b>0,016</b>		0,16		0,75		1,00	

GG: grau geral, R: rugosidade, S: soprosidade, T: tensão.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

O grupo experimental G1 apresentou diferença significativa ao parâmetro perceptivo grau geral (GG) na análise da vogal sustentada /a/, pós-exercício de vibração sonorizada. A figura 10 apresenta o gráfico desses resultados.



**Figura 10 – Gráfico das medidas extraídas, em porcentagem, do parâmetro perceptivo Grau Geral, dos momentos pré e pós-exercício de vibração sonorizada para a vogal sustentada /a/.**

**Tabela 3.** Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín), e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /ε/, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros perceptivos	GG (%)		R (%)		S (%)		T (%)	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	Pré	pós
<b>M</b>	<b>10,73</b>	<b>6,77</b>	<b>5,13</b>	<b>4,93</b>	<b>2,00</b>	<b>0,65</b>	<b>2,80</b>	<b>2,43</b>
DP	6,64	5,98	6,72	6,66	5,28	2,58	6,41	5,16
Mín	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	20,00	15,00	16,00	19,00	15,00	10,00	20,00	15,00
P-valor	0,12		1,00		0,50		0,84	

GG: grau geral, R: rugosidade, S: soprosidade, T: tensão.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

Nas tabelas 4 e 5 estão descritos os resultados da análise descritiva e inferencial do tratamento estatístico do grupo experimental G2. São resultados dos parâmetros perceptivos: grau geral (GG), rugosidade (R), soprosidade (S) e tensão (T), coletados antes e após o exercício de som basal.

Após o exercício de som basal foi observada diferença estatística ao parâmetro Grau Geral (GG) para vogal sustentada /a/. A figura 11 apresenta os resultados para este parâmetro.

**Tabela 4.** Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /a/, antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros perceptivos	GG (%)		R (%)		S (%)		T (%)	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	Pré	pós
<b>M</b>	<b>7,30</b>	<b>2,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,00</b>	<b>2,40</b>	<b>0,70</b>	<b>2,20</b>	<b>1,20</b>
DP	7,80	4,80	2,60	0,00	5,30	2,60	5,90	3,40
Mín	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	20,00	12,00	10,00	0,00	16,50	10,00	20,00	12,00
P-valor	<b>0,046</b>		0,33		0,29		0,17	

GG: grau geral, R: rugosidade, S: soproidade, T: tensão.

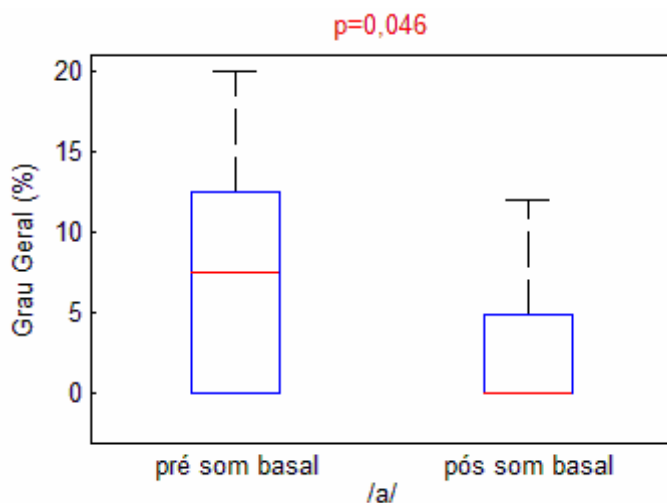
Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 5.** Porcentagem dos valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /ε/, antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros perceptivos	GG (%)		R (%)		S (%)		T (%)	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	Pré	pós
<b>M</b>	<b>9,10</b>	<b>5,50</b>	<b>2,50</b>	<b>1,10</b>	<b>1,50</b>	<b>1,20</b>	<b>4,50</b>	<b>1,40</b>
DP	8,30	7,40	5,10	3,00	4,00	3,40	8,80	3,80
Mín	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	29,00	19,00	13,50	9,50	12,50	12,00	29,00	13,50
P-valor	0,12		0,31		0,84		0,13	

GG: grau geral, R: rugosidade, S: soproidade, T: tensão.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05



**Figura 11 – Gráfico das medidas extraídas, em porcentagem, do parâmetro perceptivo Grau Geral, dos momentos pré e pós-exercício de som basal para a vogal sustentada /a/.**

Todos os participantes deste estudo apresentaram adequação do *Pitch* (sensação auditiva da frequência fundamental da voz) e *Loudness* (sensação auditiva de intensidade da voz) antes e depois dos exercícios vocais.

## 4.2 ANÁLISE ACÚSTICA

Os valores da análise acústica foram extraídos das vogais sustentadas /a/ e /ɛ/ dos momentos pré e pós-exercícios vocais. A frequência fundamental ( $F_0$ ) foi um parâmetro controlado durante as emissões vocais para eliminação de possíveis influências nas respostas dos outros parâmetros acústicos após os exercícios vocais e, portanto, não recebeu tratamento estatístico. Os resultados da análise descritiva e inferencial da comparação de medidas acústicas do grupo experimental G1 (pré e pós-exercício de vibração sonorizada) estão descritos nas tabelas 6, 7, 8 e 9.



Os resultados da análise acústica das vogais sustentadas /a/ para o grupo G1 apresentaram diferenças significativas aos parâmetros nivelamento espectral do filtro (SFF) e mobilidade glótica (GM) em mulheres. As figuras 12 e 13 apresentam os gráficos de comparação entre os momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada para vogais sustentadas /a/ em mulheres.

**Tabela 6.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por homens, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,24</b>	<b>0,21</b>	<b>1,49</b>	<b>1,10</b>	<b>-20,71</b>	<b>-21,45</b>	<b>0,46</b>	<b>0,47</b>	<b>0,39</b>	<b>0,52</b>
DP	0,08	0,05	0,46	0,42	2,23	4,14	0,09	0,09	0,09	0,16
Mín	0,14	0,13	0,94	0,49	-23,32	-26,78	0,38	0,35	0,30	0,24
Máx	0,35	0,26	2,21	1,76	-17,31	-17,94	0,62	0,58	0,56	0,69
P-valor	0,25		0,06		0,50		0,79		0,11	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 7.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,30</b>	<b>0,26</b>	<b>1,35</b>	<b>1,18</b>	<b>-18,64</b>	<b>-20,15</b>	<b>0,58</b>	<b>0,51</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>
DP	0,12	0,10	0,53	0,49	1,28	1,67	0,14	0,06	0,09	0,14
Mín	0,12	0,13	0,57	0,36	-20,09	-22,40	0,43	0,42	0,36	0,33
Máx	0,41	0,38	2,16	1,95	-17,00	-17,17	0,85	0,64	0,65	0,75
P-valor	0,12		0,21		0,01		0,04		0,93	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

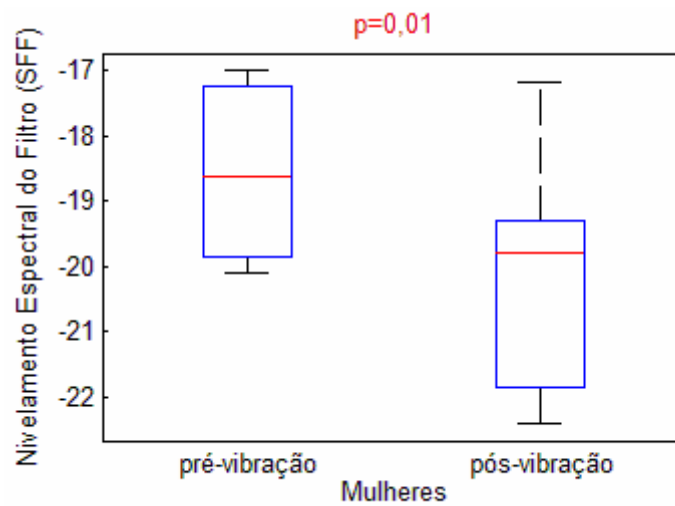


Figura 12 – Gráfico das medidas acústicas do parâmetro nivelamento espectral do filtro (SFF), extraídas de vogais sustentadas /a/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.

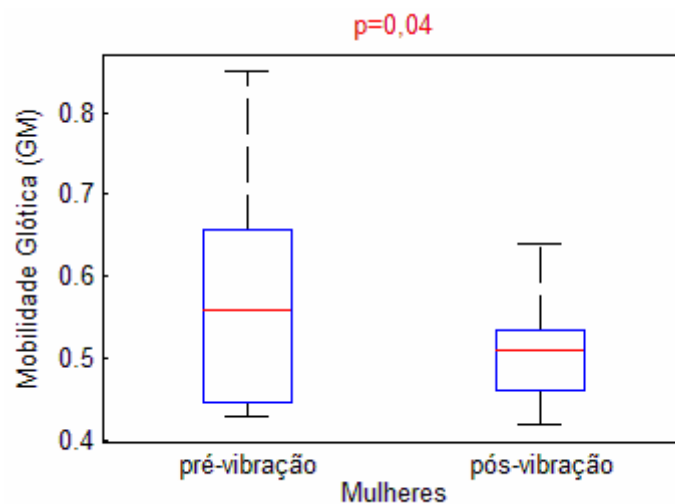


Figura 13 – Gráfico das medidas acústicas do parâmetro mobilidade glótica (GM), extraídas de vogais sustentadas /a/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.

**Tabela 8.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por homens, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetro s acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,23</b>	<b>0,20</b>	<b>1,24</b>	<b>1,27</b>	<b>-19,75</b>	<b>-19,58</b>	<b>0,55</b>	<b>0,56</b>	<b>0,41</b>	<b>0,44</b>
DP	0,06	0,05	0,50	0,41	3,07	2,84	0,12	0,10	0,10	0,13
Mín	0,14	0,14	0,69	0,62	-23,58	-23,89	0,38	0,41	0,27	0,26
Máx	0,30	0,25	1,96	1,63	-15,77	-15,54	0,72	0,67	0,54	0,65
P-valor	<b>0,018</b>		0,78		0,84		0,86		0,42	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 9.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetro s acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,32</b>	<b>0,27</b>	<b>1,24</b>	<b>1,01</b>	<b>-17,20</b>	<b>-18,94</b>	<b>0,54</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
DP	0,12	0,11	0,48	0,40	2,28	2,94	0,18	0,10	0,05	0,07
Mín	0,15	0,12	0,63	0,48	-20,60	-22,40	0,31	0,38	0,41	0,37
Máx	0,47	0,43	1,87	1,54	-14,21	-14,17	0,88	0,66	0,56	0,60
P-valor	<b>&lt;0,01</b>		<b>&lt;0,01</b>		<b>0,048</b>		0,91		0,93	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

A análise estatística das medidas acústica de vogais sustentadas /ɛ/ para o grupo experimental G1 apresentou diferenças significativas após o exercício de vibração sonorizada para o parâmetro *Jitter* em homens e aos parâmetros *Jitter*, *Shimmer* e nivelamento espectral do filtro (SFF) em mulheres. As figuras 14, 15, 16 e 17 ilustram a comparação entre os momentos pré e pós-exercício de vibração sonorizada para a vogal sustentada /ɛ/.

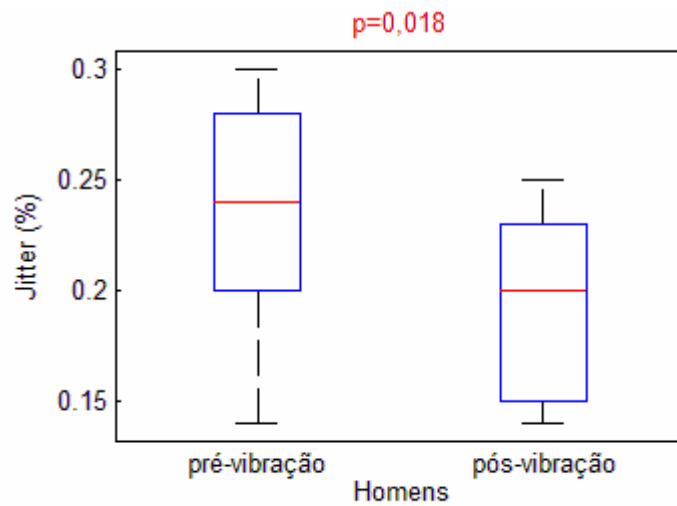


Figura 14 – Gráfico das medidas acústicas de *Jitter*, extraídas de vogais sustentadas /E/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em homens.

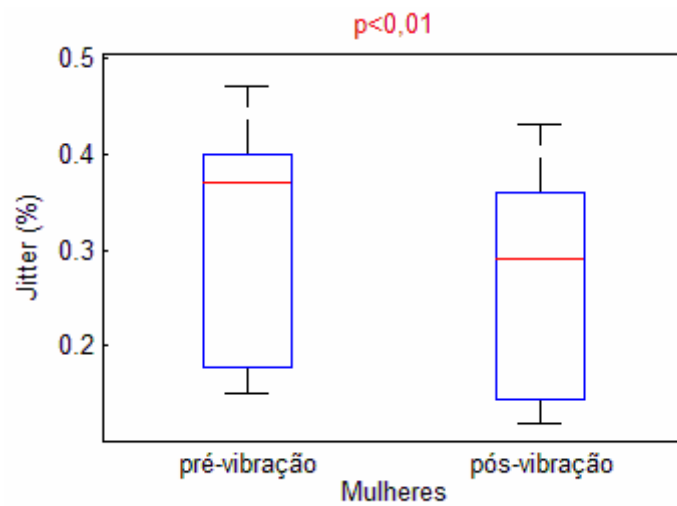


Figura 15 – Gráfico das medidas acústicas de *Jitter*, extraídas de vogais sustentadas /E/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.

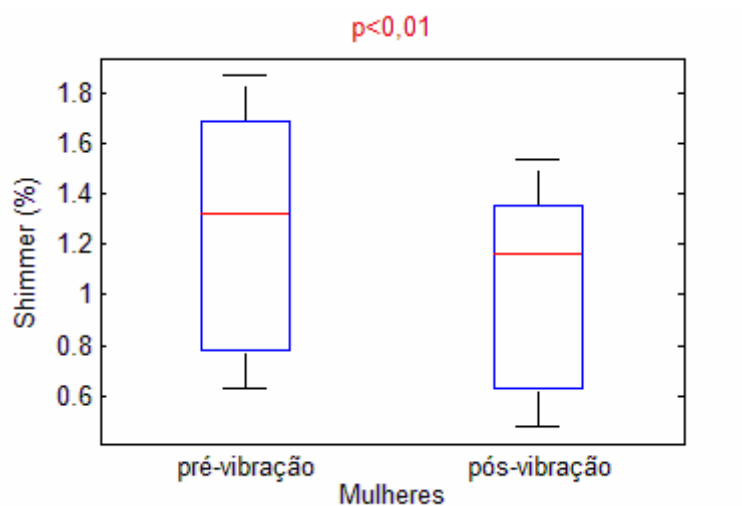


Figura 16 – Gráfico das medidas acústicas de *Shimmer*, extraídas de vogais sustentadas /ε/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.

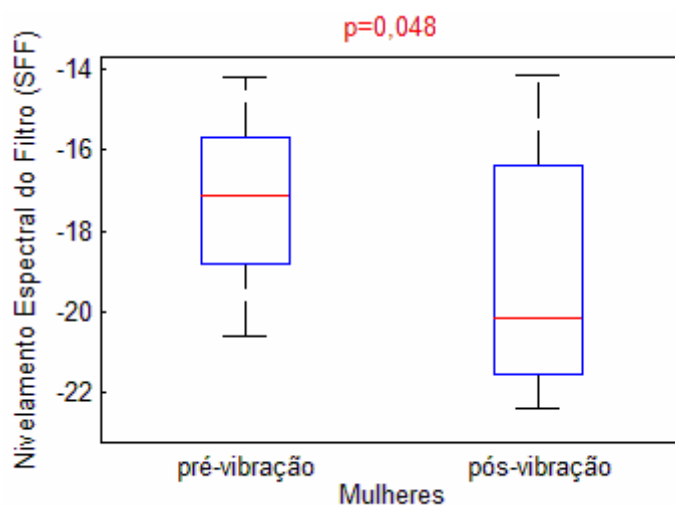


Figura 17 – Gráfico das medidas acústicas de Nivelamento Espectral do Filtro (SFF), extraídas de vogais sustentadas /ε/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada em mulheres.

Os resultados da análise descritiva e inferencial da comparação de medidas acústicas do grupo experimental G2 (pré e pós-exercício vocal de som basal) estão descritos nas tabelas 10, 11, 12 e 13.

**Tabela 10.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por homens, antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,20</b>	<b>0,17</b>	<b>1,39</b>	<b>1,33</b>	<b>-22,39</b>	<b>-21,67</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>
DP	0,05	0,03	0,50	0,55	1,17	1,95	0,10	0,21	0,16	0,16
Mín	0,14	0,13	0,94	0,81	-24,51	-25,14	0,32	0,24	0,20	0,20
Máx	0,30	0,21	2,25	2,24	-21,33	-19,65	0,59	0,78	0,65	0,68
P-valor	0,15		0,63		0,47		0,98		0,41	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 11.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /a/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	Pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>	<b>1,27</b>	<b>1,42</b>	<b>-20,39</b>	<b>-19,01</b>	<b>0,50</b>	<b>0,52</b>	<b>0,44</b>	<b>0,41</b>
DP	0,05	0,02	0,48	0,44	2,43	2,79	0,06	0,12	0,09	0,10
Mín	0,05	0,03	0,50	0,55	-24,51	-25,14	0,10	0,21	0,16	0,16
Máx	0,32	0,23	2,13	2,08	-15,92	-15,88	0,60	0,71	0,58	0,60
P-valor	0,21		0,20		0,14		0,61		0,27	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 12.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por homens, antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetro s acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>1,08</b>	<b>1,33</b>	<b>-21,22</b>	<b>-21,52</b>	<b>0,48</b>	<b>0,51</b>	<b>0,51</b>	<b>0,46</b>
DP	0,06	0,05	0,38	0,56	1,83	3,25	0,21	0,29	0,15	0,13
Mín	0,12	0,12	0,62	0,75	-23,61	-25,57	0,26	0,25	0,36	0,22
Máx	0,28	0,28	1,64	2,04	-19,08	-16,51	0,77	0,97	0,70	0,57
P-valor	0,92		0,26		0,79		0,60		0,47	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 13.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise acústica para a vogal sustentada /ɛ/, emitida por mulheres, antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	Jitter (%)		Shimmer (%)		SFF (dB)		GM		PA	
	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,20</b>	<b>0,16</b>	<b>1,23</b>	<b>1,46</b>	<b>-19,44</b>	<b>-18,47</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,43</b>	<b>0,43</b>
DP	0,06	0,04	0,64	0,68	2,37	2,05	0,17	0,10	0,04	0,07
Mín	0,06	0,05	0,38	0,56	-23,61	-25,57	0,21	0,23	0,15	0,13
Máx	0,36	0,25	2,25	2,35	-15,87	-16,18	0,78	0,50	0,52	0,55
P-valor	<b>&lt;0,01</b>		<b>0,07</b>		0,15		0,96		0,96	

SFF: Nivelamento espectral do filtro, GM: mobilidade glótica, PA: amplitude do pitch.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

A análise acústica de vogais sustentadas /ɛ/ apresentou diferença significativa após o exercício de som basal para *Jitter* em mulheres. A figura 18 apresenta o gráfico dessa comparação do *Jitter* entre os momentos pré e pós-exercício de som basal.

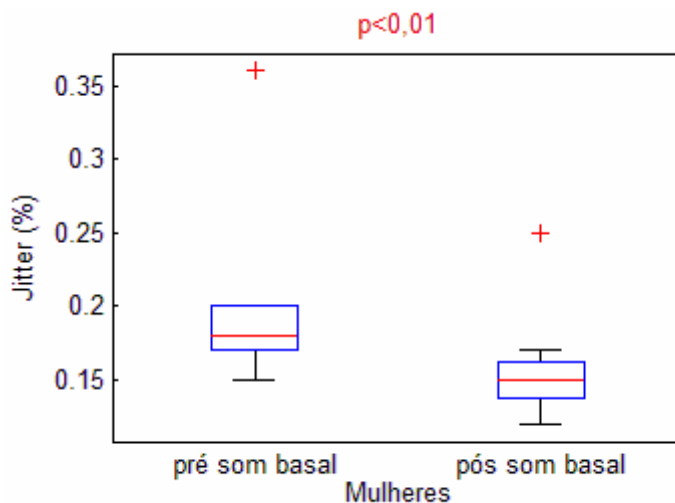


Figura 18 – Gráfico das medidas acústicas de *Jitter*, extraídas de vogais sustentadas /ε/ nos momentos pré e pós-exercício vocal de som basal em mulheres.

#### 4.2.1 ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA

Os resultados da avaliação espectrográfica pré e pós-exercícios vocais estão apresentados nas tabelas 14 e 15, nelas estão descritos os valores da análise espectrográfica e o p-valor da análise estatística de cada parâmetro estudado para o grupo experimental G1. Os resultados apresentados descrevem o comportamento vocal da amostra no momento pós-exercício de vibração sonorizada.

**Tabela 14.** Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada da vogal sustentada /a/.

Parâmetros	Maior		igual		menor		P-valor
	N	%	N	%	N	%	
Grau de escurecimento dos harmônicos	1	6,67	13	86,67	1	6,67	0,98
Estabilidade dos traçados harmônicos	3	20,00	11	77,33	1	6,67	0,49
Presença de ruído entre os harmônicos	2	13,33	9	60,00	4	26,67	0,52

N: número de amostras.

Teste estatístico: Mann-Whitney, com nível de significância 0,05



**Tabela 15.** Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada da vogal sustentada /ɛ/.

Parâmetros	Maior		igual		menor		P-valor
	N	%	N	%	N	%	
Grau de escurecimento dos harmônicos	2	13,33	9	60,00	4	26,67	0,47
Estabilidade dos traçados harmônicos	1	6,67	10	66,67	4	26,67	0,28
Presença de ruído entre os harmônicos	2	13,33	7	46,67	6	40,00	0,12

N: número de amostras.

Teste estatístico: Mann-Whitney, com nível de significância 0,05

Os valores da análise espectrográfica para o grupo experimental G2 estão descritos nas tabelas 16 e 17. Os resultados apresentam o comportamento vocal da amostra após o exercício de som basal. Foi observada diferença significativa ao parâmetro presença de ruído entre os harmônicos após o exercício vocal de som basal em vogais sustentadas /ɛ/.

**Tabela 16.** Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de som basal da vogal sustentada /a/.

Parâmetros	Maior		igual		menor		P-valor
	N	%	N	%	N	%	
Grau de escurecimento dos harmônicos	2	13,33	9	60,00	4	26,67	0,40
Estabilidade dos traçados harmônicos	2	13,33	10	66,67	3	20,00	0,74
Presença de ruído entre os harmônicos	2	13,33	5	33,33	8	53,34	0,12

N: número de amostras.

Teste estatístico: Mann-Whitney, com nível de significância 0,05

**Tabela 17.** Comparação da análise espectrográfica entre os momentos pré e pós-exercício vocal de som basal da vogal sustentada /ɛ/.

Parâmetros	Maior		igual		menor		P-valor
	N	%	N	%	N	%	
Grau de escurecimento dos harmônicos	0	-	12	80,00	3	20,00	0,31
Estabilidade dos traçados harmônicos	1	6,67	11	73,33	3	20,00	0,49
Presença de ruído entre os harmônicos	1	6,67	6	40,00	8	53,33	0,02

N: número de amostras.

Teste estatístico: Mann-Whitney, com nível de significância 0,05

#### 4.2.2 ANÁLISE VISUAL DO ESPECTRO

Os resultados descritivos e inferencial da análise visual do espectro (H1-H2) avaliados pré e pós-exercícios vocais para os grupos experimentais G1 e G2 estão apresentados nas tabelas 18, 19, 20 e 21. Não foi observada diferença estatística para a análise.

**Tabela 18.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /a/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

H1-H2	Homens		Mulheres	
	pré	Pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,22</b>	<b>2,18</b>	<b>2,17</b>	<b>1,51</b>
DP	3,27	2,59	2,29	2,62
Mín	-3,70	-1,70	0,00	-2,90
Máx	4,10	4,90	7,90	6,10
P-valor	0,12		0,31	

H1-H2: diferença entre os dois primeiros harmônicos.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 19.** Valores médios (M), mínimos (Mín), desvios-padrão (DP), máximos (Máx) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /ε/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

H1-H2	Homens		Mulheres	
	pré	Pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>-1,28</b>	<b>-1,88</b>	<b>-1,64</b>	<b>-1,81</b>
DP	2,18	7,36	5,30	6,14
Mín	-3,60	-13,80	-10,50	-13,70
Máx	2,00	9,40	4,70	4,40
P-valor	0,83		0,98	

H1-H2: diferença entre os dois primeiros harmônicos.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 20.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /a/ antes e depois do exercício de som basal.

H1-H2	Homens		Mulheres	
	pré	Pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>2,25</b>	<b>1,85</b>	<b>-0,46</b>	<b>-0,41</b>
DP	2,71	2,13	7,03	4,50
Mín	-0,20	0,40	-14,20	-9,90
Máx	7,20	5,10	7,80	5,40
P-valor	0,72		0,99	

H1-H2: diferença entre os dois primeiros harmônicos.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 21.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), máximos (Máx), mínimos (Mín) e p-valores da análise visual do espectro para a vogal sustentada /ɛ/ antes e depois do exercício de som basal.

H1-H2	Homens		Mulheres	
	pré	Pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>-0,72</b>	<b>-0,88</b>	<b>-2,43</b>	<b>-0,13</b>
DP	3,74	2,33	7,03	4,97
Mín	-8,10	5,30	-14,00	-10,70
Máx	2,50	1,00	7,50	5,10
P-valor	0,83		0,20	

H1-H2: diferença entre os dois primeiros harmônicos.

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

#### 4.3 ANÁLISE DAS QUIMOGRAFIAS OBTIDAS DE VIDEOLARINGOSCOPIAS EM ALTA VELOCIDADE

Para esta análise, foram obtidas as quimografias a partir dos exames de videolaringoscopias em alta velocidade. Os valores foram extraídos das vogais sustentadas /ɛ/ emitidas durante o exame. Também nesta análise a frequência fundamental ( $F_0$ ) não recebeu tratamento estatístico, pois foi um parâmetro controlado entre os momentos pré e pós-exercícios vocais com intuito de

proporcionar as mesmas condições às pregas vocais entre as emissões das vogais sustentadas /É/ durante o exame de videolaringoscopia.

Os resultados descritivos e da análise estatística para as fases do período fundamental do grupo experimental G1 estão descritos nas tabelas 22 e 23.

**Tabela 22.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /É/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros acústicos	FF		FA		Ff		Fa	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>3,20</b>	<b>2,71</b>	<b>3,81</b>	<b>4,00</b>	<b>1,74</b>	<b>2,19</b>	<b>2,22</b>	<b>1,93</b>
DP	0,87	1,23	1,62	1,75	0,91	1,01	0,97	0,93
Mín	2,50	2,41	2,04	2,13	0,84	1,30	1,20	0,93
Máx	4,50	5,00	5,70	6,00	3,50	3,88	3,38	3,25
P-valor	0,21		0,06		0,08		0,06	

FF: fase fechada; FA; fase aberta; Ff: fase de fechamento e Fa: fase de abertura  
Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

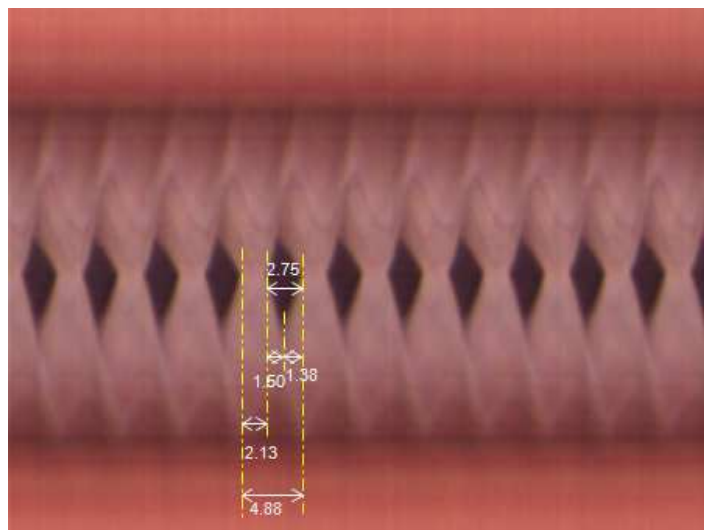
**Tabela 23.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /É/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros acústicos	FF		FA		Ff		Fa	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>2,42</b>	<b>2,01</b>	<b>3,08</b>	<b>3,45</b>	<b>1,49</b>	<b>1,89</b>	<b>1,59</b>	<b>1,77</b>
DP	0,99	1,29	1,09	1,14	0,81	0,91	0,33	0,69
Mín	0,92	0,83	1,83	1,67	0,50	0,84	1,20	0,83
Máx	4,60	5,00	5,70	5,88	3,50	3,88	2,20	3,00
P-valor	0,046		0,05		0,026		0,36	

FF: fase fechada; FA; fase aberta; Ff: fase de fechamento e Fa: fase de abertura  
Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

Após o exercício de vibração sonorizada, foi observado maior diferença estatística ao parâmetro fase fechada (FF), e diferença significativa ao parâmetro fase de fechamento (Ff), em pregas vocais femininas. As figuras 19,

20, 21 e 22 ilustram os resultados da fase de fechamento de pregas vocais femininas extraídos de quimografias obtidas de videolaringoscopia de alta velocidade.



**Figura 19 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pré-exercício de vibração sonorizada.**

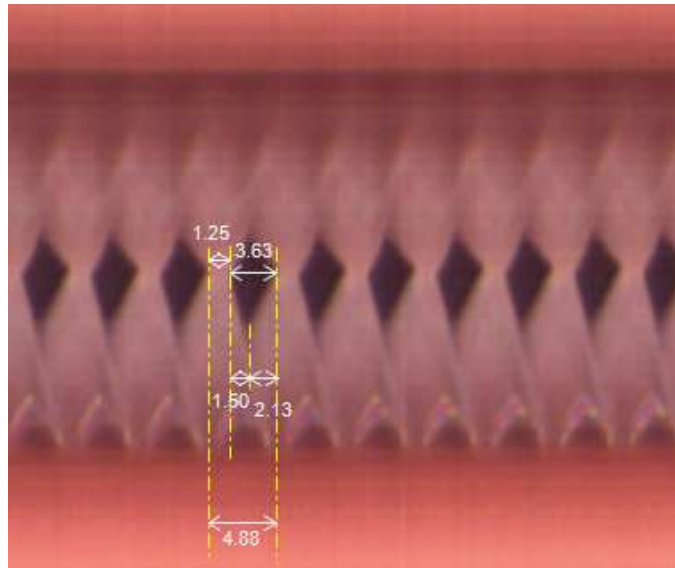


Figura 20 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pós-exercício de vibração sonorizada.

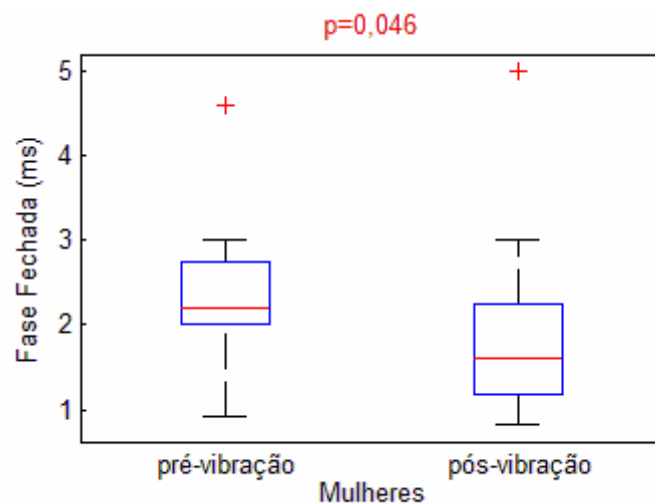
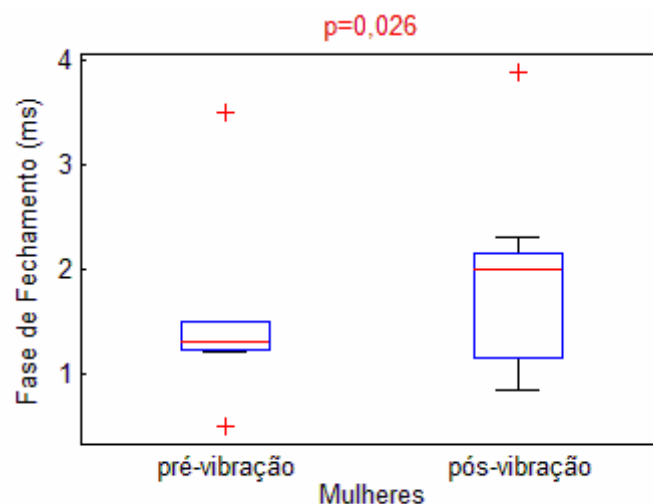


Figura 21 – Gráfico das medidas de fase de fechada extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.



**Figura 22 – Gráfico das medidas de fase de fechamento extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.**

Segundo autores (HIRANO; BLESS, 1993; CRONEMBERG, 1999; CHEN; ROBB; GILBERT, 2002; BEHLAU et al, 2005; BOLZAN; CIELO; BRUM, 2008; BRUM et al, 2010 e CIELO et al 2011), durante a emissão do som basal as pregas vocais, observadas em videoestroboscopia, abrem e fecham duas vezes em rápidas sucessões e, após, assumem a posição de fase fechada (FF) por um período mais longo.

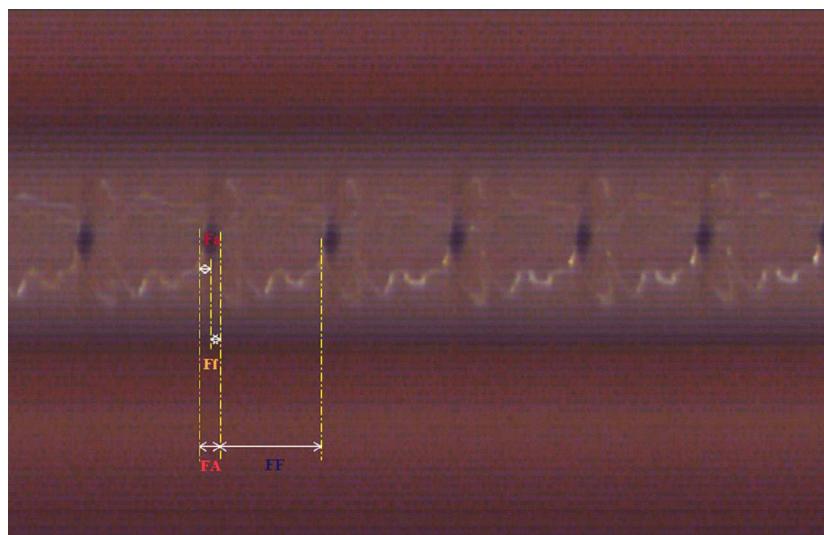
Com o intuito de verificar a fisiologia das pregas vocais durante a emissão do som basal, um exame de videolaringoscopia em alta velocidade da emissão do som basal foi gravado para posterior observação. Encontramos as pregas vocais se abrindo e fechando rapidamente em uma única e extremamente curta fase aberta (FA), para então, assumir a posição de fase fechada (FF) por um período mais longo. As figuras 23 e 24 apresentam, respectivamente, o ciclo vibratório e a quimografia das pregas vocais saudáveis de uma mulher adulta emitindo o som basal.

A imagem de quimografia permite, ainda, observarmos a excursão lateral da mucosa das pregas vocais, mostrando uma movimentação que parece ser ampla, porém irregular, o que está de acordo com alguns autores, que descrevem as medidas de variação da frequência e amplitude apresentando-se, significativamente, maiores durante a emissão do som basal (CRONEMBERG, 1999; BEHLAU et al, 2005; BRUM et al, 2010; CIELO et al 2011).



**Figura 23 – Sequência de imagens das pregas vocais de uma mulher adulta emitindo o som basal. Durante a emissão do som basal a mucosa das pregas vocais apresentam-se encurtadas devido à máxima contração dos músculos tireoaritenóideos e o relaxamento dos músculos cricoaritenóideos. O comportamento vibratório apresenta tempo fases: aberta e de abertura reduzidos, com fases: fechada e de fechamento elevados.**





**Figura 24** – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por gravação de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais saudáveis de uma mulher adulta emitindo o som basal.

Após o exercício vocal de som basal, a análise estatística encontrou diferença significativa para o parâmetro fase de fechamento em pregas vocais masculina. As tabelas 24 e 25 apresentam os resultados descritivos e da análise estatística para as fases do período fundamental do grupo experimental G2, e as figuras 25, 26 e 27 ilustram destes resultados.

**Tabela 24.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /É/ antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	FF		FA		Ff		Fa	
	pré	pós	pré	pós	Pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>3,84</b>	<b>3,87</b>	<b>3,98</b>	<b>3,84</b>	<b>2,20</b>	<b>1,83</b>	<b>1,79</b>	<b>2,01</b>
DP	0,93	0,87	1,05	0,91	0,72	0,65	0,48	0,44
Mín	3,15	2,50	2,42	2,75	1,17	0,75	1,20	1,50
Máx	5,70	5,10	5,40	5,40	3,30	2,80	2,40	2,60
P-valor	0,93		0,33		<b>0,026</b>		0,21	

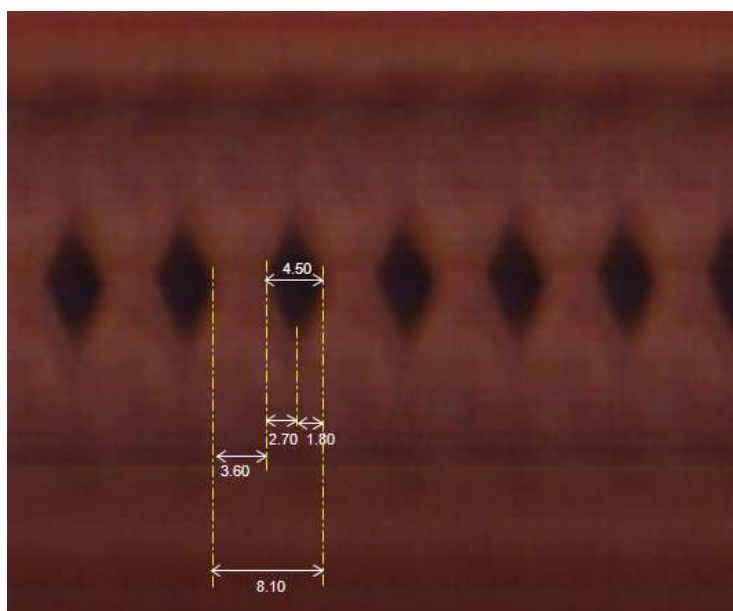
FF: fase fechada; FA; fase aberta; Ff: fase de fechamento e Fa: fase de abertura

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

**Tabela 25.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores das fases do período fundamental de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ε/ antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	FF		FA		Ff		Fa	
	pré	pós	pré	pós	Pré	pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>2,41</b>	<b>2,62</b>	<b>2,55</b>	<b>2,39</b>	<b>1,18</b>	<b>1,08</b>	<b>1,41</b>	<b>1,26</b>
DP	0,45	0,34	0,55	0,59	0,37	0,28	0,26	0,38
Mín	1,70	2,02	1,70	1,50	0,53	0,65	1,00	0,57
Máx	2,92	3,10	3,17	3,37	1,60	1,54	1,75	1,60
P-valor	0,13		0,29		0,35		0,13	

FF: fase fechada; FA; fase aberta; Ff: fase de fechamento e Fa: fase de abertura  
 Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05



**Figura 25 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais masculinas do momento pré-exercício de som basal.**

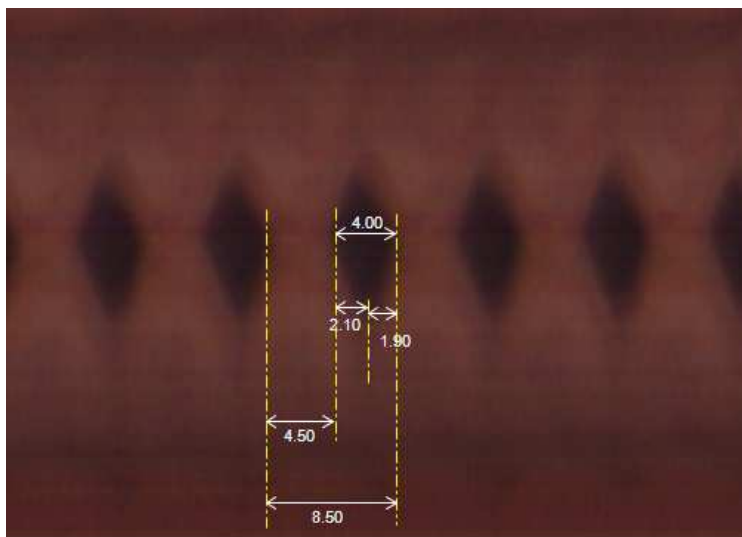


Figura 26 – Fases extraídas do período fundamental de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais masculinas do momento pós-exercício de som basal.

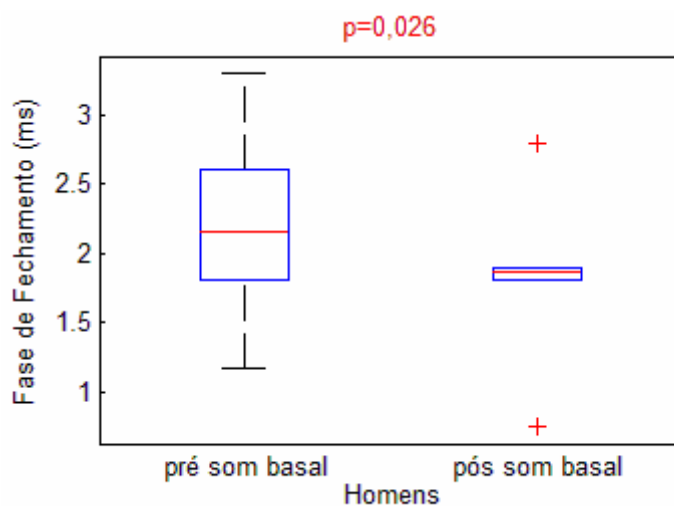


Figura 27 – Gráfico das medidas de fase de fechamento extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de som basal, em pregas vocais masculinas.

Os resultados descritivos e da análise estatística apresentados pelo grupo experimental G1, de coeficientes de abertura (OQ); de fechamento (CQ)

e de velocidade (SQ), assim como os resultados da amplitude total das pregas vocais, estão descritos nas tabelas 26 e 27.

**Tabela 26.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /ε/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros acústicos	OQ		CQ		SQ		Amplitude	
	pré	pós	pré	pós	Pré	pós	pré	Pós
<b>M</b>	<b>0,53</b>	<b>0,55</b>	<b>0,40</b>	<b>0,37</b>	<b>1,48</b>	<b>1,31</b>	<b>27,39</b>	<b>33,44</b>
DP	0,19	0,20	0,15	0,15	0,91	1,18	4,79	7,84
Mín	0,46	0,47	0,35	0,34	1,00	0,54	20,00	21,34
Máx	0,79	0,82	0,62	0,64	3,80	4,52	34,20	41,20
P-valor	0,15		0,10		<b>0,048</b>		0,14	

OQ: coeficiente aberto; CQ: coeficiente fechado; SQ: coeficiente de velocidade

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

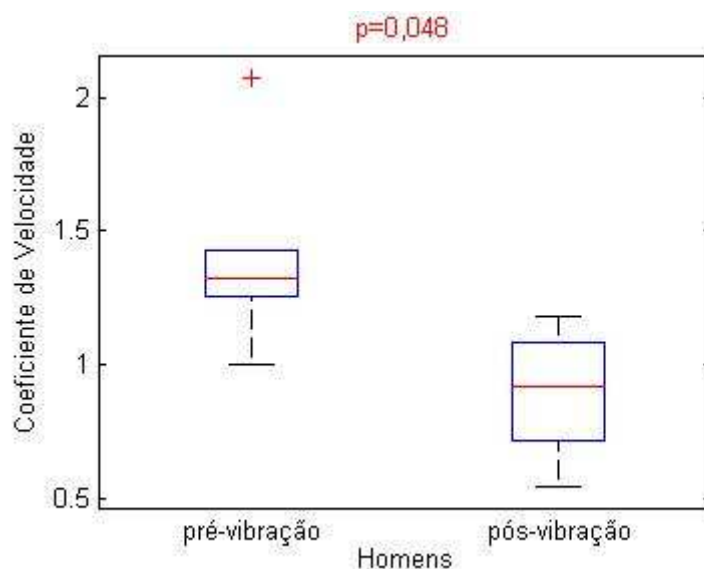
**Tabela 27.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ε/ antes e depois do exercício de vibração sonorizada.

Parâmetros acústicos	OQ		CQ		SQ		Amplitude	
	pré	pós	pré	pós	Pré	Pós	pré	Pós
<b>M</b>	<b>0,56</b>	<b>0,63</b>	<b>0,44</b>	<b>0,35</b>	<b>1,25</b>	<b>1,08</b>	<b>28,81</b>	<b>38,34</b>
DP	0,11	0,13	0,11	0,15	0,56	0,66	5,28	8,19
Mín	0,38	0,36	0,21	0,18	0,63	0,60	17,85	29,33
Máx	0,79	0,82	0,62	0,64	2,66	2,63	34,80	52,80
P-valor	<b>0,049</b>		<b>0,029</b>		0,57		<b>&lt;0,01</b>	

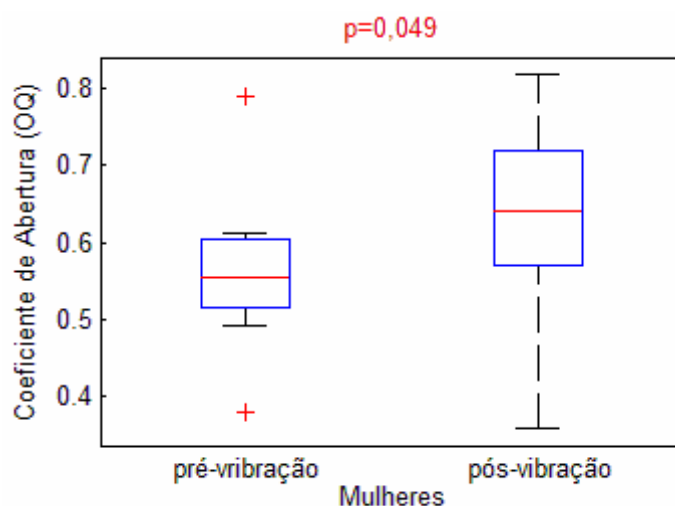
OQ: coeficiente aberto; CQ: coeficiente fechado; SQ: coeficiente de velocidade

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

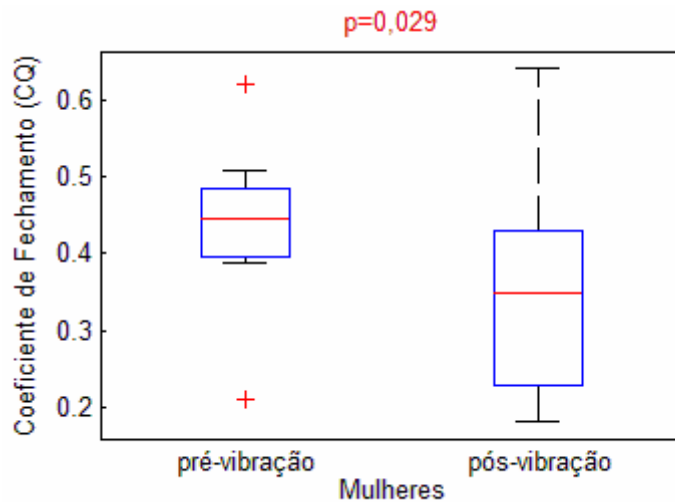
Após o exercício de vibração sonorizada o grupo experimental G1 apresentou diferenças significativas de coeficientes principalmente em pregas vocais femininas. As figuras 28, 29 e 30 ilustram os resultados estatísticos destes parâmetros.



**Figura 28 – Gráfico das medidas de coeficiente de velocidade, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais masculinas.**

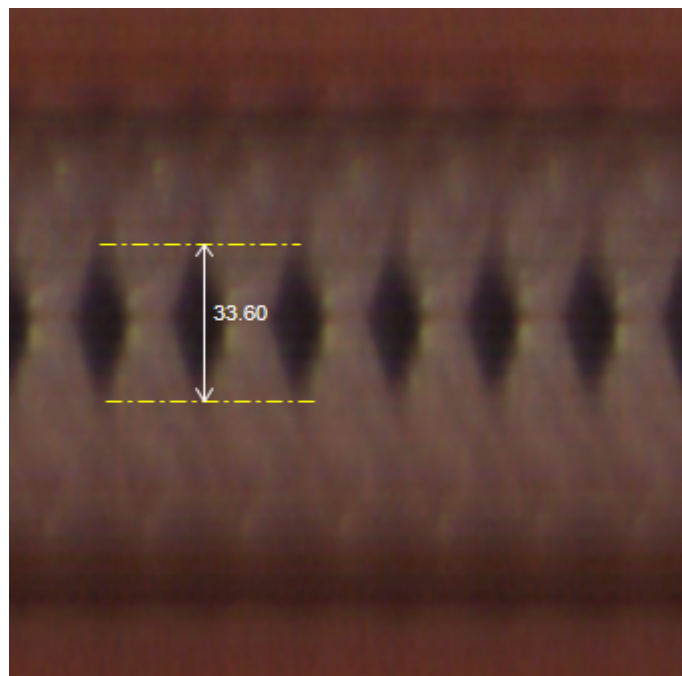


**Figura 29 – Gráfico das medidas de coeficiente de abertura, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.**

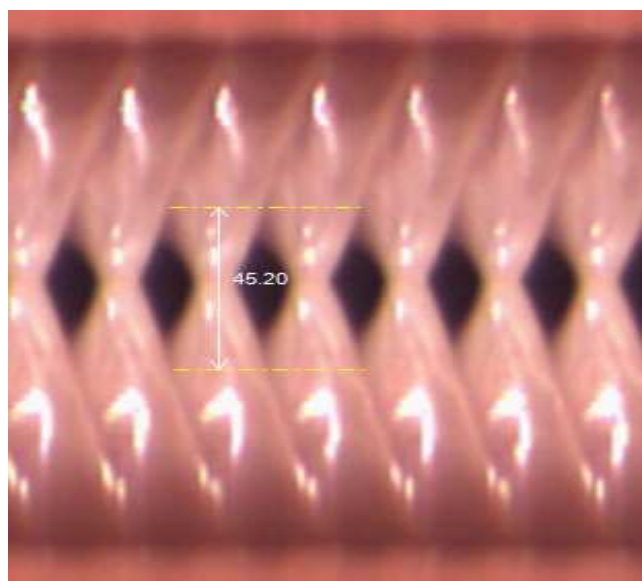


**Figura 30 – Gráfico das medidas de coeficiente de fechamento, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.**

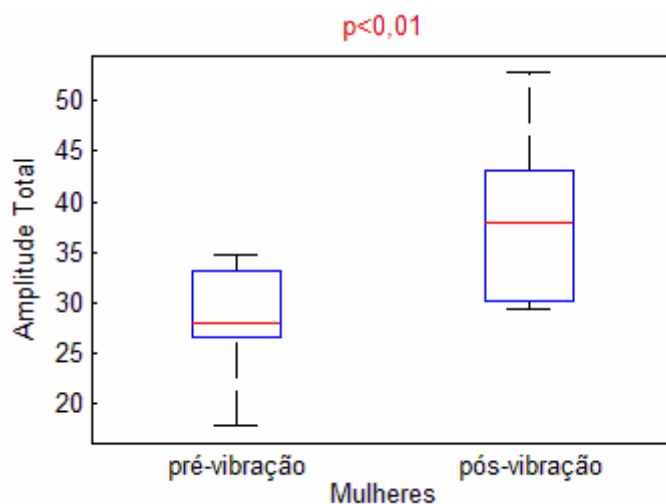
A amplitude de pregas vocais femininas apresentou diferenças significativas após o exercício de vibração sonorizada. As figuras 31 e 32 exemplificam a amplitude em pregas vocais femininas antes e depois das vibrações sonorizadas, e a figura 33 ilustra os resultados estatísticos deste parâmetro.



**Figura 31 – Amplitudes extraídas de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pré-exercício de vibração sonorizada.**



**Figura 32 – Amplitudes extraídas de uma quimografia obtida por meio de videolaringoscopia em alta velocidade das pregas vocais femininas do momento pós-exercício de vibração sonorizada.**



**Figura 33 – Gráfico das medidas de amplitudes totais, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.**

O grupo experimental G2 não apresentou mudanças após o exercício de som basal tanto para os parâmetros de coeficientes, como para a amplitude total das pregas vocais em ambos os gêneros. Os resultados estão descritos nas tabelas 28 e 29.

**Tabela 28.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais masculinas, extraídos de vogais sustentadas /ε/ antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	OQ		CQ		SQ		Amplitude	
	pré	pós	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,49</b>	<b>0,50</b>	<b>0,86</b>	<b>1,27</b>	<b>81,94</b>	<b>104,58</b>
DP	0,10	0,07	0,10	0,07	0,25	0,71	27,92	54,68
Mín	0,37	0,40	0,39	0,39	0,55	0,79	33,00	32,50
Máx	0,63	0,63	0,63	0,67	1,71	2,67	113,63	194,00
P-valor	0,81		0,81		0,16		0,24	

OQ: coeficiente aberto; CQ: coeficiente fechado; SQ: coeficiente de velocidade

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05



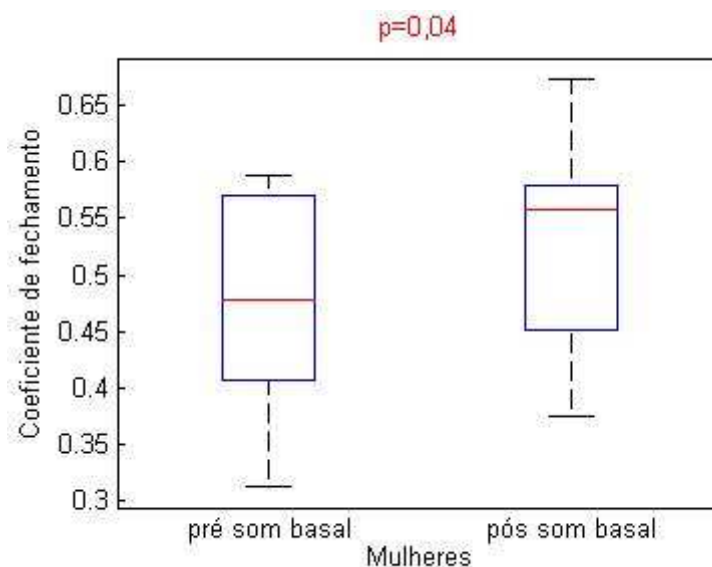
**Tabela 29.** Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores de coeficientes e de amplitudes totais de pregas vocais femininas, extraídos de vogais sustentadas /ε/ antes e depois do exercício de som basal.

Parâmetros acústicos	OQ		CQ		SQ		Amplitude	
	pré	pós	pré	pós	Pré	Pós	pré	pós
<b>M</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,47</b>	<b>0,53</b>	<b>1,22</b>	<b>1,23</b>	<b>84,31</b>	<b>105,19</b>
DP	0,09	0,09	0,10	0,09	0,45	0,52	34,47	49,26
Mín	0,37	0,37	0,31	0,37	0,60	0,53	28,50	29,50
Máx	0,67	0,63	0,58	0,67	2,21	2,46	141,00	202,00
P-valor	0,26		<b>0,04</b>		0,96		0,20	

OQ: coeficiente aberto; CQ: coeficiente fechado; SQ: coeficiente de velocidade

Teste estatístico: t pareado, com nível de significância 0,05

O Coeficiente de fechamento de pregas vocais femininas apresentou diferenças significativas após o exercício de som basal. A figura 34 exemplifica estes resultados.



**Figura 34 – Gráfico das medidas de coeficiente de fechamento, extraídas das quimografias de alta velocidade, nos momentos pré e pós-exercício vocal de vibração sonorizada, em pregas vocais femininas.**

## 7 DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de identificar os efeitos imediatos de exercícios vocais na qualidade vocal e em pregas vocais de indivíduos saudáveis. Para tanto, o estudo utilizou as ferramentas de avaliação: análise perceptivo-auditiva, análise acústica computadorizada e quimografia obtida de videolaringoscopia de alta velocidade.

Foram investigados, em ambos os gêneros, os efeitos imediatos dos exercícios de vibração sonorizada e de som basal. A técnica de vibração sonorizada é amplamente utilizada na clínica fonoaudiológica para o ajuste adequado de vozes patológicas ou treinamento vocal, sendo seus efeitos facilmente percebidos pelo ouvido do clínico e paciente (BEHLAU et al, 2005; AZEVEDO et al, 2010). O som basal é uma técnica indicada no tratamento de diversas alterações vocais (CIELO et al, 2011), porém, apresenta inúmeras divergências entre profissionais e pesquisadores, tanto nos aspectos fisiológicos e acústico-perceptivos como em suas terminologias (CRONEMBERGER, 1999).

Na análise perceptivo-auditiva o grau geral (GG) pareceu ser o mais sensível dos parâmetros perceptivos para identificar efeitos positivos na qualidade vocal dos participantes desta pesquisa. Os resultados desta análise apresentam diminuição dos valores médios para a maioria dos parâmetros avaliados após a aplicação dos exercícios vocais, tanto em vogais sustentadas /a/ como /ɛ/. Após a aplicação da técnica de vibração sonorizada, o grupo experimental G1 apresentou diminuição significativa ao parâmetro grau geral ( $p=0,016$ ) em vogais sustentadas /a/. Comportamentos semelhantes foram alcançados por pesquisas que estudaram a técnica de vibrações sonorizadas em mulheres com vozes saudáveis ou disfônicas (MENEZES; DRUPAT; COSTA, 2010; PEREIRA et al, 2011).

Uma pesquisa que investigou o tempo adequado de duração das vibrações sonorizadas, recomenda a técnica por três minutos para mulheres e

cinco minutos para homens (MENEZES; DRUPAT; COSTA, 2005). Em nosso estudo, consideramos o tempo recomendado acima e os resultados da análise perceptivo-auditiva concordaram com os da literatura.

Não foram encontradas recomendações de tempo para a realização da técnica de som basal na literatura. Com o intuito de evitar a fadiga muscular, devido a forte contração do músculo tireoaritenóideo durante a emissão do som basal, nosso estudo partiu de uma experiência *in loco* e considerou o tempo de um minuto para cada participante, independente do gênero. Após a emissão do som basal, o grupo experimental G2 apresentou diminuição dos valores médios em todos os parâmetros perceptivos para ambas vogais estudadas, sendo que a vogal sustentada /a/ apresentou a maior diferença após o exercício vocal ( $p=0,046$ ) para o parâmetro grau geral.

A análise acústica apresentou comportamentos semelhantes entre as vogais estudadas, mas divergentes entre os exercícios vocais em grande parte dos parâmetros acústicos. Os valores médios de *Jitter* e *Shimmer* diminuíram após o exercício de vibração sonorizada, sendo que os resultados de *Jitter* em vogais sustentadas /ɛ/ apresentou diferença significativa para ambos os gêneros ( $p=0,018$  para homens e  $p<0,01$  para mulheres); e a medida acústica de *Shimmer* apresentou maior diferença estatística para vozes masculinas ( $p=0,06$ ) em vogais sustentadas /a/, além de mudanças significativas para vozes femininas ( $p<0,01$ ) em vogais sustentadas /ɛ/.

Os resultados acima citados concordam com um estudo que comparou os parâmetros acústicos da emissão vocal de 20 atores profissionais, antes e depois do exercício de vibração sonorizada e encontrou como efeito do exercício a diminuição do *Jitter* (GUBERFAIN; MILLER, SARVAT, 1999), e com outro estudo que utilizou vibrações sonorizadas nas técnicas de preparação vocal de 32 vozes femininas saudáveis, encontrando decréscimos significativos destes parâmetros (PEREIRA et al 2011). Por outro lado, nossos resultados divergem de estudos semelhantes que não encontraram mudanças

significativas nas medidas de perturbação após vibrações sonorizadas de língua (SCHWARZ; CIELO, 2009; AZEVEDO et al 2010; MENEZES; DRUPAT; COSTA, 2010).

Após o exercício de som basal, a medida acústica *Jitter* diminuiu seus valores médios com diferença significativa à vogal sustentada /É/ em mulheres ( $p < 0,01$ ). A busca na literatura encontrou estudos de casos que relatam efeitos da emissão do som basal em vozes saudáveis ou disfonias. Um estudo de casos avaliando a voz saudável de cinco mulheres adultas encontrou manutenção da medida coeficiente de perturbação do pitch (PPQ), nosso análogo *Jitter*, como resultado predominante após o som basal (BRUM et al, 2010). Outro estudo de casos encontrou aumento do *Jitter* após o som basal na avaliação do efeito da técnica em duas mulheres adultas com fendas glóticas em ampulheta (BOLZAN; CIELO; BRUM, 2008). Nossos achados não concordam com os apresentados pela literatura até o momento.

Os valores médios de *Shimmer* aumentaram após o exercício de som basal, indicando maior diferença para vogais sustentadas /É/ ( $p = 0,07$ ) em vozes femininas. Estes resultados convergem com a literatura que apontam como efeito fisiológico durante e após a emissão do som basal, o aumento das medidas de perturbação, tanto da amplitude como da frequência (BOLZAN; CIELO; BRUM, 2008; CIELO et al, 2011).

De modo geral, os resultados de *Jitter* e *Shimmer* do presente estudo sugerem, como efeitos imediatos dos exercícios vocais, menor perturbação média do sinal de voz com relação à variação da frequência e amplitude, com exceção da variação de amplitude após a aplicação do som basal. Porém, são necessárias mais pesquisas com maior número da amostra para a corroboração destes achados.

Após os exercícios vocais, o grupo experimental G1 apresentou valores médios diminuídos ao parâmetro Nivelamento Espectral do Filtro (SFF) em vozes femininas, tanto em vogais sustentadas /a/ ( $p = 0,01$ ) como /É/ ( $p = 0,048$ ).

Os resultados deste parâmetro para o grupo experimental G2 apresentaram aumento dos valores médios após a emissão do som basal, no entanto, as mudanças são irrelevantes para o grupo.

O Nivelamento Espectral do Filtro (SFF) está relacionado ao uso adequado do trato vocal durante a emissão de voz, seus valores são negativos e devem estar longe de 0dB em vozes saudáveis (SANTOS et al, 2005). O decréscimo dos valores médios deste parâmetro sugere maior adequação do trato vocal na emissão de voz. Nesta pesquisa, os achados indicam essa adequação em vozes femininas após a técnica de vibrações sonorizadas.

A Mobilidade Glótica (GM) apresentou decréscimos de seus valores médios após as vibrações sonorizadas, com mudança significativa para vogais sustentadas /a/ em vozes femininas ( $p=0,04$ ). Segundo Titze (2006), a preparação vocal pode prevenir lesões de pregas vocais por promover produção de voz com mínimo esforço e máxima eficácia e, acrescenta ainda que, os exercícios de trato vocal semi-ocluído, como é o caso das vibrações sonorizadas, promovem esta adução suave das pregas vocais. Neste estudo, os resultados de mobilidade glótica (GM) sugerem o efeito descrito por Titze (2006) pelo contato suave entre as pregas vocais na produção eficiente de voz feminina após as vibrações sonorizadas.

Nas amostras vocais masculinas de ambas vogais estudadas a mobilidade glótica (GM) apresentou discreto aumento dos valores médios após as vibrações sonorizadas. Estes resultados necessitam de melhor investigação com a realização de pesquisas aumentando o número da amostra.

Não foram observadas mudanças relevantes da mobilidade glótica (GM) após o exercício de som basal, tanto para o gênero como para as vogais sustentadas. Houve discreto aumento dos valores médios em vogais sustentadas /a/ de vozes femininas e em vogais sustentadas /ɛ/ de vozes masculinas. Este comportamento sugeriria aumento do coeficiente de contato das pregas vocais para produção de voz após a emissão do som basal, tal

efeito concordaria com o que foi visto na fisiologia do exercício durante sua execução (figuras 23 e 24), no entanto a falta de corroboração estatística sugere que o tempo escolhido para a aplicação do som basal, pode não ter sido, suficientemente, adequado para promover mudanças efetivas na qualidade vocal dos participantes deste grupo.

Também não foram observadas mudanças relevantes para o parâmetro amplitude do Pitch (PA). Tanto para os grupos experimentais como para os gêneros e vogais sustentadas. Após a aplicação dos exercícios vocais, foi observada discreta diminuição das médias de vogais sustentadas /a/ em vozes femininas, sem alteração nas médias de vogais sustentadas /É/. As vozes masculinas apresentaram discreto aumento nas médias de ambas vogais sustentadas após realizarem as vibrações sonorizadas, e discreta diminuição das médias após o exercício de som basal.

Segundo Santos (2005), a amplitude do Pitch (PA) é um parâmetro que mede o índice de vocalização, e apresenta uma relação inversa aos parâmetros perceptivos de rugosidade e soproidade, ou seja, na presença destes pode diminuir seus valores. Nossos resultados para este parâmetro em vozes masculinas convergem com os da análise perceptivo-auditiva, a qual apresentou diminuição média em todos os parâmetros perceptivos analisados, no entanto, em vozes femininas os resultados divergem, uma vez que o parâmetro amplitude do Pitch (PA) apresentou discreta diminuição dos valores médios para a vocal sustentada /a/ e não apresentou mudanças na análise da vogal sustentada /É/.

O estudo investigando o som basal realizado por Brum et al (2010), avaliou uma medida acústica análoga à amplitude do Pitch (PA), o chamado Índice de Fonação Suave (SPI). Em seus resultados os autores encontraram aumento dos valores deste parâmetro em vozes saudáveis de mulheres adultas após emissão da técnica. Estes resultados contradizem aos nossos,

contudo, a falta de corroboração estatística para os resultados do grupo sugere novas pesquisas com aumento na duração do exercício de som basal.

A Análise Visual do Espectro, obtida pela diferença entre os dois primeiros harmônicos (H1-H2), apresentou mudanças após a aplicação dos exercícios vocais, porém não significativas. O grupo experimental G1, diminuiu seus valores médios após o exercício de vibração sonorizada, com exceção da vogal sustentada /a/ em vozes femininas, que apresentou aumento das médias. A análise de H1-H2 após o exercício de som basal apresentou diminuição dos valores médios para o gênero masculino e aumento para o gênero feminino, tanto em vogais sustentadas /a/ como /ɛ/.

De acordo com a literatura, quanto maior o valor do primeiro harmônico, em relação ao segundo, menor o coeficiente de contato entre as pregas vocais, e maior a velocidade de fechamento entre elas (CORDEIRO et al, 2010). Neste sentido, os resultados para este parâmetro aqui apresentados, sugeririam como efeito do exercício de vibração sonorizada, redução de contato com aumento na velocidade de fechamento entre pregas vocais masculinas para vogais sustentadas /a/; e aumento de contato com redução na velocidade de fechamento entre pregas vocais de ambos os gêneros em vogais sustentadas /ɛ/. Quanto ao efeito do exercício de som basal, os resultados de H1-H2 poderiam sugerir aumento no contato, com redução na velocidade de fechamento entre pregas vocais masculinas e redução de contato com aumento na velocidade de fechamento entre pregas vocais femininas. Porém, esta análise não ofereceu sustentação estatística.

Com relação à análise do espectrograma os resultados apresentaram comportamento semelhante entre as vogais sustentadas e grupos experimentais estudados. Os parâmetros grau de escurecimento dos harmônicos e estabilidade dos traçados harmônicos mantiveram a maior porcentagem dos resultados inalterados após a aplicação dos exercícios vocais.

Após as vibrações sonorizadas, as amostras vocais não apresentaram mudanças em 86,67% das vogais sustentadas /a/ e 60% das vogais sustentadas /ɛ/ ao parâmetro grau de escurecimento dos harmônicos; e em 73,33% das vogais sustentada /a/ e 66,67% das vogais sustentadas /ɛ/ ao parâmetro estabilidade dos traçados harmônicos. Após a emissão de som basal, as amostras vocais não apresentaram mudanças em 60% das vogais sustentadas /a/ e 80% das vogais sustentadas /ɛ/ ao parâmetro grau de escurecimento dos harmônicos; e em 66,67% das vogais sustentada /a/ e 73,33% das vogais sustentadas /ɛ/ ao parâmetro estabilidade dos traçados harmônicos.

O grau de escurecimento dos harmônicos está relacionado com a tonicidade da laringe e o *Loudness* (sensação auditiva de intensidade da voz) existente na produção vocal (CÔRTEZ; GAMA, 2010). Nossos resultados são esperados, pois as vozes estudadas são de sujeitos com boa qualidade vocal que apresentaram adequação do *Loudness*, mesmo antes dos exercícios vocais, além disso, a intensidade de emissão foi controlada entre os momentos pré e pós-exercício, o que contribuiu para os resultados permanecerem inalterados após o exercício vocal.

A estabilidade dos traçados harmônicos está relacionada com a periodicidade de vibração das pregas vocais e variação da amplitude do sinal sonoro (CÔRTEZ; GAMA, 2010). A presente pesquisa apresentou à análise acústica, menor variação aos parâmetros de perturbação, apesar disso, os resultados para estabilidade dos traçados na espectrografia divergem dos resultados da análise acústica.

Uma avaliação complementar à análise espectrográfica de estabilidade em emissões sustentadas é a análise perceptivo-auditiva desta característica, a qual não foi contemplada neste estudo. Durante a triagem fonoaudiológica os participantes selecionados para as amostras não apresentaram instabilidades na emissão de fala encadeada, o que é esperado em vozes saudáveis, no



entanto, a análise do espectrograma de vogais sustentadas pré-exercícios vocais apresentaram traçados harmônicos instáveis em 9 dos 15 participantes de cada grupo experimental.

Pesquisas comparando resultados de instabilidade na voz por meio da análise perceptivo-auditiva e acústica espectrográfica poderão encontrar concordância entre si e contribuir na compreensão deste aspecto presente na voz saudável.

Um estudo investigou a eficácia da análise do espectrograma na evolução da voz de pacientes em processo terapêutico e identificou diminuição significativa da presença de ruído entre os harmônicos após terapia vocal, concluindo que a ferramenta é eficaz para este fim (CÔRTEZ; GAMA, 2010).

No presente estudo, a presença de ruído entre os harmônicos não apresentou mudanças após o exercício de vibração sonorizada para a maior porcentagem das amostras vocais do grupo experimental G1, tanto para vogais sustentadas /a/ (60%) como para /ε/ (46,67%). Estes resultados divergem de pesquisas que indicam a diminuição significativa do ruído em vozes saudáveis de mulheres adultas após as vibrações sonorizadas (AZEVEDO et al, 2010; PEREIRA et al, 2011), entretanto, são condizentes ao estudo de Schwarz e Cielo (2009), que investigou o comportamento do ruído em vozes saudáveis de mulheres adultas e encontrou manutenção do mesmo após a aplicação do exercício vocal.

Após o exercício de som basal, a maior porcentagem da amostra do grupo experimental G2 apresentou diminuição na presença de ruído entre harmônicos tanto para vogais sustentadas /a/ como /ε/ (53,33% para ambas vogais), sendo que a análise estatística apresentou maior diferença à vogal sustentada /ε/ ( $p=0,02$ ). Estes resultados são extraídos da análise do espectrograma, mas concordam com o estudo de Brum et al (2010), que identificou diminuição do ruído glótico utilizando uma medida acústica automática para avaliar vozes saudáveis de mulheres adultas após a emissão

do som basal. Além disso, convergem com a literatura que indica o som basal para mobilizar a mucosa das pregas vocais e promover melhora da qualidade do sinal glótico (Behlau et al, 2005; CIELO et al 2011). Portanto, nossos resultados sugerem a diminuição de turbulência glótica na produção vocal como efeito do exercício de som basal

Com relação à análise de imagens laríngeas, a busca de trabalhos que investiguem pregas vocais sob efeitos imediatos de exercícios vocais encontrou estudos que utilizaram a análise visual de videoestroboscopia. Não foram encontradas literaturas utilizando videoquimografias para este fim. Nestas pesquisas os parâmetros frequentemente avaliados são: fechamento glótico (completo ou incompleto com fendas), constrição do vestibulo laríngeo (ausente ou presente de forma medial, ântero-posterior ou global), amplitude de vibração das pregas vocais (presentes normais, levemente restritas, moderadamente restritas ou ausentes) e simetria das vibrações de pregas vocais (ausente ou às vezes presentes, quase sempre presente, sempre presente).

No presente estudo, as análises de quimografias obtidas de videolaringoscopias em alta velocidade, apresentaram comportamentos semelhantes nos ciclos vibratórios de ambos os gêneros e distintos com relação ao tipo de exercício vocal.

Após as vibrações sonorizadas o grupo experimental G1 apresentou diminuição dos valores médios de fase fechada (FF), sendo que a maior diferença ocorreu em pregas vocais femininas ( $p=0,046$ ); houve aumento de fase aberta (FA), e fase de fechamento (Ff) em ambos os gêneros (FA:  $p=0,06$  para homens e  $p=0,05$  para mulheres; Ff:  $p=0,08$  para homens e  $p=0,026$  para mulheres). A fase de abertura (Fa) diminuiu em pregas vocais masculinas ( $p=0,06$ ), e aumentou, sem relevância, em pregas vocais femininas ( $p=0,36$ ).

Como mencionado, as vibrações sonorizadas de lábios ou língua fazem parte dos exercícios de trato vocal semi-ocluidos (ETVSO), cuja aplicação tem

por objetivo produzir uma voz de intensidade normal, com economia de energia e menos trauma mecânico. As vibrações, assim como qualquer outro exercício de trato vocal semi-ocluído, promovem uma mudança nos padrões dos ciclos vibratórios, pois durante sua realização as pregas vocais se aduzem levemente minimizando o fluxo de ar glótico e as colisões entre pregas vocais (TITZE, 2006).

Neste estudo, após as vibrações sonorizadas os efeitos citados por Titze (2006) foram percebidos em ciclos vibratórios de pregas vocais masculinas, porém sem relevância significativa. Os achados para o gênero sugeririam contato suave das pregas vocais durante a produção de voz devido a uma lenta aproximação da mucosa das pregas vocais com maior velocidade de afastamento da mesma e maior tempo de permanência da glote na posição aberta. Em ciclos glóticos femininos estas mudanças foram significativas. Os resultados sugerem o efeito de contato suave entre pregas vocais, devido uma diminuição na velocidade de aproximação da mucosa das pregas vocais e maior tempo de permanência da glote na posição aberta com menor tempo na posição fechada. Os parâmetros sem corroboração estatística indicam a necessidade de pesquisas com aumento do número de amostra do gênero masculino.

Na literatura, um único estudo encontrou efeitos semelhantes aos observados no presente estudo, com mudanças significativas no fechamento glótico de mulheres saudáveis, o qual foi observado na análise visual da videoestroboscopia. Contudo este foi um estudo que utilizou um conjunto de técnicas vocais que incluíam as vibrações sonorizadas (PEREIRA et al, 2011).

Quanto ao grupo experimental G2, as mudanças observadas após o exercício de som basal foram irrelevantes. Os valores médios apresentaram discretas variações, com aumento de fase fechada (FF) e diminuição de fase aberta (FA), para ambos os gêneros. A fase de abertura (Fa) aumentou em pregas vocais masculinas e diminuiu em pregas vocais femininas. Houve

diminuição de fase de fechamento (Ff) para ambos os gêneros, sendo esta a única medida observada com mudança significativa em pregas vocais masculinas ( $p=0,026$ ).

De acordo com a literatura, e o observado pela fisiologia do som basal (figuras 23 e 24), durante sua performance as pregas vocais encontram-se encurtadas em posição medial, com fechamento glótico mais firme devido à contração máxima do músculo tireoaritenóideo. Nestas condições, a mucosa das pregas vocais estão mais “soltas” ao longo da borda livre permitindo maior movimentação oscilatória (CIELO et al, 2011).

Neste estudo, os resultados sugerem, como efeito do som basal, a aproximação rápida da mucosa de pregas vocais masculinas em resposta ao efeito de soltura da mucosa. A pesquisa de Brum et al (2010) não encontrou mudanças de fechamento glótico observando as videoestroboscopias das pregas vocais saudáveis de cinco mulheres sob o efeito do som basal. Porém, Bolzan, Cielo e Brum (2008) encontraram aumento do fechamento glótico após o uso do som basal em duas mulheres com fendas em ampulheta. A falta de corroboração estatística apresentada pelo grupo experimental G2 aponta à necessidade de estudos com maior número de amostras e duração do exercício para investigar a técnica de som basal.

Os resultados de fase fechada (FF) e fase de fechamento (Ff) convergem com os resultados da análise visual do espectro (H1-H2), divergindo apenas do aspecto que indica aumento no contato entre pregas vocais após o exercício de vibração sonorizada. Entretanto, a medida H1-H2 é um parâmetro acústico que infere as ocorrências em nível glótico, enquanto que a fase fechada da quimografia oferece medidas mais fidedignas por possibilitar a observação do que ocorre com a imagem laríngea.

Não há relatos de estudos com aplicação de técnicas vocais para investigar o comportamento de coeficientes extraídos de quimografias. As pesquisas encontradas estudaram o comportamento das vibrações

sonorizadas analisando o coeficiente fechado (CQ) extraído de ondas eletroglotográficas.

Após as vibrações sonorizadas, o grupo experimental G1 apresentou aumento dos valores médios ao coeficiente de abertura (OQ) e diminuição aos coeficientes: de fechamento (CQ) e velocidade (SQ) para ambos os gêneros, sendo que as pregas vocais femininas apresentaram a maior diferença estatística aos coeficientes: de abertura e fechamento ( $p=0,049$  para OQ e  $p=0,029$  para CQ) e as pregas vocais masculinas apresentaram maior diferença ao coeficiente de velocidade ( $p=0,048$  para SQ).

Gaskill e Erickson (2008), estudaram o coeficiente de fechamento (CQ) extraindo o parâmetro de ondas eletroglotográficas de vogais sustentadas /a/ e vibrações sonorizadas de lábios realizadas por homens cantores e não cantores. Os autores encontraram redução do coeficiente de fechamento (CQ), durante a realização do exercício e hipotetizaram o fato de que para as vibrações de lábios ocorrerem é preciso reduzir discretamente a adução das pregas vocais para propiciar o aumento necessário de fluxo aéreo e manter as oscilações tanto de pregas vocais quanto de lábios durante o exercício.

Em contrapartida, um estudo de metodologia semelhante ao citado no parágrafo anterior, avaliou o coeficiente de fechamento em emissões de vogais sustentadas /ε/ e vibrações sonorizadas de lábios ou língua realizadas por homens e mulheres cantores. O estudo encontrou aumento do coeficiente de fechamento (CQ) durante a vibração sonorizada de lábios em fortes intensidades e atribuiu a isto o fato do aumento da intensidade direcionar diferentes proporções na vibração das pregas vocais e, conseqüentemente, alterar o modo dessas vibrações (CORDEIRO et al, 2011. In press).

Nossos resultados vão ao encontro das conclusões sugeridas por Gaskill e Erickson (2008), pois o comportamento do ciclo glótico feminino sofreu mudanças após as vibrações sonorizadas, demonstradas pelo coeficiente de fechamento (CQ), o qual indica tempo de contato entre as

pregas vocais, significativamente, menor que o necessário para ocorrer o restante do ciclo, além disso os resultados de coeficiente de abertura (OQ) indicam que as pregas vocais permaneceram na posição aberta por tempo, significativamente, maior que o necessário para seu fechamento e abertura.

Não há pesquisas reportando o comportamento de coeficientes do ciclo glótico para a técnica de som basal. Em nosso estudo, após a emissão de som basal as pregas vocais masculinas não apresentaram mudanças nas médias de coeficiente de abertura (OQ) e as pregas vocais femininas apresentaram aumento significativo ao coeficiente de fechamento (CQ). Ambos os gêneros apresentaram aumento do coeficiente de velocidade (SQ), sendo a maior diferença em pregas vocais masculinas ( $p=0,16$ ), porém sem relevância estatística. Estes resultados reforçam a necessidade de pesquisas com o maior número de amostras e de duração do exercício de som basal para uma investigação mais efetiva.

O estudo da amplitude total das pregas vocais apresentou aumento dos valores médios para ambos os gêneros e tipos de exercícios vocais. Após as vibrações sonorizadas, as pregas vocais femininas apresentaram mudanças significativas ( $p<0,01$ ) da amplitude. Apesar de não significativa, a amplitude de pregas vocais pós-emissão de som basal apresentou aumento. Estes resultados sugerem maior oscilação e excursão lateral da mucosa de pregas vocais após a aplicação dos exercícios vocais estudados e estão de acordo com os resultados apresentados pelas fases do ciclo vibratório.

Em algumas pesquisas que investigaram os efeitos de vibração sonorizadas em pregas vocais femininas, não referiram mudanças nas vibrações de mucosa após o exercício (SCHWARZ; CIELO, 2009; MENEZES DRUPAT; COSTA, 2010), uma única pesquisa que estuda o efeito da aplicação de um conjunto de técnicas vocais, dentre elas estão inclusas as vibrações sonorizadas, apresentou aumento do movimento muco-oscilatório após os

exercícios (PEREIRA et al, 2011). Porém estas pesquisas utilizaram em suas metodologias avaliações visuais de imagens laríngeas por videoestroboscopia.

Para os resultados de amplitude pós-som basal, nossos achados encontram-se de acordo com os estudos de casos de Brum et al (2010); Bolzan, Cielo e Costa(2008), os quais analisaram visualmente as amplitudes de pregas vocais saudáveis e patológicas em mulheres e encontraram aumento de vibração da mucosa após a emissão do som basal.

Apesar de nossos resultados divergirem com alguns publicados até o momento acreditamos que as medidas aqui apresentadas são confiáveis, por serem extraídas de quimografias obtidas de videolaringoscopias em alta velocidade, uma vez que o exame em alta velocidade permite a análise do ciclo real das pregas vocais e a quimografia permite a extração de medidas mais objetivas.

O fato de algumas medidas de amplitudes não apresentarem corroboração estatística reforça a necessidade de estudos com aumento do número de amostras e de duração do exercício de som basal.

## 8 CONCLUSÕES

Foi possível identificar efeitos imediatos de exercícios vocais em vozes saudáveis, por meio das ferramentas de avaliação da voz utilizadas neste trabalho. Após a aplicação da técnica de vibração sonorizada foram identificados os seguintes efeitos imediatos:

- impressão global da voz mais próxima de zero;
- diminuição no coeficiente de perturbação do período (*Jitter*), principalmente em vogais sustentadas /ɛ/;
- diminuição na perturbação da amplitude (*Shimmer*), principalmente em vogais sustentadas /ɛ/ emitidas por mulheres;
- menor esforço e maior eficácia na produção de voz com maior adequação no uso do trato vocal por mulheres e
- aumento nas vibrações e excursão lateral da mucosa de pregas vocais, principalmente em mulheres.

Após o exercício de som basal foram identificados os seguintes efeitos imediatos:

- impressão global da voz mais próxima de zero;
- diminuição no coeficiente de perturbação do período (*Jitter*) em vogais sustentadas /ɛ/ emitida por mulheres;
- diminuição do ruído glótico na emissão de vogais sustentadas /ɛ/ e
- diminuição na velocidade de aproximação da mucosa de pregas vocais, principalmente em homens.

O exercício de vibração sonorizada pareceu proporcionar maiores efeitos nas vozes estudadas. Contudo, são necessárias pesquisas com vozes



saudáveis que investiguem o tempo adequado de emissão do som basal para a real identificação de seus efeitos.

A qualidade vocal e pregas vocais de mulheres apresentaram maior suscetibilidade à influência de ambos exercícios vocais. No entanto, é preciso aumentar o número de amostras, principalmente do gênero masculino, para a corroboração dos achados desta pesquisa.

**REFERÊNCIAS\***

1. Tavares, E. L. M.; Labio, R. B.; Martins, R. H. G. Normative study of vocal acoustic parameters from children from 4 to 12 years of age without vocal symptoms. A pilot study. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 76, n. 4, p. 485-90. July/ August. 2010.
2. Titze, I. R. Voice Training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. **J Speech Lang Hear Res** v. 49, s/n, p. 448–59. April. 2006.
3. BEHLAU, M. S. et al. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias. In: **Voz: O livro do especialista**. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. p. 409-565.
4. BEHLAU, M. S. et al. Avaliação de voz. In: **Voz: O livro do especialista**. 1 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 85-180.
5. GASKILL, C. S.; ERICKSON, M. L. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. **Journal of Voice**, v. 22, n. 6, p. 634-43. November. 2008.
6. BRUM, D. M.; CIELO, C. A.; FINGER, L. S. MANFRIN, J. A. Considerações sobre modificações vocais e laríngeas ocasionadas pelo som basal em mulheres sem queixa vocal. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, São Paulo, v.15, n.2, p. 282-8. abr/jun 2010.
7. Azevedo L. L., Passaglio K. T., Rosseti M. B., Silva C. B, Oliveira B. F. V., Costa R. C. Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v.15, n.3, p. 343-8. mar 2010.

\*De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

8. CRONEMBERGER, F. F. **Considerações teóricas sobre o vocal fry**. Salvador, 1999. Monografia (Especialização em voz para fonoaudiólogos). Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica.
9. CHEN, Y.; ROBB, M.P.; GILBERT, H.R. Electroglottographic evaluation of gender and vowel effects during model and vocal fry phonation. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research.**, v. 45, s/n, p. 821 – 9. october 2002.
10. BOLZAN, G.P.; CIELO, C.A.; BRUM, D.M. Efeitos do som basal em fendas glóticas. **Rev. CEFAC.**, São Paulo, v. 10, n.2, p. 218 – 25. abr-jun. 2008.
11. NUNES, R. B.; SOUZA, A. M. V. DE; DUPRAT, A. C.; SILVA, A. DE A. E.; COSTA, R. C.; PAULINO, J. G. Análise do trato vocal em pacientes com nódulos, fendas e cisto de prega vocal. **Rev. bras. otorrinolaringol**, Rio de Janeiro, v. 75, n. 2, p. 188-92. março/abril. 2009.
12. SCHWARTZ, K.; CIELO, C. A. Vocal and laryngeal modifications produced by the sonorous tongue vibration technique. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v. 21, n. 2, p. 161-6. April/June. 2009.
13. MENESES, H. M.; DUPRAT, A. DE C.; COSTA, H. O. Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time. **Journal of Voice**, v.19, n. 1, p. 61-9. March. 2005.
14. CIELO, C. A.; ELIAS, V. S.; BRUM, D. M.; FERREIRA, F. V. Músculo tiroaritenóideo e som basal: uma revisão da literatura. **Rev. Bras. Fonoaudiol**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 362-9. jul/set. 2011.
15. YAMASAKI, R; BEHLAU, M. S. Comparação de medidas acústicas obtidas em três diferentes padrões fonatórios. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O livro do especialista**, 2ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 201-13.
16. MENDES, A. L. S; BEHLAU, M. S. Avaliação perceptivo-auditiva de vozes de desenhos animados da televisão brasileira. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O livro do especialista**. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter 2004. p. 155-71.

17. American Speech-Language-Hearing Association. **Consensus auditory-perceptual evaluation of voice CAPE-V** [text on the internet]. [citado em 2004 Maio 10]. Disponível em: [http://www.asha.org/NR/rdonlyres/79EE699E-DAEE-4E2C-A69E-C11BDE6B1D67/0/22560\\_1.pdf](http://www.asha.org/NR/rdonlyres/79EE699E-DAEE-4E2C-A69E-C11BDE6B1D67/0/22560_1.pdf)
18. MADAZIO, G.; **Diagrama de desvio fonatório na clínica vocal**. São Paulo, 2009. Tese (Doutorado em Ciência). Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina.
19. NEMR, K.; AMAR, A.; ABRAHÃO, M.; LEITE, G. C. DE A.; KÖHLE, J. SANTOS, A. DE O.; CORREA, L. A. C. Análise comparativa entre avaliação fonoaudiológica perceptivo-auditiva, análise acústica e laringoscopias indiretas para avaliação vocal em população com queixa vocal. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo, v.71, n. 1, p. 13-7. janeiro/fevereiro. 2005
20. CERCEAU, J. S. B.; ALVES, C. F. T.; GAMA, A. C. C. Análise acústica da voz de mulheres idosas. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v.11, n. 1, p. 142-9. janeiro/março. 2009.
21. SEDAR, R. C. M.; HANAYAMA, E. M. Considerações teóricas sobre a abordagem acústica da voz infantil. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 312-8. julho/setembro. 2004.
22. DAVIS, B. S. Acoustic characteristics of normal and pathological voices. **ASHA Reports**. v. 11, s/n, p. 97-115. 1979.
23. KOIKE, Y. Application of inverse filtering for detecting laryngeal dysfunction. **Studia Phonologia**. v. 7, s/n, p.17- 23. 1975.
24. MONTAGNOLI, A. N.; **Análise residual do sinal de voz**. São Carlos, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia elétrica). Programa de Pós-Graduação, Universidade de São Paulo.
25. MONTAGNOLI, A. N. **Cirurgia virtual da laringe**. São Carlos, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia elétrica). Programa de Pós-Graduação, Universidade de São Paulo.

26. JÚNIOR, J. F. N.; HERMANN, D. R.; AMÉRICO, R. R.; FILHO, STAMM I.S.B.; PIGNATARI A. E. C. S. S. N. Breve história da otorrinolaringologia: otologia, laringologia e rinologia. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo, v. 73, n. 5, p. 693-703. set/out. 2007.
27. LARSSON, H.; HERTEGARD, S.; LINDESTAD, P. A.; HAMMARBERG, B. Vocal fold vibrations: high-speed imaging, kymography, and acoustic analysis: a preliminary report. [Laryngoscope](#), v. 110, n. 12, p. 2117-22. December. 2000.
28. BLESS, D. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO CEV, 14, São Paulo. Centro de Estudos da Voz. 2011 - CD-ROM.
29. KOISHI, H. U.; TSUJI, D. H.; IMAMURA, R.; SENNES, L. U. Variação da intensidade vocal: estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** v. 69, n. 4, p. 464-70. Jul/Ago. 2003.
30. GASPARINI, G.; BEHLAU, M. Quality of life: Validation of the Brazilian Version of the Voice-Related Quality of Life (V-RQOL) Measure. **Journal of Voice**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 76 – 81. April. 2007.
31. BEHALU, M.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, LMA.; RICARTI, A. Validação no Brasil de protocolos de auto-avaliação do impacto de uma disfonia. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 326 – 32. outubro/dezembro. 2009.
32. YAMASAKI R., LEÃO SHS., MADAZIO G., PADOVANI M., AZEVEDO R., “Correspondência entre escala analógico-visual e a escala numérica na avaliação perceptivo-auditiva de vozes”. In: anais do 16º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Campos do Jordão, 24-27 set. 2008.
33. TITZE, I.R. WORKSHOP ON ACOUSTIC VOICE ANALYSIS, 1, 1994, Denver. National Center for Voice and Speech. Colorado: Intitute on Deafness and Other Communication Disorders - IDOCD, 1994. 36p.

34. MONTAGNOLI, A.N.; PEREIRA, J.C., [Análise de Voz, Versão 4.10] **Sistema de Auxílio à Análise Acústica da Voz.** (2009).
35. WERTZNER, H. F.; SCHREIBER, S.; AMARO, L. 2005. Análise da frequência fundamental, *Jitter*, *Shimmer* e intensidade vocal em crianças com transtorno fonológico **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** 71 582 – 88
36. SANTOS, I. R.; DELL'ACQUA, R. M.; CUNTO, M. R.; PEREIRA, J. C. Parâmetros acústicos da voz relacionados à soproidade. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v. 10, n.1, p.53 – 9. jan/mar 2005.
37. CÔRTEZ, M. G.; GAMA, A. C. C. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v.15, n.2, p. 243-9. abr/jun 2010.
38. HAMMARBERG B, FRITZELL J, GAUFFIN, J, SUNDBERG J, WEDIN L. Perceptual and acoustics correlates of abnormal voice qualities. **Acta Oto- Laryngol.** v.90, n. 6, p. 441-51. 1980.
39. CORDEIRO, G. F.; CUNHA, M. G. B.; MENEZES, M. H. M.; UBRIG-ZANCANELLA, M. T.; NEMR, K. Discriminação entre vozes adaptadas, levemente soprosas e tensas: diferenças entre os dois primeiros harmônicos. **Rev. Soc. Brás. Fonoaudiol.**, v.15, n.2, p. 238-42. abr/jun. 2010.
40. HART DA, HANS S, VAISSIER J, BRASNU DA. Objective acoustic and aerodynamic measures of breathiness in paralytic dysphonia. **Eu Arch Otorynolaringol.** v. 260, n. 4, p. 175-82. 2003.
41. KURITA, S. Layer structure of the human vocal fold: morphological investigation. **Otologia (Fukuoka).** v. 26, s/n, p. 973 -97. 1980.
42. HAJI, T.; ISSHIKI, N.; MORI, K.; OMORI, K.; TAIRA, T.; HONJO, I. Experimental study of the mobility of the vocal fold mucosa. **Folia Phoniatr.** v. 43, n. 1, p. 21-8, 1991.
43. HIRANO, M. Phonosurgery. Basic and clinical investigation. **Otologia (Fukuoka).** v. 21, s/n, p. 239 – 440, 1975. Supplement 1.

44. BLESS, D. M.; HIRANO, M.; FEDER, R. J. Videostroboscopic evaluation of the larynx. **Ear Nose Throat J.** v. 66, n. 7, p. 289-96, 1987. Special issue.
45. HIRANO, M.; BLESS, D. M. Vocal fold vibration, In: **Videostroboscopic examination of the larynx**. San Diego, Singular publishing Group Inc., 1993. p. 23-36.
46. PEREIRA, E. C.; SILVÉRIO, K. C. A.; MARQUES, J. M.; CAMARGO, P. A. M. Efeito imediato de técnicas vocais em mulheres sem queixa vocal. **Rev. CEFAC**. São Paulo, v.13, n. 5, p. 886-94. set/out. 2011.
47. GUBERFAIN J, MULLER MM, SARVAT M. The perceptual, acoustics and laryngological analysis of tip of tongue sound vibration technique and it's consequences in actors. In: World Voice Consortium. 2nd. World Voice Congress and 5th International Symposium of Phonosurgery Scientific program. São Paulo; 1999. p. 55.
48. Cordeiro, G. F.; Montagnoli, A. N.; Nemr, N. K.; Menezes, M. H. M.; Tsuji, D. H. Comparative Analysis of the Closed Quotient for Lip and Tongue Trills in Relation to the Sustained Vowel /e/. **Journal of Voice**, Vol. 25, No.7, 2011. In press

**ANEXOS**



## ANEXO A



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676

CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil

Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR

[cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)<http://www.propq.ufscar.br>**Parecer N.º. 256/2010**

CAAE: 0048.0.135.000-10

**Título do projeto:** AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EXERCÍCIOS VOCAIS EM VOZES NORMAIS COM ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA, ACÚSTICA E COMPARAÇÃO COM AS IMAGENS OBTIDAS COM VIDEOLARINGOSCOPIA DE ALTA VELOCIDADE**Pesquisadores (as):** REGINA APARECIDA PIMENTA, ARLINDO NETO MONTAGNOLI**Parecer**

As pendências apontadas no Parecer n.º. 208/2010 foram satisfatoriamente resolvidas.

Projeto aprovado. Atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

**Normas a serem seguidas**

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente dentro de 1 (um) ano a partir desta data e ao término do estudo.

São Carlos, 14 de julho de 2010.

Prof. Dr. Daniel Vendruscolo  
Coordenador do CEP/UFSCar

## **ANEXO B**

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Você é convidado a participar da pesquisa **“Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivo-auditiva, acústica e de imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade.”** da qual a sua participação não é obrigatória. O objetivo é empregar as ferramentas de avaliação vocal de análise auditivo-perceptiva, acústica computadorizada de videolaringoscopia de alta velocidade para verificar os efeitos que os exercícios vocais podem gerar em vozes não alterada ou sem queixa.

Para a seleção a você irá preencher um protocolo de qualidade de vida em voz, uma entrevista com perguntas relevantes ao seu estado de saúde geral e vocal e irá passar por uma triagem vocal fonoaudiológica. Nesta fase, caso seja observado alguma anormalidade da voz, você será orientado com relação a sua saúde vocal e a busca de tratamento adequado.

Sua participação nesta pesquisa consiste de três fases, todas acompanhadas pela fonoaudióloga responsável por esta pesquisa. A primeira fase consiste na gravação do exame de videolaringoscopia de alta velocidade e na gravação de voz por meio da emissão das vogais “a” e “e”, logo após a gravação em voz alta da leitura de frases. A gravação da voz será realizada diretamente ao computador utilizando um procedimento de captura da voz através de um microfone e o registro da mesma no programa: Análise de Voz 4.10. A segunda fase será de exercícios vocais, onde você poderá realizar de um à cinco minutos de um exercício vocal sob orientação da fonoaudióloga. A terceira fase será a repetição dos procedimentos da primeira fase.

Os procedimentos de gravação de voz e exercícios vocais são processos não invasivos que não oferecem riscos para sua saúde. Você poderá se beneficiar dos exercícios vocais ou das informações sobre cuidados vocais apresentadas em um panfleto informativo, para aprimorar as características de sua voz.

O exame de videolaringoscopia de alta velocidade consiste da introdução de uma câmara de gravação de imagens em alta velocidade através de um tubo de metal rígido na cavidade oral para a emissão da vogal “e” e filmagem das pregas vocais. O exame é um procedimento de mínimo grau de invasão e desconforto com baixos riscos à saúde que, para a sua segurança, será realizado por um médico experiente e responsável pela pesquisa aprovada na Comissão de Ética para a Análise de Projeto de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Você será informado quanto aos resultados das avaliações, tendo a garantia de que irá receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento de dúvidas à cerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa ou ao seu

tratamento. O participante terá a total liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem a necessidade de expor suas razões. A recusa do participante ao estudo não trará prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre as informações de dados pessoais. Os dados obtidos pelos resultados da pesquisa serão publicados de forma não permitir a divulgação de identificação dos participantes. O participante não terá despesas decorrentes de sua participação nesta pesquisa.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou em qualquer momento.

---

Regina Aparecida Pimenta  
Tels: (16)97742616/ (16) 3373-9366 ramal 216.  
e-mail: [ginapimenta@ig.com.br](mailto:ginapimenta@ig.com.br) / [ginapimenta@usp.br](mailto:ginapimenta@usp.br)  
Endereço: Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia  
EESC/FMRP/IQSC - USP  
Av. Trabalhador São-carlense, 400  
CEP: 13566-590 - São Carlos/SP

Eu, \_\_\_\_\_, confirmo que a fonoaudióloga Regina Aparecida Pimenta, aluna de mestrado do programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia, deixou claro o objetivo da pesquisa “**Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivo-auditiva, acústica e de imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade**” e os procedimentos dos quais serei submetido. Também me foram esclarecidos sobre os riscos e benefícios advindos desta pesquisa. Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010.

---

Assinatura do participante

## ANEXO C

### I. ANAMNESE VOCAL FONOAUDIOLÓGICA PARA A SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

1. Dados pessoais

Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_.

Nome:

Telefone:

Nacionalidade:

Data de nascimento:

Profissão:

E-mail:

2. Hábitos vocais

É fumante:

SIM [Tempo \_\_\_\_\_ Cigarros/dia: \_\_\_\_.]  NÃO  EX-fumante [Tempo que parou: \_\_\_\_.]

Faz uso de bebidas alcoólicas:

SIM [Dias/semana: \_\_\_\_.]  NÃO

Faz parte de alguma atividade de uso vocal (coral, teatro, palestras etc):

SIM  NÃO

Se sim: Qual? \_\_\_\_\_

3. Estado de saúde vocal

Apresenta alguma doença alérgica de vias aéreas superiores e/ou inferiores:

sim  não. De que tipo?  faríngea /  nasal /  pulmonar

Obs: \_\_\_\_\_

Apresenta alterações digestivas com refluxo gástrico:

sim  não.

Apresenta alguma alteração hormonal (Incluindo Menopausa):

sim  não

Especificar: \_\_\_\_\_

Faz uso contínuo de medicação:

sim  não.

Qual? Para que tratamento? \_\_\_\_\_

## II. Protocolo de Qualidade de Vida em voz – QVV (Gasparini, Behlau, 2005)

Estamos procurando compreender melhor como um problema de voz pode interferir nas atividades de vida diária. Apresentamos uma lista de possíveis problemas relacionados à voz. Por favor, responda a todas as questões baseadas em como sua voz tem estado nas duas últimas semanas. Não existem respostas certas ou erradas. Para responder ao questionário, considere tanto a gravidade do problema, como sua frequência de aparecimento, avaliando cada item abaixo de acordo o tamanho do problema que você tem. A escala que você irá utilizar é a seguinte:

- 1 = não é um problema
- 2 = é um problema pequeno
- 3 = é um problema moderado/médio
- 4 = é um grande problema
- 5 = é um problema muito grande

Por causa de minha voz,	O quanto isto é um problema?
1. Tenho dificuldades em falar forte (alto) ou ser ouvido em lugares barulhentos.	1 2 3 4 5
2. O ar acaba rápido e preciso respirar muitas vezes enquanto eu falo.	1 2 3 4 5
3. Às vezes, quando começo a falar não sei como minha voz vai sair.	1 2 3 4 5
4. Às vezes, fico ansioso ou frustrado (por causa da minha voz).	1 2 3 4 5
5. Às vezes, fico deprimido (por causa da minha voz).	1 2 3 4 5
6. Tenho dificuldades em falar ao telefone (por causa da minha voz).	1 2 3 4 5
7. Tenho problemas no meu trabalho ou para desenvolver minha profissão (por causa da minha voz).	1 2 3 4 5
8. Evito sair socialmente (por causa da minha voz).	1 2 3 4 5
9. Tenho que repetir o que falo para ser compreendido.	1 2 3 4 5
10. Tenho me tornado menos expansivo (por causa da minha voz).	1 2 3 4 5

**ANEXO D**

**ESCALA DE AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS PERCEPTUAIS DA VOZ BASEADA NO  
PROTOCOLO CAPE-V (CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ –  
ASHA 2003. SID3)**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

<p><b>Legenda:</b> MI = desvio médio MO = desvio moderado SE = desvio severo</p>
--

Os seguintes parâmetros perceptuais da qualidade vocal serão avaliados após as tarefas a seguir:

Fala espontânea: emissão em voz alta dos dias da semana.

Vogal sustentada: emissão de três /a/ e /e/ por 5 segundos.

	<u>SCORE</u>
Grau Geral: _____ MI                  MO                  SE	C I <u>  /100  </u>
Rugosidade: _____ MI                  MO                  SE	C I <u>  /100  </u>
Soprosidade: _____ MI                  MO                  SE	C I <u>  /100  </u>
Tensão: _____ MI                  MO                  SE	C I <u>  /100  </u>
Pitch: _____ MI                  MO                  SE (Indicar a natureza da anormalidade)	C I <u>  /100  </u>
Loudness: _____ MI                  MO                  SE (Indicar a natureza da anormalidade)	C I <u>  /100  </u>

Comentários sobre ressonância: ( ) NORMAL      ( ) OUTRA (descreva):

---

Características adicionais (por exemplo: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, instabilidade de frequência, tremor, qualidade molhada ou outras observações relevantes)