PAULA BELINI BARA VIEIRA

**ANÁLISE DO PADRÃO VIBRATÓRIO DAS
PREGAS VOCAIS EM SUJEITOS COM E SEM
NÓDULO VOCAL POR MEIO DA
VIDEOLARINGOSCOPIA DE ALTA VELOCIDADE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades 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 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,
2012

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

B227a	<p>Baravieira, Paula Belini</p> <p>Análise do padrão vibratório das pregas vocais em sujeitos com e sem nódulo vocal por meio da videolaringoscopia de alta velocidade / Paula Belini Baravieira ; orientador Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli . -- São Carlos, 2011.</p> <p>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.</p> <p>1. Fonação. 2. Laringoscopia. 3. Disfonia. I. Título.</p>
-------	--

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

PAULA BELINI BARAVIEIRA

Título: "Análise do padrão vibratório das pregas vocais de indivíduos com e sem nódulo vocal por meio da 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: 20/01/2014

PROF. DR. ARLINDO NETO MONTAGNOLI
(ORIENTADOR)

Universidade Federal de São Carlos

Resultado: Aprovada

Assinatura: Arlindo Neto Montagnoli

PROF. DR. ALCIONE GHEDINI BRASOLOTTO

Faculdade de Odontologia de Bauru - USP

Resultado: Aprovada

Assinatura: Alcione Ghedini Brasolotto

PROF. DR. DOMINGOS HIROSHI TSUJI

Faculdade de Medicina da Universidade de
São Paulo

Resultado: Aprovada

Assinatura: Domingos Hiroshi Tsuji

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e aos meus amigos que me apoiaram, me ajudaram em todos os momentos e que torceram pelo meu sucesso e felicidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter guiado meus passos e possibilitado que eu finalizasse mais esta etapa de minha vida.

Ao Profº Drº Arlindo Neto Montagnoli, o orientador deste trabalho, que nestes 2 anos de convivência, muito contribuiu para o meu crescimento científico e intelectual. Meu muito obrigado pela paciência e pela consideração.

À Profª Drª Alcione Ghedini Brasolotto, pelo apoio e pela colaboração na realização deste trabalho. Obrigada professora pelo carinho e suporte, aprendi voz em fonoaudiologia com a senhora ainda na graduação e continuo aprendendo muito com a nossa convivência.

Ao Profº Drº Domingos Tsuji pelo acolhimento no hospital das clínicas, por abrir as portas para que a coleta desta pesquisa fosse realizada, e por toda ajuda e suporte.

Um agradecimento especial às otorrinolaringologistas Adriana Hashya, Marystella Tomoe Takahashi, Camila Cristina Ishikawa e às fonoaudiólogas Maria Eungênia Dajer, Gislaine Cordeiro e Regina Aparecida Pimenta pela ajuda e contribuição na coleta de dados desta pesquisa. Meu muito obrigado pelo acolhimento carinhoso que vocês me deram no hospital das clínicas, o qual me ajudou e me incentivou na realização desta pesquisa. Com um agradecimento especial à Dri por criar o ambulatório de alta velocidade, por toda dedicação e pela ajuda na avaliação mais detalhada das laringoscopias. Obrigada a todas por sempre ajudarem e darem suporte no que foi necessário, e claro, pela amizade.

Às fonoaudiólogas Juliana Godoy, Ana Cristina Coelho e Profº Kelly Cristina Alves Silvério, por terem sido juízas da avaliação perceptivo-auditiva desta pesquisa. Obrigada pelo tempo investido com carinho e competência.

A todos os funcionários, professores, e amigos pós-graduandos da bioengenharia, pelo apoio, suporte e amizade. Ao doutorando Alessandro, pela amizade e por estar sempre pronto a ajudar, obrigada pelas ajudas nas correrias da pós-graduação. A Jaque, ao Thiago, ao Lucas, a Débora e tantos outros que tive a oportunidade de conviver nestes anos.

A CAPES pelo financiamento desta pesquisa.

Às minhas amigas e companheiras Giu, Fabi e Vi, que moram comigo em São Carlos, com as quais dividi muitos momentos alegres e palhaçadas. Obrigada por estarem sempre do meu lado, tanto nas horas boas como nas ruins meninas, amo vocês. Ao João Fernando, e à sua família, que acompanharam minha caminhada praticamente nos 2 anos de mestrado, e que sempre estiveram prontos pra me ajudar quando precisei aqui em São Carlos.

Aos meus amigos de Bauru, Camila, Andressa, Natália, Thiago, Talita, Bianca, Elen entre tantos outros, que sempre me apoiaram e torceram por mim. Amo vocês meus queridos.

Por último, e mais importante, à minha família, especialmente à minha mãe, pelo apoio, pelo amor, pelos conselhos e pelo suporte. Sem vocês, eu não teria realizado este mestrado, muito obrigada por tudo.

*“Sucesso é conseguir o que você quer e
felicidade é gostar do que você conseguiu.”*

Dale Carnegie

RESUMO

Baravieira, P. B. **Análise do padrão vibratório das pregas vocais em sujeitos com e sem nódulo vocal por meio da videolaringoscopia de alta velocidade.** 2011. 76 f. Dissertação (mestrado) – PPGIB - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

O objetivo do presente trabalho foi analisar por meio da videolaringoscopia de alta velocidade o padrão vibratório das pregas vocais de indivíduos com e sem nódulo de prega vocal. Além disso, comparar o padrão vibratório das pregas vocais, de todos os grupos, analisado pela videolaringoscopia de alta velocidade com os resultados das análises acústica e quimográfica. Participaram deste estudo 36 indivíduos, do gênero feminino, com idades entre 18 e 45 anos, divididos em 3 grupos: grupo controle (GC), com 18 mulheres sem lesão nas pregas vocais e com vozes normais, grupo com nódulo vocal incipiente (GNI) com 8 mulheres com nódulo vocal incipiente e grupo com nódulo vocal (GN) composto por 10 mulheres com nódulo vocal de pequeno a grande. *Procedimentos:* gravação vocal, para análise acústica e perceptivo-auditiva, e exame laríngeo com a videolaringoscopia de alta velocidade para análise das imagens de alta velocidade (HSV) e da quimografia digital (DKG). *Resultados:* Encontraram-se tempos de fase do ciclo glótico semelhantes entre o grupo controle e o grupo com nódulo vocal incipiente, no entanto, significativamente menores do que os tempos de fase dos indivíduos com nódulo vocal, com exceção do tempo de fechamento. Observou-se também diferenças para o quociente de abertura (OQ), no grupo com nódulo vocal a proporção em que a prega vocal ficou aberta em um ciclo foi significativamente maior do que no grupo sem nódulo ($OQ = 0,81 \pm 0,07$ e $OQ = 0,68 \pm 0,12$, respectivamente). Além disso, por meio da quimografia digital pode-se observar que a amplitude de vibração das pregas vocais foi significativamente reduzida no grupo com nódulo vocal em relação aos indivíduos sem nódulo. *Discussão e Conclusão:* Concluiu-se neste trabalho, por meio da análise da videolaringoscopia de alta velocidade, que o padrão de vibração das pregas vocais foi regular em todos os grupos analisados, apresentando variações mínimas em relação ao período e à amplitude. Na comparação dos grupos, observou-se que o grupo com nódulo vocal apresentou redução da amplitude de vibração das pregas vocais em relação ao grupo controle. Além disso, no grupo com nódulo vocal o quociente de abertura indicou predomínio do tempo de fase aberta. Na comparação das metodologias empregadas concluiu-se que a videolaringoscopia de alta velocidade e a quimografia digital avaliam de forma distinta os tempos de fase do ciclo vibratório, e, consequentemente o quociente de abertura das pregas vocais, cujo cálculo é baseado nestes tempos de fase. Estes resultados alertam a necessidade de estabelecerem-se valores diferentes para a normalidade entre a videolaringoscopia de alta velocidade e a quimografia digital.

Palavras-chave: fonação, laringoscopia, disfonia.

ABSTRACT

Baravieira, P. B. **Analysis of the vibrations of vocal folds in subjects with and without vocal nodule by means of High-speed videoendoscopy.** 2011. 76 f. Dissertação (mestrado) – PPGIB - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

This dissertation reports on the analysis of the vocal fold vibration pattern of subjects with and without vocal fold nodule by high-speed videoendoscopy. It also compares the pattern of vocal fold vibration in all groups analyzed with the results of acoustic and kymograph analyses. Thirty six women whose age ranged from 18 to 45 participated of the study. They were divided into 3 groups: control group (GC), with 18 women with no lesions on vocal folds; incipient vocal nodule group (GNI), composed of 8 women with incipient vocal nodule; and vocal nodule group (GN), composed of 10 women with a small-to-large vocal nodule. The procedures comprised voice recording for acoustic analysis and auditory-perceptual and high-speed videoendoscopy for high-speed image analysis and digital kymography (DKG). The results revealed phases of the vibration cycle (open phase, closed phase, opening phase and closing phase) similar to those of the control group and incipient vocal nodule group, but significantly lower than the phase times of the vibration cycle of vocal nodule group, except for the closing phase. Regarding the open quotient (OQ), in the group with vocal nodule the proportion at which the vocal fold was opened in a cycle was significantly higher than the control group ($OQ = 0,81 \pm 0,07$ and $OQ = 0,68 \pm 0,12$, respectively). The digital kymography allowed observing that the vibration amplitude of the vocal folds was significantly reduced in the group with vocal nodule in comparison to the control group. By means of the high-speed videoendoscopy analysis, it was possible to conclude that the pattern of vocal fold vibration was regular in all groups, with minor variations in the period and amplitude. By comparing the groups, the group with vocal nodule decreased the amplitude of vibration of the vocal folds in the control group. Moreover, in the group with vocal nodule the open quotient indicated predominance of the open phase. The comparison of the methodologies allowed concluding that high-speed videoendoscopy and digital kymography assess the time phase of the vibration cycle differently, and hence the open quotient the vocal folds, which is calculated based on these times of phase. The results emphasize the need to set up different values for the normality of high-speed videoendoscopy and digital kymography.

Keywords: phonation, laryngoscopy, dysfonia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo (A) da distorção na DKG causada pelo movimento endoscópico; comparado com (B) a DKG derivada da mesma HSV após a remoção do movimento. Fonte: DELIYSKI, 2005.	24
Figura 2 – Exemplo de pregas vocais sem lesão de uma mulher com qualidade normal de voz, sendo sequencialmente: pregas vocais em abdução, em adução, no início da fase de abertura e na abertura máxima durante a fonação.....	26
Figura 3 - Exemplo de pregas vocais com nódulo vocal incipiente, sendo sequencialmente: pregas vocais em adução, no início da fase de abertura e na abertura máxima durante a fonação.	27
Figura 4 - Exemplos de pregas vocais com nódulo vocal de pequeno a grande, sendo sequencialmente: pregas vocais em abdução, em adução, no início da fase de abertura e na abertura máxima durante a fonação.....	27
Figura 5 – Exame de laringoscopia de alta velocidade.	30
Figura 6– Ilustração da extração da medida de referência por meio do programa X_CAD, a qual é representada pela linha azul que vai da comissura anterior ao terço médio das pregas vocais.	31
Figura 7- Marcação do contorno da borda da prega vocal pelo método de contornos ativos (Kass et al., 1988; Montagnoli, 1998), sendo: os quadros A e B a representação o processo de expansão do contorno até as bordas das pregas vocais e o quadro C as bordas das pregas vocais delimitadas. ..	31
Figura 8– Medidas extraídas do gráfico do pulso glotal, baseado na área da glote, no cálculo dos parâmetros a serem estudados. Onde T, T1 = aos períodos dos ciclos glotais, TFA = tempo da fase de abertura, TFF = tempo de fase de fechada, ta = tempo de abertura, tf = tempo de fechamento das pregas vocais, e A1, A2 = máximas amplitudes da glote nos ciclos vocais.	32
Figura 9 – Metodologia para o cálculo dos parâmetros vocais na DKG. Onde T, T1,T2 = aos períodos dos ciclos glotais, TFA = tempo da fase aberta, TFF = tempo de fase de fechada, ta = tempo de abertura, tf = tempo de fechamento das pregas vocais, t1 = tempo e fase da prega vocais direita, t2 = tempo de fase da prega vocal esquerda, A = máxima amplitude da glote no ciclo vocal e a1, a2 amplitude máxima da prega vocal direita e esquerda, respectivamente.	35
Figura 10 – Segmentação de imagens por contornos ativos das pregas vocais de uma mulher sem alteração laríngea e com voz normal, sendo o primeiro quadro referente à máxima amplitude de vibração e o segundo quadro referente à fase fechada da fonação.....	40
Figura 11 – Segmentação por contornos ativos da imagem das pregas vocais de uma mulher com nódulos moderados. No primeiro quadro observa-se a fase aberta da fonação e no segundo quadro a fase fechada, com fechamento incompleto e fenda em ampulheta.....	40
Figura 12 – Gráfico do pulso glotal baseado na área da glote e gráfico com sua respectiva derivada gerados a partir de uma voz feminina normal.....	41
Figura 13 – Valores médios da amplitude máxima de vibração, amplitude máxima da prega vocal direita e da esquerda, para todos os grupos.....	44

Figura 14 – Comparação entre os resultados encontrados na análise da laringoscopia de alta velocidade (HSV) e da quimografia digital (DKG), referente aos tempos das fases do ciclo vibratório em ms, para o grupo controle. Os parâmetros vibratórios avaliados foram: ta – tempo de aberta das pregas vocais, tf – tempo de fechamento, TFA – tempo de fase aberta e TFF - tempo de fase fechada.....	48
Figura 15 - Comparação entre os resultados encontrados na análise da laringoscopia de alta velocidade (HSV) e da quimografia digital (DKG), referente aos tempos das fases do ciclo vibratório em ms, no grupo com nódulo vocal incipiente e nódulo vocal. Os parâmetros vibratórios avaliados foram: ta – tempo de aberta das pregas vocais, tf – tempo de fechamento, TFA – tempo de fase aberta e TFF - tempo de fase fechada.....	49
Figura 16 - Comparação entre os resultados da HSV e da DKG para o quociente de abertura das pregas vocais (OQ), referente a todos os grupos.	49
Figura 17 – Comparação entre os resultados da HSV e da DKG para o quociente de velocidade das pregas vocais (SQ), referente a todos os grupos.	50
Figura 18 – Comparação dos resultados obtidos, por meio da laringoscopia de alta velocidade e quimografia digital, para os índices de periodicidade no tempo (TPI) e na amplitude (API).	50
Figura 19 – Comparação dos resultados obtidos por meio da HSV, da DKG e da análise acústica referentes ao coeficiente de variação no período e ao coeficiente de variação na amplitude.	51
Figura 20 – Figura ilustrativa das diferenças encontradas nos resultados da laringoscopia de alta velocidade e da quimografia digital para os tempos de fase, onde a área da glote representa o pulso gerado da HSV para análise e a linha amarela representa a linha de rastreamento da DKG.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão (DP) das fases do ciclo vibratório, de todos os grupos, calculados por meio da segmentação das imagens da videolaringoscopia de alta velocidade.	42
Tabela 2 - Média e desvio padrão (DP) dos parâmetros vibratórios analisados por meio da laringoscopia de alta velocidade, para todos os grupos: frequência fundamental (F0), quociente de abertura (OQ), quociente de velocidade (SQ), índice de periodicidade no tempo (TPI), índice de periodicidade na amplitude (API), coeficiente de variação no período (CVP) e na amplitude (CVA). .	42
Tabela 3 - Média e desvio padrão do tempo das fases do ciclo vibratório calculado por meio da quimografia digital, de todos os grupos.	44
Tabela 4 - Média e desvio padrão dos parâmetros vocais analisados por meio da quimografia digital para todos os grupos: frequência fundamental (F0), quociente de abertura (OQ), quociente de velocidade (SQ), índice de periodicidade no tempo (TPI), índice de periodicidade na amplitude (API), coeficiente de variação de periodicidade no tempo (CVP), coeficiente de variação de periodicidade na amplitude (CVA), índice de simetria de fase (PSI) e índice de simetria na amplitude (ASI).	45
Tabela 5 - Resultado da análise acústica da vogal sustentada /a/ para os parâmetros: frequência fundamental (F0), <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> , coeficiente de variação do período (CVP) e coeficiente de variação da amplitude (CVA) dos indivíduos de todos os grupos.	46
Tabela 6 – Resultados da avaliação perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /a/, para todos os grupos, realizada pela média e desvio padrão das análises dos 3 avaliadores.	46
Tabela 7 - Resultados da avaliação perceptivo-auditiva para a conversa espontânea, para todos os grupos, realizada pela média e desvio padrão das análises dos 3 avaliadores.	47
Tabela 8 - Resultados da avaliação perceptivo-auditiva para as frases do CAPE-V, para todos os grupos, realizada pela média e desvio padrão das análises dos 3 avaliadores.	47
Tabela 9 – Confiabilidade intra e inter-avaliadores, por meio do teste CCI, para a avaliação perceptivo-auditiva para todas as amostras de fala.	47
Tabela 10 – Exemplos de avaliação e re-avaliação perceptivo-auditiva, com o respectivo resultado de confiabilidade pelo teste CCI.	48

LISTA DE SIGLAS

API	Índice de periodicidade na amplitude
ASI	Índice de simetria da amplitude
CAPE-V	<i>Consensus Auditory–Perceptual Evaluation of Voice</i>
CVA	Coeficiente de variação da amplitude
CVP	Coeficiente de variação do período
dB	Intensidade em <i>Decibel</i>
DKG	Quimografia Digital
F0	Frequência fundamental
GC	Grupo Controle
GN	Grupo com nódulo vocal
GNI	Grupo com nódulo vocal incipiente
HSV	Videolaringoscopia de Alta Velocidade
Hz	Frequência vocal em <i>Hertz</i>
OQ	Quociente de abertura das pregas vocais
ORL	Médico Otorrinolaringologista
PSI	Índice de simetria de fase
QVV	Protocolo de Qualidade de Vida em Voz
SQ	Quociente de velocidade
Ta	Tempo de abertura
Tf	Tempo de fechamento
TFA	Tempo de fase aberta
TFF	Tempo de fase fechada
TPI	Índice de periodicidade no tempo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 Laringoscopia de alta velocidade	17
3.2 Empregando a quimografia digital na análise da laringoscopia de alta velocidade	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1 Considerações Éticas	26
4.2 Casuística	26
4.3 Procedimentos	29
4.3.1 Videolaringoscopia de Alta Velocidade	30
4.3.2 Quimografia digital	33
4.3.3 Análise vocal	35
4.3.5 Análise Estatística dos Resultados.....	38
4. RESULTADOS	39
4.1 Videolaringoscopia de alta velocidade	40
4.2 Quimografia Digital	43
4.3 Análise vocal.....	45
4.4 Comparações dos resultados obtidos por meio da laringoscopia de alta velocidade com os da análise acústica e da quimografia.....	48
5. DISCUSSÃO	52
6. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA*	62
APÊNDICES.....	69
APÊNDICE A.....	70
APÊNDICE B.....	71
APÊNDICE C	73
ANEXOS.....	74
ANEXO A.....	75

1. INTRODUÇÃO

Atualmente cerca de 60% da população economicamente ativa dos países desenvolvidos dependem de sua voz e habilidade comunicativa para desempenhar seu trabalho (Lohscheller *et al.*, 2007). No Brasil mais de 70% da população ativa utiliza sua voz como instrumento de trabalho (D'avila, 2010), mesmo quando ela não é o foco de suas atividades. Quanto às disfonias, pesquisas recentes mostram que cerca de 20% a 30% da população brasileira normalmente apresenta alguma lesão das pregas vocais (D'avila, 2010), sendo que estas afetam a comunicação e a qualidade de vida de todos os indivíduos de forma semelhante, usem ou não sua voz profissionalmente (Spina *et al.*, 2009).

As disfonias surgem quando ocorre uma alteração no padrão de vibração das pregas vocais, seja por ajustes funcionais inadequados, por lesões na mucosa das pregas vocais, ou pela associação destes fatores (Behlau; Azevedo; Pontes, 2001). Portanto, instrumentos capazes de visualizar o mecanismo de fonação são de suma importância na avaliação vocal.

Ao longo dos anos estes instrumentos de avaliação laríngea vêm sofrendo constante aprimoramento. O primeiro exame laríngeo foi com a laringoscopia indireta por meio do espelho circular, passando para a laringoscopia convencional (teletaringoscopia e nasoendoscopia), videoestroboscopia e recentemente a videolaringoscopia de alta velocidade. Atualmente, os mais utilizados são a laringoscopia convencional e a estroboscopia. Estes instrumentos são eficientes, no entanto ainda são limitados, a laringoscopia convencional permite uma análise eficiente do comportamento vocal, mas não detalha as características da mucosa (Behlau, Madázio, Feijó, *et al.*, 2001). Com a estroboscopia este detalhamento foi possível, no entanto este instrumento apresenta limitações, visto que a luz estroboscópica causa um movimento em câmera lenta ilusório das pregas vocais, a imagem que compõe um ciclo vibratório é na verdade a composição de imagens de diferentes ciclos vibratórios. Por esta propriedade a visualização de vibrações assimétricas torna-se inviável, impossibilitando com isso a estroboscopia nos distúrbios vocais que apresentam assimetrias relevantes na vibração das pregas vocais (Behlau, Madázio, Feijó, *et al.*, 2001; Kaszuba e Garrett, 2007; Bonilha e

Deliyski, 2008; Braunschweig *et al.*, 2008; Deliyski *et al.*, 2008; Shaw e Deliyski, 2008).

A videolaringoscopia de alta velocidade supera estas limitações, visto que é capaz de capturar 4.000 imagens por segundo das pregas vocais, velocidade capaz de mostrar o real comportamento vibratório, ou seja, visualiza os verdadeiros períodos intra-ciclo da vibração das pregas vocais na fonação (Deliyski, 2005; Schwarz *et al.*, 2006; Kaszuba e Garrett, 2007; Bonilha e Deliyski, 2008; Braunschweig *et al.*, 2008; Deliyski *et al.*, 2008; Lohscheller *et al.*, 2008; Shaw e Deliyski, 2008; Qin *et al.*, 2009).

Por esta razão a videolaringoscopia de alta velocidade é considerada um novo e poderoso instrumento para investigar a dinâmica das pregas vocais (Braunschweig *et al.*, 2008), pois pode fornecer informações essenciais para o diagnóstico clínico de uma forma eficaz, visual, quantitativa e de forma fisiologicamente interpretáveis (Deliyski, 2005). Assim sendo, é possível extrair as vibrações irregulares das pregas vocais, tornando-se um instrumento eficiente na avaliação e diagnóstico das diferentes disfonias (Larsson *et al.*, 2000; Schwarz *et al.*, 2006; Braunschweig *et al.*, 2008; Lohscheller *et al.*, 2008; Qin *et al.*, 2009).

Além de um diagnóstico mais preciso, com ela será possível aperfeiçoar o tratamento de pacientes disfônicos, o controle clínico da terapia e acompanhamentos pós-cirúrgicos das pregas vocais. No entanto, por ser tratar de um instrumento novo há falta de informações a respeito do padrão de normalidade da vibração vocal e de métodos objetivos eficientes para sua análise (Deliyski *et al.*, 2008), dificultando sua difusão no meio clínico.

Nesta pesquisa estudou-se por meio da segmentação das imagens laringoscópicas de alta velocidade o padrão de vibração das pregas vocais em indivíduos sem alterações laríngeas e com vozes normais para compreender, preliminarmente, a fisiologia da fonação saudável. Pois, é a partir do conhecimento da produção normal da voz que se cria base e limites para a compreensão da disfunção. Além do estudo da fisiologia normal da fonação, estudou-se o nódulo vocal, escolhido por ser a lesão em prega vocal mais comum (Johns, 2003; Mourão *et al.*, 2011) e a mais frequente em mulheres adultas jovens (Behlau, Madázio e Pontes, 2001).

O nódulo vocal é uma entidade clínica caracterizada como: uma lesão bilateral, de massa pequena, benigna, simétrica, séssil, de coloração esbranquiçada

ou levemente avermelhada que se localiza na borda livre das pregas vocais, no ponto médio da área de maior vibração glótica (Hirano, 1996; Behlau, Madázio e Pontes, 2001; Pontes *et al.*, 2002; Neves *et al.*, 2004). Ocorre principalmente devido ao abuso e/ou trauma vocal, sendo sua maior incidência entre mulheres jovens e crianças (Behlau, Madázio e Pontes, 2001), isto devido à configuração laríngea que é mais arredondada propiciando, na presença da tensão laríngea, a formação de uma fenda triangular médio-posterior. Segundo Pontes *et al.* (2002), o vértice da fenda triangular médio-posterior localiza-se onde há maior concentração de energia vibratória durante a fonação, onde o trauma vocal pode gerar os nódulos vocais (Pontes *et al.*, 2002).

Ressalta-se que a videolaringoscopia de alta velocidade é um instrumento que chegou recentemente ao Brasil e este é um dos primeiros trabalhos nacionais para a exploração deste novo instrumento semiológico. Com este trabalho, espera-se compreender melhor a dinâmica da produção vocal em indivíduos sem lesão nas pregas e com nódulo vocal, tanto quanto comparar o padrão de vibração destes. Além disso, compreender a relação da videolaringoscopia de alta velocidade com as metodologias empregadas tradicionalmente na avaliação vocal. Desta forma, espera-se ampliar a capacidade de precisão diagnóstica das disfonias para o uso clínico e o benefício da população, tanto quanto estabelecer preliminarmente as principais diferenças da videolaringoscopia de alta velocidade com algumas das metodologias utilizadas convencionalmente na avaliação vocal.

2. OBJETIVO

Analisar o padrão vibratório das pregas vocais, por meio da videolaringoscopia de alta velocidade, de indivíduos com e sem nódulo de prega vocal.

Comparar o padrão vibratório das pregas vocais, com e sem nódulo vocal, analisado pela videolaringoscopia de alta velocidade com os resultados das análises acústica e quimográfica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Laringoscopia de alta velocidade

Em 1930 os laboratórios *Bell* criaram a *Ultra-High-Speed Photography* (Farnsworth, 1940), tecnologia de fotografias de alta velocidade que posteriormente foi suplantada pela tecnologia digital, dando origem a videolaringoscopia de alta velocidade ou “*High Speed Video*” (HSV) (Deliyski e Petrushev, 2003). No início, as imagens da HSV eram em preto e branco e com baixa resolução, o que dificultava a segmentação das imagens, que, conseqüentemente geravam análises quantitativas pouco fidedignas do comportamento vocal.

Em 2003, Richard Wolf criou a primeira HSV colorida (Deliyski *et al.*, 2008), contribuindo para o aumento das taxas de dados, aumento da resolução e melhor qualidade de pixels das imagens. Outras melhorias notadas foram o aumento da velocidade de computadores de processamento de dados e o aumento da capacidade de armazenamento destes (Hertegård, 2005). Com estes avanços o número de pedidos da laringoscopia de alta velocidade aumentou nos últimos anos (Hertegård, 2005). No entanto, outros percalços como a enorme quantidade de informação e a falta da padronização de uma metodologia para extrair informações essenciais destas imagens (Deliyski e Petrushev, 2003) limitam o uso desta tecnologia. Em função deste último, inúmeros estudos vêm sendo realizados na busca da melhor segmentação e análise quantitativa das imagens do HSV (Deliyski, 2005; Braunschweig *et al.*, 2008; Lohscheller *et al.*, 2008; Shaw e Deliyski, 2008).

Somado a isso, observa-se que diversas pesquisas estudam a HSV combinada com outras metodologias como os sistemas de medição a *laser* (Hertegård, 2005), análise acústica (Larsson *et al.*, 2000; Shaw e Deliyski, 2008; Mehta *et al.*, 2010), glotografia (Schwarz *et al.*, 2006; Qin *et al.*, 2009; Echternach *et al.*, 2010), videoquimografia (Larsson *et al.*, 2000; Bonilha e Deliyski, 2008; Deliyski *et al.*, 2008) e estroboscopia (Bonilha e Deliyski, 2008; Bonilha *et al.*, 2008; Shaw e Deliyski, 2008; Kendall, 2009; Hayashi *et al.*, 2010). Os principais objetivos destas pesquisas são o estudo do mecanismo da fonação (Bonilha e Deliyski, 2008; Bonilha

et al., 2008; Shaw e Deliyski, 2008; Qin *et al.*, 2009), dos ataques vocais (Braunschweig *et al.*, 2008), dos diferentes estilos de canto (Hertegård, 2005) e das disfonias (Larsson *et al.*, 2000; Schwarz *et al.*, 2006; Braunschweig *et al.*, 2008; Patel *et al.*, 2011).

Os resultados apresentados por estes pesquisadores são promissores ajudando a compreender a HSV e elucidando suas vantagens e desvantagens em relação às metodologias convencionais utilizadas na avaliação vocal.

Diante disto, diversos pesquisadores vêm desenvolvendo estudos com indivíduos com vozes normais, para compreender a fisiologia saudável da fonação. Dentre estes estudos observa-se o de Shaw e Deliyski (2008) os quais verificaram, preliminarmente, a variação na amplitude da onda mucosa e a simetria desta na fonação de indivíduos com vozes normais por meio da HSV, estroboscopia e análise acústica. Ressalta-se que a avaliação das imagens laríngeas foi subjetiva e realizada por 2 juízes. Participaram do estudo 52 indivíduos, sendo 28 mulheres e 24 homens, com idades variando entre 18 e 60 anos. Nesta pesquisa, os autores dividiram os indivíduos em 3 grupos de acordo com a faixa etária, um de 18-33 anos, outro de 34-49 e por fim de 50 a 60 anos, no entanto, não descreveram os resultados para os diferentes grupos. Quanto à comparação da análise acústica com a HSV, correlacionou-se a F0 dos indivíduos com a variação da amplitude da onda mucosa e com a simetria desta. Os resultados apontaram variação da F0 de 105-394 Hz, onde se observou um grau de correlação de moderado a acentuado nos julgamentos da magnitude da onda mucosa para o vídeo de alta velocidade (HSV) e grau de correlação moderado para a reprodução do vídeo da onda mucosa, no entanto, apresentou grau de correlação baixo para a quimografia digital da linha média e para a estroboscopia. Em relação à simetria da onda mucosa a F0 apresentou correlação não significativa em todas as metodologias de avaliação. Nas avaliações visuais subjetivas da onda mucosa encontrou-se nos indivíduos normais a prevalência de onda mucosa com magnitudes atípicas e com simetria na fonação, sendo notadas diferenças entre as metodologias empregadas. Concluiu-se que os resultados do estudo reforçam a presença de magnitude atípica da onda mucosa e simetria nesta em indivíduos com vozes normais. Portanto, alerta-se a necessidade de cuidado na determinação de anormalidades das variações da onda mucosa durante os procedimentos clínicos de visualização, elucidando que é inapropriado utilizar as normas da estroboscopia para a HSV (Shaw e Deliyski, 2008).

Outro estudo realizado com indivíduos com vozes normais foi o de Kendall (2009), o qual teve por objetivo principal descrever as características da vibração das pregas vocais de indivíduos com vozes normais por meio da laringoscopia de alta velocidade (HSV). Além disso, o estudo comparou os resultados da HSV com os da estroboscopia. Participaram do estudo 50 indivíduos, com idades variando entre 21 e 65 anos, sendo 36 mulheres e 14 homens, todos com vozes normais. As características de vibração vocal analisadas foram realizadas por meio de avaliação visual subjetiva de 3 juízes. Os resultados da pesquisa apontaram: aperiodicidade vocal em 30% dos casos por meio da estroboscopia e 4% por meio da HSV; fechamento glótico completo para 71% dos homens e para 22% das mulheres, as quais outros 22% apresentaram fenda triangular posterior e 53% apresentaram avaliações inconsistentes pelos juízes; assimetria entre a prega vocal direita e esquerda em 36% dos participantes por meio da estroboscopia e em 38% por meio da HSV; quociente de abertura, por meio da HSV, com média de 62,3% e variação de 44% a 100%, sem diferença significativa com a estroboscopia. Quanto à comparação entre a HSV e estroboscopia não foi encontrado diferença significativa entre os dois instrumentos, exceto para a avaliação da periodicidade, que foi maior na estroboscopia. Descreveu-se preliminarmente, neste estudo, a variação esperada para as características de vibração das pregas vocais em indivíduos com vozes normais pela laringoscopia de alta velocidade. Estes resultados forneceram uma base para comparações com estudos com indivíduos disfônicos (Kendall, 2009).

Quanto aos estudos com vozes disfônicas descreve-se o de Patel, Liu *et al.* (2011) que, por meio da laringoscopia de alta velocidade, buscaram quantificar o movimento vibratório específico das pregas vocais na disfonia espasmódica adutora e na disfonia por tensão muscular, ambos distúrbios vocais em casos severos. O estudo foi realizado com 21 participantes, sendo 11 mulheres com disfonia espasmódica adutora, com idades entre 43 e 87 anos, e 10 participantes com disfonia por tensão muscular, sendo destes 9 mulheres com idades variando entre 39 e 65 anos e 1 homem com 65 anos. Os resultados encontrados apontaram irregularidades de movimento e micromovimentos (aproximadamente 27 ms) maiores em número para a disfonia espasmódica por adução, enquanto houve redução de movimentos irregulares, ausência de quebras na oscilação, e aumento da hiperfunção no grupo de disfonia por tensão muscular. As quebras na oscilação (tão pequenas quanto 8 ms), embora presente somente na disfonia espasmódica

adutora, não foi estatisticamente significativa pois sua ocorrência foi pequena quando comparada com outros resultados. Além disso, a análise dos sucessivos ciclos de quebra na oscilação mostrou que o grupo com disfonia espasmódica por adução possuiu 3 diferentes padrões de movimento, sendo um com possível predominância do músculo tireoaritenóideo, outro com possível predominância do músculo cricotireóideo e o último possivelmente pela combinação do tireoaritenóideo e cricotireóideo lateral. Na disfonia por tensão muscular 4 padrões consistentes foram encontrados, sendo um pela diplofonia, outro pelo vocal *fry*, o terceiro pela fonação sussurrada e o último pela fonação tensa. Na análise da especificidade e sensibilidade somente a irregularidade de movimento foi um preditor significativo presente na disfonia espasmódica adutora. Por meio do estudo os autores concluíram que a análise da cinemática por meio da laringoscopia de alta velocidade pode ser utilizada para auxiliar no detalhamento do perfil clínico das características de fonte nas disfonias espasmódica adutora e por tensão muscular (Patel *et al.*, 2011).

Larsson *et al.*, 2000, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar um sistema de análise de alta velocidade ‘*Tool Box*’, desenvolvido pela equipe de pesquisa. A análise do vídeo de alta velocidade envolveu a detecção automática das bordas das pregas vocais, o cálculo das variações da área da glote e a quimografia, os quais foram comparados com a forma da onda da voz na análise acústica. O sistema de alta velocidade ‘*Tool Box*’ foi analisado em duas condições vocais, na diplofonia e no tremor vocal. Participou do estudo um homem com voz normal, o qual foi instruído a reproduzir uma voz diplofônica, e uma mulher de 70 anos de idade com diagnóstico de tremor essencial da voz. A amostra vocal foi a vogal sustentada /i/ e a voz diplofônica foi avaliada perceptivamente pelos autores da pesquisa. Quanto aos resultados encontrou-se para a voz diplofônica, por meio da área da glote e da quimografia, um padrão repetitivo de fechamento glótico, os quais também foram observados na forma da onda da voz na análise acústica. Na avaliação da voz com tremor essencial encontrou-se flutuações na forma da onda acústica da voz os quais refletiram de variações lentas na amplitude da onda na área glotal. Por meio do estudo os autores concluíram que a combinação da laringoscopia de alta velocidade com a análise acústica e quimográfica da voz são promissores e que separadamente somam diferentes especificações das vozes

estudadas. Apontam ainda que estes resultados podem ajudar no diagnóstico diferencial na avaliação vocal clínica (Larsson *et al.*, 2000).

Braunschweig *et al.* (2008) em pesquisa com a laringoscopia de alta velocidade tiveram como objetivo apresentar um método objetivo para diagnosticar as disfonias funcionais. Participaram da pesquisa 71 mulheres, de 18 a 24 anos de idade, com voz normal ou disфония funcional leve, sendo que os autores não informaram quantas compunham cada grupo. A amostra vocal utilizada foi o início da fonação da vogal sustentada /i/, sendo que para cada indivíduo foram gravadas de 8 a 10 amostras vocais com aumento gradual da intensidade da voz. A partir destas amostras vocais os autores estimaram 2 parâmetros matemáticos, os quais refletem a dinâmica do início da fonação. No processo de início da fonação ocorre o crescimento das amplitudes das pregas vocais, este processo foi descrito pelo parâmetro 'a', sendo o valor do seu limiar mais baixo denominado de a_{th} . Este limiar reflete o tônus mioelástico das pregas vocais. O segundo parâmetro representa o nível máximo de pressão sonora ($L_{máx}$), o qual permite concluir sobre a eficiência vocal com base na pressão subglótica necessária para a fonação e as forças mioelásticas. Os resultados encontrados pelos autores indicaram limiares menores de a_{th} nos indivíduos com disфония hipofuncional que dos indivíduos normais, e valores maiores nos indivíduos com disфония hiperfuncional quando comparados com vozes normais. A explicação fisiológica está na força de adução das pregas vocais, quanto menos força de adução existir menos pressão subglótica é necessária para iniciar o processo de fonação. Quanto ao nível máximo de pressão sonora encontraram-se valores maiores no grupo de indivíduos normais quando comparado com a disфония hipofuncional e hiperfuncional. Por meio deste estudo os autores concluíram que o método apresentado é uma ferramenta estável e objetiva para o diagnóstico médico, visto que houve diferenças significantes destes parâmetros entre os grupos de disфония funcional e de vozes normais. (Braunschweig *et al.*, 2008).

Mehta *et al.* (2010) pesquisaram a qualidade vocal de indivíduos, com câncer glótico inicial, submetidos a tratamento fonocirúrgico por meio de 'angiolytic laser' com margens ultra-estreitas. Este tratamento permitiu a preservação máxima dos tecidos adjacente à área glótica, portanto, possibilitando qualidades vocais próximas da normalidade. Participaram da pesquisa 14 indivíduos com idades variando entre 50 e 84 anos (média de 66 anos), sendo 12 homens e 2 mulheres. Para avaliação

destas vozes utilizou-se a HSV associada à análise acústica das vozes, sendo a amostra vocal foi a vogal /i/ sustentada que foi gravada de forma sincronizada. Na HSV avaliaram-se a diferença de fase, diferenças de amplitude e mudanças no eixo de vibração durante o fechamento enquanto na análise acústica avaliou-se *jitter*, *shimmer* e relação harmônico-ruído. Os resultados indicaram que 38% dos indivíduos apresentaram assimetria de vibração entre as pregas vocais acima da normalidade, 62% apresentaram assimetria na amplitude da vibração acima da normalidade e 31% apresentaram mudanças no eixo da vibração acima dos limites de normalidade. Quanto ao quociente de abertura e a periodicidade de vibração todos os indivíduos apresentaram valores dentro da normalidade. Na análise acústica encontraram-se valores elevados para o *jitter* e o *shimmer*, e valores normais para a relação harmônico-ruído. Na pesquisa os autores não encontraram correlação significativa entre as medidas de perturbação acústica e as medidas baseadas na HSV, no entanto, as correlações foram moderadas. Por meio desta pesquisa os autores concluíram que o uso simultâneo da HSV e com as gravações acústicas pode fornecer novas percepções sobre os mecanismos de produção vocal no pós-operatório, os quais não podem ser obtidos com a avaliação estroboscópica (Mehta *et al.*, 2010).

Outro estudo a cerca do câncer laríngeo foi o Hayashi *et al.* (2000) os quais analisaram a *performance* vocal e investigaram a natureza do som da “neoglote” em pacientes submetidos a laringectomia supracricóidea com cricohioidoepiglotepectomia. As análises foram realizadas por meio da HSV, laringotopografia, análise de filtro inverso, quimografia e estroboscopia, sendo realizado 2 estudos de caso. Os resultados da pesquisa apontaram que a HSV foi mais efetiva que a estroboscopia na avaliação dos casos, pois na estroboscopia não foi possível a visualização das vibrações aperiódicas na área de contato, neoglote, em um dos casos, enquanto que na HSV confirmou-se a existência de vibrações nos dois casos estudados. Os autores concluíram que a HSV é um instrumento efetivo para localização das áreas responsáveis pela produção vocal em pacientes submetidos à laringectomia supracricóidea com cricohioidoepiglotepectomia (Hayashi *et al.*, 2010).

3.2 Empregando a quimografia digital na análise da laringoscopia de alta velocidade

A quimografia proveniente da videolaringoscopia de alta velocidade (HSV) denomina-se quimografia digital (DKG), uma nova geração de quimografia que supera uma série de limitações da quimografia convencional.

A principal diferença entre a quimografia convencional (VKG) e a DKG é que a DKG permite ao clínico escolher qual linha da prega vocal e qual trecho ele quer escanear da gravação da HSV, enquanto a quimografia convencional permite apenas escanear uma linha durante a execução do exame (Bonilha *et al.*, 2008).

Na DKG toda a altura das pregas vocais, da porção anterior à posterior, pode ser visualizada e analisada da mesma amostra de ciclo (Deliyski *et al.*, 2008). A DKG permite também a visualização de uma única imagem estática da quimografia, a quimografia digital da linha média, que pode ser produzida, portando, aumentando a confiabilidade e a precisão das medidas por meio da diminuição da quantidade de informações externas apresentadas (Bonilha *et al.*, 2008).

Vale ressaltar que a quimografia da linha média é um recurso disponível nas quimografias convencionais, no entanto, na DKG este recurso tornou-se mais confiável, devido a diferenças na forma de captura e escaneamento das imagens. Na captura da quimografia convencional o clínico não visualiza a laringe completa, além disso, o tempo de imagens contínuas é limitado a 18.4ms, consequentemente fica mais difícil controlar a movimentação do endoscópio e a estrutura anatômica a ser escaneada (Qiu e Schutte, 2006). Por outro lado, na captura da DKG não há limitações no tempo de imagens contínuas e observa-se toda a laringe no escaneamento da estrutura anatômica a ser analisada, o que a torna mais precisa e confiável.

Entre os benefícios da DKG está a facilidade de observar distorções nas imagens laríngeas causadas por movimentos endoscópicos (Figura 1), os quais interferem na extração das medidas objetivas da dinâmica das pregas vocais (Deliyski, 2005). Deliyski (2005) estudou um método automático para compensar os movimentos endoscópicos existentes nos exames laríngeos, especificamente para os de HSV. Entre os tópicos levantados o autor cita que a DKG é um método fácil para a identificação dos movimentos endoscópicos nas imagens da HSV. Na DKG

onde há movimentação do endoscópio as imagens geradas ficam distorcidas e exibem mudanças intermitentes no padrão de vibração das pregas vocais, enquanto que na DKG sem movimentação do endoscópio observa-se uma imagem periódica e fixa que exibe o verdadeiro padrão correspondente à linha de varredura selecionada na imagem da HSV (Deliyski, 2005). Portanto, com a quimografia digital é possível selecionar o trecho mais estável da HSV para análises do padrão de vibração das pregas vocais, sendo também uma ferramenta utilizada para esta análise.

Figura 1 – Exemplo (A) da distorção na DKG causada pelo movimento endoscópico; comparado com (B) a DKG derivada da mesma HSV após a remoção do movimento. Fonte: DELIYSKI, 2005.

Destaca-se que a maioria das pesquisas envolvendo a quimografia digital volta-se para o estudo da dinâmica de vibração das pregas vocais. Bonilha *et al.* (2008) realizaram um estudo cujo objetivo foi verificar a quantidade de assimetrias de vibração das pregas vocais em indivíduos com vozes normais. Avaliaram as assimetrias na vibração das pregas vocais por meio da estroboscopia e da videolaringoscopia de alta velocidade em duas condições: na fonação habitual e na fonação em forte intensidade. Sendo que para a análise da HSV foi utilizado o vídeo da HSV, um vídeo da DKG e a DKG da linha média. Participaram do estudo 24 mulheres e 28 homens, entre 18 e 65 anos, com vozes normais. Os resultados apontaram que a maioria (81%) dos sujeitos com vozes normais apresentaram

assimetrias anterior-posterior, no entanto, 66% foram caracterizadas como leves. Além disto, 77% dos participantes apresentaram assimetrias entre as pregas vocais direita e esquerda, sendo 72% leves. Quanto às diferentes metodologias empregadas os autores elucidaram que as assimetrias entre as pregas vocais direita e esquerda foram detectadas com maior facilidade por meio da HSV do que da estroboscopia e que foram levemente mais notadas na DKG do que no vídeo da HSV sozinho. Concluíram, por fim, que a maioria dos indivíduos com vozes normais apresentam assimetrias leves entre as pregas vocais direita e esquerda e no sentido ântero-posterior em ambas as fonações, habitual e com tensão, sendo que nesta última as assimetrias foram notadas com menor frequência.

Outro estudo realizado (Bonilha e Deliyski, 2008) descreveu as irregularidades na vibração das pregas vocais encontradas em 52 indivíduos, 24 homens e 28 mulheres, com vozes normais por meio da HSV. Neste estudo os autores avaliaram as irregularidades da excursão das pregas vocais na fonação e as irregularidades dos períodos da vibração. Para isso, realizaram avaliação subjetiva da HSV e da estroboscopia, e avaliação objetiva da linha média da DKG. Além disso, avaliaram o *jitter* e o *shimmer*, os quais foram coletados de forma sincronizada com as gravações das imagens de alta velocidade da laringe para posterior análise. Os resultados indicaram que houve menos irregularidades do período de vibração (93% regulares e 7% irregularidades leves) do que na amplitude da vibração vocal (76% regulares e 24% irregularidades leves). No entanto, na análise acústica encontraram-se mais vozes com análise acústica do *jitter* (31%) acima dos limites considerados para a normalidade do que da análise do *shimmer* (11,5%). Por meio destes resultados os autores elucidam que continua a especulação a respeito da origem fisiológica destes parâmetros acústicos usados clinicamente.

O uso da quimografia mostra a avaliação de recursos, como assimetrias entre as pregas vocais, direita e esquerda, os quais não são facilmente visualizados na estroboscopia ou HSV, onde as imagens são comparadas todo o tempo na presença de outros recursos competitivos. No entanto, é vantajoso usar a quimografia digital com a HSV, pois os métodos são complementares. Além disso, existe uma dualidade entre a HSV e a quimografia digital que faz da videolaringoscopia de alta velocidade a única com representação quimográfica compatível com o conteúdo da videolaringoscopia (Bonilha *et al.*, 2008).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Considerações Éticas

A realização do estudo contou com a concordância expressa dos indivíduos recrutados, os quais foram informados claramente a respeito dos detalhes da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, juntamente com a carta de informação ao participante (APÊNDICE A).

Ressalta-se que este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (Parecer nº: 257/2010). Foram respeitados todos os princípios éticos que versam a resolução 196/96 e 257/97 sobre ética em pesquisa com seres humanos e as orientações do referido Comitê.

4.2 Casuística

Esta pesquisa foi realizada com 36 mulheres, com idade variando entre 18 anos e 45 anos, as quais foram divididas em 3 grupos:

- Grupo controle (GC): contendo 18 mulheres sem lesão nas pregas vocais e com vozes normais (Figura 2);

Figura 2 – Exemplo de pregas vocais sem lesão de uma mulher com qualidade normal de voz, sendo sequencialmente: pregas vocais em abdução, em adução, no início da fase de abertura e na abertura máxima durante a fonação.

- Grupo com nódulo vocal incipiente (GNI): contendo 8 mulheres com nódulo incipiente de prega vocal. O nódulo vocal incipiente foi caracterizado por uma lesão inicial de tamanho mínimo, o qual não é possível de ser observado com as pregas

vocais em abdução. Sendo observados na fonação quando as pregas vocais começam a se afastar (Figura 3).

Figura 3 - Exemplo de pregas vocais com nódulo vocal incipiente, sendo sequencialmente: pregas vocais em adução, no início da fase de abertura e na abertura máxima durante a fonação.

▪ Grupo com nódulo vocal (GN): contendo 10 mulheres com nódulo vocal, de pequeno a grande (Figura 4).

Figura 4 - Exemplos de pregas vocais com nódulo vocal de pequeno a grande, sendo sequencialmente: pregas vocais em abdução, em adução, no início da fase de abertura e na abertura máxima durante a fonação.

O processo de seleção dos sujeitos da pesquisa contou com uma triagem vocal fonoaudiológica e com um exame laringológico realizado por um otorrinolaringologista. Destaca-se que o diagnóstico diferencial do nódulo vocal foi realizado por um médico otorrinolaringologista. A triagem vocal fonoaudiológica envolveu aplicação de anamnese, do Protocolo de qualidade de vida em voz – QVV (Behlau, Madázio, Feijó, *et al.*, 2001) e de avaliação perceptivo-auditiva vocal realizada por meio de uma escala visual analógica (EV) (APÊNCIDE B). A escala visual analógica foi escolhida por se tratar de um método simples e rápido (Behlau *et al.*, 2007). A escala visual analógica geralmente possui termos que representam os extremos, ausente e máximo, e/ou graus intermediários; leve, médio e intenso; dos fenômenos subjetivos (Gift, 1989; Cline *et al.*, 1992). A escala utilizada possui 100 mm, dos quais o extremo direito é representado pelo número “0”, que significa ausência de alteração vocal, e o extremo esquerdo é representado pelo número “10”, o qual representa alteração intensa vocal. A escala visual analógica ficará centrada no grau geral do desvio vocal (G).

Os indivíduos do grupo com nódulo vocal incipiente (GNI) e do com nódulo vocal (GN) selecionados para participar desta pesquisa foram pacientes de fluxo contínuo do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (HC/USP). Foram adotados como critério de inclusão para a seleção dos indivíduos do GNI e do GN:

- Ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido;
- Ser submetido à triagem fonoaudiológica;
- Possuir diagnóstico otorrinolaringológico (ORL) de nódulos nas pregas vocais;
- Ser mulher;
- Ter entre 18 e 45 anos;

Além disto, foram adotadas como critérios de exclusão no GNI e do GN: Cirurgia anterior de lesão nas pregas vocais; tabagismo; consumo diário de bebidas alcoólicas; crises alérgicas ou doenças infecciosas das vias aéreas no momento do exame; sinais laríngicos de refluxo gastroesofágico observados durante exame de laringoscopia; alterações hormonais; menopausa e constrição ântero-posterior intensa que obstrua a visualização da comissura anterior das pregas vocais na fonação.

Para seleção dos indivíduos do grupo controle (GC) foram adotados como critério de inclusão:

- Ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido;

- Ser mulher, entre 18 e 45 anos;
- Ser submetido à triagem fonoaudiológica;
- Não possuir queixa vocal e obter pontuação mínima no QVV de 97,1 no escore total (Behlau, 2010); valor considerado para a variabilidade normal da qualidade vocal.
- Possuir diagnóstico ORL de normalidade laríngea por meio de um exame de laringoscopia;
- Ser classificado com boa qualidade vocal na avaliação perceptivo-auditiva, por 3 juízes, o que implica pontuação na escala visual analógica de 0 a 35,5 mm (Yamasaki *et al.*, 2008); A descrição detalhada desta avaliação está no item 4.3.3-III.

Foram adotados como critérios de exclusão no grupo controle: tabagismo, consumo diário de bebidas alcoólicas, crises alérgicas ou infecciosas das vias aéreas no momento do exame, alterações hormonais, menopausa, queixa e/ou sinais laríngeos de refluxo gastroesofágico, constrição ântero-posterior intensa que obstrua a visualização da comissura anterior das pregas vocais na fonação, cirurgia anterior de lesão nas pregas vocais e história de queixa ou patologia vocal.

4.3 Procedimentos

Os procedimentos adotados para esta pesquisa foram a realização da videolaringoscopia de alta velocidade, a extração da quimografia digital da HSV e a gravação vocal para análise acústica e perceptivo-auditiva.

Para efetiva comparação entre as metodologias propostas houve uma calibração da intensidade (dB) e da frequência (Hz) vocal de cada indivíduo. Sendo aceitas as diferenças de ± 4 dB e de ± 4 Hz entre as gravações da videolaringoscopia de alta velocidade e vocal.

Para a calibração da intensidade foi utilizado um decibelímetro da marca RadioShak, modelo 3320-55, o qual foi padronizado a uma distância de 30 cm da comissura labial do sujeito de pesquisa, tanto durante o exame de HSV como durante a gravação vocal.

A identificação da frequência vocal no exame de videolaringoscopia de alta velocidade foi realizada por um recurso disponível no Sistema de Endoscopia utilizado. Sendo que durante a gravação vocal a frequência vocal foi identificada por meio do *software Speech Pitch*. Destaca-se que os dados referentes à frequência e intensidade foram registrados na planilha da Triagem Vocal (APÊNCIDE B) e o controle destes para calibração foram realizados mediante orientação do fonoaudiólogo ao sujeito de pesquisa.

4.3.1 Videolaringoscopia de Alta Velocidade

As gravações das videolaringoscopias de alta velocidade (HSV) foram realizadas no Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (HC-USP) por um médico otorrinolaringologista. A amostra vocal gravada dos sujeitos da pesquisa foi a vogal sustentada /ɛ/.

O vídeo de alta velocidade utilizado foi gerado pelo Sistema Completo de Endoscopia de Alta Velocidade da marca Richard Wolf, modelo Endocam-5562, utilizado juntamente com um laringoscópio rígido de 70°. O sistema possui capacidade de capturar até 4000 imagens/segundo e alta resolução (Figura 5).

Figura 5 – Exame de laringoscopia de alta velocidade.

Quanto à análise das imagens laríngeas esta envolveu dois momentos, no primeiro encontrou-se a medida de referência das pregas vocais e no segundo foi realizada a segmentação das imagens laríngeas.

A medida de referência utilizada compreenderá a distância entre a comissura anterior e o terço médio das pregas vocais na frequência vocal de fala habitual, sendo cada indivíduo sua própria referência.

A extração da medida de referência foi realizada por meio do programa X-CAD (Montagnoli, 2006). O processo envolve a interpolação da borda das pregas vocais, direita e esquerda, e a demarcação de uma linha de referência informando a inclinação da imagem laríngea. A partir destas demarcações o programa calcula e encontra o local preciso do terço médio das pregas vocais e traça uma linha em cor azul da medida de referência determinando sua extensão (Figura 6).

Figura 6— Ilustração da extração da medida de referência por meio do programa X_CAD, a qual é representada pela linha azul que vai da comissura anterior ao terço médio das pregas vocais.

A segmentação das imagens da HSV foi realizada pelo método de contornos ativos proposto primeiramente por Kass (Kass *et al.*, 1988) (Figura 7), os quais delimitam o contorno da borda das pregas vocais. Esta é uma análise quantitativa, por meio do qual se obterá o pulso glotal baseado na área da glote.

Figura 7- Marcação do contorno da borda da prega vocal pelo método de contornos ativos (Kass *et al.*, 1988; Montagnoli, 1998), sendo: os quadros A e B a representação o processo de expansão do contorno até as bordas das pregas vocais e o quadro C as bordas das pregas vocais delimitadas.

A partir da análise do pulso glotal baseado na área da glote foram calculados os parâmetros vocais (Figura 8):

- Fases do ciclo vibratório: tempo de fase aberta (TFA), tempo de fase fechada (TFF), tempo de abertura das pregas vocais (ta) e tempo de fechamento (tf);
- Frequência fundamental (F0): calculado por meio da razão 1 pelo período (T) do ciclo ($1/T$).
- Quociente de abertura das pregas vocais (OQ), representado pela razão entre TFA/T (Hirano, 1975);
- Quociente de velocidade (*Speed Quotient* – SQ): representa a simetria entre o tempo de abertura e o tempo de fechamento das pregas vocais (Qiu *et al.*, 2003). O SQ é calculado pela razão ta/tf .
- Índice de periodicidade no tempo (*Time periodicity index* – TPI), o qual é a razão entre o menor e o maior período de tempo em dois ciclos sucessivos (Qiu *et al.*, 2003). Representado pela relação: $TPI = \text{Min}(T1, T2) / \text{Max}(T1, T2)$.
- Índice de periodicidade na amplitude (*Amplitude periodicity index* – API), o qual é a razão entre a menor e a maior amplitude em dois ciclos sucessivos (Qiu *et al.*, 2003). Representado pela equação: $API = \text{Min}(A1, A2) / \text{Máx}(A1, A2)$.

Ressalta-se que os valores do TPI e API variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 mais perfeita é a periodicidade da vibração das pregas vocais (Qiu *et al.*, 2003).

Figura 8– Medidas extraídas do gráfico do pulso glotal, baseado na área da glote, no cálculo dos parâmetros a serem estudados. Onde T, T1 = aos períodos dos ciclos glotais, TFA = tempo da fase de abertura, TFF = tempo de fase de fechada, ta = tempo de abertura, tf = tempo de fechamento das pregas vocais, e A1, A2 = máximas amplitudes da glote nos ciclos vocais.

Além dos parâmetros vocais citados acima, os quais foram extraídos da literatura, propõe-se neste estudo o uso do coeficiente de variação para avaliar a periodicidade de vibração no tempo e na amplitude. O coeficiente de variação é uma ferramenta estatística largamente utilizada nos estudos científicos para analisar os

mais diversos parâmetros biológicos. Trata-se de uma medida de dispersão considerada padrão na estatística, sendo recomendado para analisar variáveis quantitativas do tipo razão, ou seja, nas quais exista um zero absoluto (Ribeiro *et al.*, 2004; Mohallem *et al.*, 2008) Portanto, perfeitamente aplicável nas medidas de tempo e de amplitude das pregas vocais na fonação, visto que estes parâmetros são quantitativos e possuem um zero absoluto.

O Coeficiente de variação é calculado pelo desvio padrão (DP) normalizado pela média ($\bar{x}$) e multiplicado por 100 para obter-se o resultado em percentagem, ou seja, $CV = (DP/\bar{x}) \times 100$. O resultado em percentagem mostra o peso do desvio padrão sobre a distribuição média. Ressalta-se que o coeficiente de variação é um método estatístico simples e padronizado, que pode ser aplicado tanto nas medidas das imagens de alta velocidade e quimografia digital como na onda sonora na análise acústica. Desta forma nas medidas das imagens analisaremos a periodicidade de vibração no tempo e na amplitude e na análise acústica o *jitter* e o *shimmer*, viabilizando uma comparação estatística efetiva entre perturbações na vibração das pregas vocais nas diversas metodologias de análise. Portanto, na HSV analisou-se:

- Coeficiente de variação no período (CVP): o qual expressa o peso do desvio padrão sobre a distribuição média dos períodos (T), calculados em ms, na vibração das pregas vocais.
- Coeficiente de variação na amplitude (CVA): corresponde ao peso do desvio padrão sobre a distribuição média da amplitude das pregas vocais na vibração, calculados com base nos valores normalizados pela referência métrica da laringe.

Para a análise dos parâmetros vocais foi considerado o valor médio encontrado no cálculo de 5 ciclos glóticos sucessivos de cada indivíduo. Posteriormente, para analisar o comportamento vocal de cada grupo pesquisado foram calculados a média e o desvio padrão de cada parâmetro vibratório das pregas vocais.

4.3.2 Quimografia digital

A quimografia digital (DKG) foi gerada a partir das imagens do exame de videolaringoscopia de alta velocidade, recurso disponível no Sistema de Endoscopia utilizado.

Para a análise da DKG foi utilizada a imagem estática da linha média desta, onde frequentemente ocorre à maior amplitude de vibração das pregas vocais. A análise por meio da linha média da quimografia digital possibilita a diminuição da quantidade de informações externas apresentadas que resulta no aumento da confiabilidade e precisão das medidas extraídas (Bonilha *et al.*, 2008).

A DKG foi analisada por meio do programa X_CAD (Montagnoli, 2006). As medidas extraídas foram mensuradas em relação ao tempo ou à medida de referência extraída na HSV, descrita no item 4.3.1.

Os parâmetros vocais analisados por meio da DKG foram os mesmos avaliados pelo pulso glotal gerado na segmentação das imagens do exame de HSV, descritos no item 4.3.1. Além destes, a DKG possibilita a avaliação de parâmetros referentes às assimetrias entre a prega vocal direita e a esquerda, são eles:

- Índice de simetria de fase (*Phase symmetry index* – PSI), índice calculado no domínio do tempo que representa a diferença de fase entre a prega vocal direita e a esquerda (t_1, t_2). Representado pela diferença de fase entre a prega vocal direita e esquerda dividido pelo período completo. Sendo definido por: $PSI = t_1 - t_2 / T$.
- Índice de simetria da amplitude (*Amplitude symmetry index* – ASI), definido pela diferença entre a amplitude da prega vocal direita e esquerda dividido pela soma das amplitudes das pregas vocais. Sendo representado por: $ASI = a_1 - a_2 / a_1 + a_2$.

Ressalta-se que os valores dos índices PSI e ASI podem variar de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo do zero mais simétrica é a vibração entre as pregas vocais direita e esquerda, seja em relação ao tempo (PSI) ou à amplitude (ASI).

Para a análise dos parâmetros vocais foi considerado o valor médio encontrado no cálculo de 5 ciclos glóticos sucessivos de cada indivíduo. Somado a isso, na análise de cada grupo pesquisado foi realizada a média e o desvio padrão de cada parâmetro vocal.

A representação esquemática da extração das medidas necessárias para o cálculo dos parâmetros vocais está ilustrada na figura 9.

Figura 9 – Metodologia para o cálculo dos parâmetros vocais na DKG. Onde T, T1, T2 = aos períodos dos ciclos glotais, TFA = tempo da fase aberta, TFF = tempo de fase de fechada, ta = tempo de abertura, tf = tempo de fechamento das pregas vocais, t1 = tempo e fase da prega vocais direita, t2 = tempo de fase da prega vocal esquerda, A = máxima amplitude da glote no ciclo vocal e a1, a2 amplitude máxima da prega vocal direita e esquerda, respectivamente.

4.3.3 Análise vocal

I. Gravação

A gravação vocal foi realizada em ambiente acusticamente tratado, por meio do Programa Análise de voz (Montagnoli, 1998). As amostras vocais foram gravadas, em um computador, por meio de uma placa de som externa USB 5.1 3D, com amplificador interno digital *Class B*, da marca *3D Sound* e microfone auricular, unidirecional e condensado da marca *Karsect*, modelo HT-2. O microfone foi posicionado a uma distância constante de 3 a 5 cm da boca e um eixo de 45° a 90° (Titze, 1994). Ressalta-se que antes de cada gravação foram realizados testes para ajuste do ganho da voz para evitar cortes de picos ou sons muito fracos.

Para a avaliação acústica foi utilizada a vogal /a/ sustentada, a qual foi editada para padronização da análise. A edição consistiu em excluir-se o primeiro segundo da amostra e analisar os 3 segundos subsequentes, sendo que o restante da amostra também foi excluída. Para a avaliação perceptivo-auditiva as amostras

de fala foram as propostas pela escala padronizada CAPE-V (*Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice*) (Asha, 2003) (ANEXO A), as quais estão especificadas abaixo:

I) Vogal /a/ sustentada com 3 a 5 segundos;

II) Produção das seguintes sentenças:

- a) Érica tomou suco de pêra e amora.
- b) Sonia sabe sambar sozinha.
- c) Olha lá o avião azul.
- d) Agora é hora de acabar.
- e) Minha mãe namorou um anjo.
- f) Papai trouxe pipoca quente.

III) Fala espontânea, com os seguintes conteúdos: "O que você mais gosta de fazer? Por quê?".

Esclarece-se que a pergunta da tarefa III, cuja função é extrair um trecho de fala espontânea, foi substituída com o intuito de inibir a evocação de sentimentos negativos que podem piorar a qualidade vocal do paciente, visto que a pergunta proposta é "Fale-me sobre o seu problema de voz" ou "Diga-me como está a sua voz".

Ressalta-se que a finalidade da pergunta ser pré-formulada existe para que haja uma padronização do tema escolhido para a conversa espontânea com o mesmo padrão de resposta dos indivíduos. Portanto, a mudança deste tema não altera a finalidade nem a eficiência da tarefa, que continua padronizada para todos os indivíduos avaliados e com caráter de fala espontânea.

II. Análise acústica

A análise acústica dos parâmetros vocais foi realizada por meio do Programa Análise de Voz, versão atualizada em 2009 (Montagnoli, 1998).

Nesse trabalho propõe-se a utilização do sinal da derivada do sinal de voz para encontrar a frequência fundamental por meio da correlação de uma amostra do sinal de tamanho correspondente ao período desse sinal com o próprio sinal. Dessa maneira os picos de correlação máxima ficam claramente evidenciados, tornando-se de fácil localização os períodos do sinal.

Além disso, para a mensuração do coeficiente de perturbação de frequência (*Jitter-PPQ*) e do coeficiente de perturbação de amplitude (*Shimmer-APQ*) será utilizado um método adicional, o coeficiente de variação do período e da amplitude. Na análise acústica, para o cálculo do coeficiente de variação do período e da amplitude (CVP e CVA), serão utilizados todos os períodos de uma janela amostral de 186 ms do sinal de voz, mantendo-se uma equivalência com o método proposto por (Davis, 1976) para o cálculo do quociente de perturbação (PPQ, PPA), o qual é utilizado para a obtenção do *Jitter* e *Shimmer* tradicionais. Destaca-se que a amostra da vogal analisada compreende 3 segundos, como explicado no item I (gravação), portanto, no cálculo dos parâmetros vocais o resultado obtido nos 3 segundos de gravação será a média dos valores encontrados para cada janela amostral de 186 ms.

Sendo assim, os parâmetros analisados foram: coeficiente de perturbação de frequência (*Jitter-PPQ*), coeficiente de perturbação de amplitude (*Shimmer-APQ*), frequência fundamental (F0), coeficiente de variação do período (CVP) e coeficiente de variação da amplitude (CVA).

III. Análise perceptivo-auditiva

A avaliação perceptivo-auditiva foi realizada por 3 fonoaudiólogos especialistas em voz previamente treinados, sendo que o treinamento foi composto por 2 encontros de aproximadamente meia hora cada. Após esta etapa cada fonoaudiólogo recebeu um CD com as amostras de vozes editadas e impressões com a CAPE-V (ANEXO A). Para a realização da análise estatística intra-juízes, no CD entregue para os fonoaudiólogos, estavam repetidas 10% das amostras de fala. A análise estatística dos resultados foi obtida pela média das avaliações dos juízes.

A escala de avaliação, utilizada pelos juízes, apresenta 6 parâmetros: grau de severidade global (impressão global da alteração vocal); rugosidade (irregularidade na vibração das pregas vocais); soprosidade (escape de ar audível na voz); tensão (esforço vocal excessivo); *pitch* (correlação perceptiva da frequência fundamental, determinando-se se está adequada ao sexo, idade e cultura do indivíduo) e *loudnes* (correlação perceptiva da intensidade do som, determinando-se se está adequada ao sexo, idade e cultura do indivíduo).

4.3.5 Análise Estatística dos Resultados

Para a análise estatística dos dados primeiramente foram realizados o teste de normalidade e de variância equivalente. Para os parâmetros vocais e vibratórios estudados que passaram nestes testes foram empregados:

- O Teste *T-Student* para comparações entre dois parâmetros;
- O teste ANOVA pareado e o pós-teste *Tukey* para comparações entre três parâmetros.

Para os parâmetros vocais e vibratórios estudados que não passaram no teste de normalidade e de variância equivalente foi empregado:

- O teste de *Mann-Whitney* para comparações entre 2 parâmetros;
- O teste *Kruskal-Wallis* e o pós-teste *Dunn* para comparações entre três parâmetros.

Ressalta-se que no presente trabalho, os testes estatísticos acima serão discutidos ao nível de 5% de significância.

Para a análise estatística da concordância intra e inter-juízes na avaliação perceptivo-auditiva aplicou-se o Coeficiente de Correlação Interclasse (CCI). Sendo que CCI com valores menores que 0,4 são interpretados com concordância pobre, CCI com resultado entre 0,4 e 0,75 com concordância satisfatória e $CCI > 0,75$ com concordância excelente.

4. RESULTADOS

Foram coletadas as vozes e as imagens de videolaringoscopia de alta velocidade de 36 mulheres, sendo 18 mulheres do grupo controle, 8 mulheres do grupo com nódulo vocal incipiente (GNI) e 10 mulheres do grupo com nódulo vocal (GN) de pequeno a grande.

Quanto ao grupo controle (GC) encontraram-se idades variando entre 19 e 34 anos, com idade média de 27 anos $\pm$ 5 anos. O questionário de qualidade de vida em voz (QVV) apresentou pontuação média de 97% $\pm$ 3%, compatível com o valor considerado para a variabilidade normal da qualidade vocal (Behlau, 2010) e indicativo de ausência de queixa vocal.

Em relação aos hábitos vocais dos indivíduos do grupo controle encontrou-se que 11 (61%) usam a voz profissionalmente, sendo 5 (28%) destas em atividades vocais de canto. Todos os sujeitos negaram consumo de bebidas alcoólicas e tabagismo. Quanto à saúde global 7 (39%) mulheres relataram rinites alérgicas, ressaltando que todas estavam assintomáticas no dia do exame. Destaca-se que não houve outras queixas quanto à saúde global, além disso, quanto ao uso de medicamentos 8 (44%) mulheres relataram uso de anticoncepcional e 1 (6%) uso de 'Citalopran' para tratamento de depressão.

Quanto ao grupo com nódulo vocal incipiente (GNI), composto por 8 mulheres, encontrou-se idade média de 38 anos $\pm$ 6 anos. No QVV a pontuação média foi de 77% $\pm$ 20%, sendo que 2 (25%) mulheres apresentaram escore indicativo de disfonia e queixa vocal e as outras 6 escore compatível com a variabilidade normal da qualidade vocal e ausência de queixa (Behlau, 2010). Em relação aos hábitos vocais 6 (75%) usam a voz profissionalmente, sendo 2 (25%) em atividades de canto. Além disso, nenhum indivíduo era tabagista, fator excludente da pesquisa, e 3 (38%) apontaram consumir bebidas alcoólicas nos finais de semana. Quanto à saúde global 4 (50%) indivíduos relataram rinite alérgica, sendo que todos estavam assintomáticos no dia do exame. Quanto ao uso de medicamentos 2 (25%) mulheres relataram uso de anticoncepcional.

Quanto ao grupo com nódulo vocal (GN) composto por 10 mulheres com nódulo de pequeno à grande, encontrou-se idade média de 31 anos $\pm$ 8 anos. No QVV a pontuação média foi de 67% $\pm$ 34%, sendo que 6 (60%) mulheres

apresentaram escore indicativo de disfonia e queixa vocal (Behlau, 2010). Em relação aos hábitos vocais 8 (80%) usam a voz profissionalmente, sendo 2 (20%) em atividades de canto. Além disso, nenhum indivíduo era tabagista, fator excludente da pesquisa, e 3 (30%) apontaram consumir bebidas alcoólicas nos finais de semana. Quanto à saúde global 5 (50%) indivíduos relataram rinite alérgica, 1 (10%) asma e 1 (10%) sinusite, sendo que todos estavam assintomáticos no dia do exame. Quanto ao uso de medicamentos 1 (10%) mulher relatou uso de anticoncepcional, 1 (10%) uso de 'Citalopran' para depressão, 1 (10%) de 'Alenia' para a asma.

4.1 Videolaringoscopia de alta velocidade

A análise da videolaringoscopia de alta velocidade (HSV) foi realizada por meio da segmentação das imagens laríngeas (Figuras 10 e 11), a partir da qual geraram-se os gráficos do pulso da área da glote e suas respectivas derivadas, como ilustrado na figura 12. Destaca-se que a derivada é um importante método para observação da qualidade do pulso glotal.

Figura 10 – Segmentação de imagens por contornos ativos das pregas vocais de uma mulher sem alteração laríngea e com voz normal, sendo o primeiro quadro referente à máxima amplitude de vibração e o segundo quadro referente à fase fechada da fonação.

Figura 11 – Segmentação por contornos ativos da imagem das pregas vocais de uma mulher com nódulos moderados. No primeiro quadro observa-se a fase aberta da fonação e no segundo quadro a fase fechada, com fechamento incompleto e fenda em ampulheta.

Figura 12 – Gráfico do pulso glotal baseado na área da glote e gráfico com sua respectiva derivada gerados a partir de uma voz feminina normal.

A análise dos tempos de fase do ciclo vibratório das pregas vocais encontra-se descrita na tabela 1. Destaca-se a comparação estatística entre os grupos, onde se encontrou: para o tempo de abertura (t_a) das pregas vocais resultados semelhantes entre o grupo controle (GC) e o grupo com nódulo vocal incipiente (GNI), enquanto que este tempo foi significativamente maior para o grupo com nódulo vocal (GN) ($p = 0,001$ – *Anova*); para o tempo de fechamento (t_f) das pregas vocais encontrou-se média de tempo semelhante para todos os grupos ($p = 0,541$ – *Anova*); no tempo de fase aberta (TFA) encontrou-se tempos semelhantes entre o grupo controle e o grupo com nódulo vocal incipiente, os quais tiveram TFA estatisticamente menor quando comparados ao grupo com nódulo vocal (GN) ($p = 0,013$ – *Anova* e pós teste *Holm-Sidak*); para o tempo de fase fechada (TFF) encontrou-se semelhança entre o grupo controle e com nódulo vocal incipiente (GNI), semelhança entre o GNI e o com nódulo vocal, no entanto, TFF estatisticamente menor para o grupo controle em relação ao grupo com nódulo vocal (GN) ($p = 0,035$ - *Anova* e pós teste *Holm-Sidak*).

Tabela 1 - Média e desvio padrão (DP) das fases do ciclo vibratório, de todos os grupos, calculados por meio da segmentação das imagens da videolaringoscopia de alta velocidade.

Fases do ciclo vibratório	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Tempo de abertura	1,61ms	± 0,42ms	1,58ms	± 0,35ms	2,22ms*	± 0,44ms
Tempo de fechamento	1,59ms	± 0,36ms	1,72ms	± 0,28ms	1,70ms	± 0,25ms
Tempo de fase aberta	3,11ms	± 0,62ms	3,15ms	± 0,58ms	3,82ms*	± 0,57ms
Tempo de fase fechada	1,47ms	± 0,59ms	1,38ms	± 0,56ms	0,90ms**	± 0,43ms

* Diferença estatisticamente significativa com GC e com GNI ($p = 0,001$ no ta; $p = 0,013$ no TFA).

** Diferença estatisticamente significativa com o GC ($p = 0,035$).

A análise dos parâmetros vibratórios das pregas vocais está descrita na tabela 2, para todos os grupos. São parâmetros vibratórios: frequência fundamental (F0), quociente de abertura (OQ), quociente de velocidade (SQ), índice de periodicidade no tempo (TPI), índice de periodicidade na amplitude (API), coeficiente de variação no período (CVP) e na amplitude (CVA).

Em relação à comparação estatística entre os grupos para os parâmetros descritos na tabela 2 encontrou-se diferença estatisticamente significativa para o quociente de abertura, onde o grupo controle apresentou valor menor do que o grupo com nódulo vocal ($p = 0,011$ – *Anova* com pós teste *Holm-Sidak*); para o coeficiente de variação no período (CVP), com diferenças entre o grupo com nódulo vocal incipiente e com nódulo vocal ($p = 0,040$ - *Kruskal-Wallis* com pós teste *Dunn*); e para o coeficiente de variação na amplitude (CVA), com diferenças entre o grupo controle e com nódulo vocal incipiente ($p = 0,026$ - *Kruskal-Wallis* e pós teste *Dunn*).

Tabela 2 - Média e desvio padrão (DP) dos parâmetros vibratórios analisados por meio da laringoscopia de alta velocidade, para todos os grupos: frequência fundamental (F0), quociente de abertura (OQ), quociente de velocidade (SQ), índice de periodicidade no tempo (TPI), índice de periodicidade na amplitude (API), coeficiente de variação no período (CVP) e na amplitude (CVA).

Parâmetros vibratórios	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
F0	206,4Hz	± 15,5Hz	209,6Hz	± 23,9Hz	202,7Hz	± 22,9Hz
OQ	0,68	± 0,12	0,70	± 0,10	0,81*	± 0,07
SQ	1,06	± 0,36	0,94	± 0,28	1,33	± 0,34
TPI	0,98	± 0,01	0,99	± 0,01	0,97	± 0,02
API	0,98	± 0,01	0,99	± 0,00	0,99	± 0,01
CVP	1,20%	± 0,68%	0,99%	± 0,80%	2,34%**	± 1,61%
CVA	1,39%	± 0,72%	0,74%*	± 0,44%	1,22%	± 0,71%

* Diferença estatisticamente significativa com o grupo controle ($p = 0,011$ e $p = 0,026$, respectivamente).

** Diferença estatisticamente significativa com o grupo com nódulo vocal incipiente ($p = 0,040$).

4.2 Quimografia Digital

Na análise da quimografia digital encontrou-se no grupo controle a média e desvio padrão normalizados: da máxima amplitude de vibração das pregas vocais igual a $\bar{x} = 0,48 \pm 0,11$; da máxima amplitude de vibração da prega vocal direita igual a $\bar{x} = 0,23 \pm 0,06$ e da máxima amplitude de vibração da prega vocal esquerda igual a $\bar{x} = 0,25 \pm 0,06$. Além disso, encontrou-se índice de simetria de amplitude entre as pregas vocais (ASI) com média de $-0,02 \pm 0,04$.

Quanto ao grupo com nódulo vocal incipiente encontraram-se valores médios: da máxima amplitude de vibração das pregas vocais igual a $\bar{x} = 0,39 \pm 0,10$; da máxima amplitude de vibração da prega vocal direita igual a $\bar{x} = 0,19 \pm 0,05$; da máxima amplitude de vibração da prega vocal esquerda igual a $\bar{x} = 0,20 \pm 0,06$ e do índice de simetria de amplitude entre as pregas vocais (ASI) igual a $-0,03 \pm 0,08$.

Em relação ao grupo com nódulo vocal encontrou-se nesta análise valores médios de: da máxima amplitude de vibração das pregas vocais igual a $\bar{x} = 0,37 \pm 0,08$; da máxima amplitude de vibração da prega vocal direita igual a $\bar{x} = 0,17 \pm 0,05$; da máxima amplitude de vibração da prega vocal esquerda igual a $\bar{x} = 0,19 \pm 0,04$ e do índice de simetria de amplitude entre as pregas vocais (ASI) igual a $-0,07 \pm 0,08$.

A comparação entre os grupos pode ser observada na figura 13. Ressalta-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupo controle e com nódulo vocal (GN) na amplitude máxima de fonação ($p = 0,017$ – *Anova* com pós-teste *Tukey*) e para as amplitudes da prega vocal direita ($p = 0,011$ – *Anova* com pós-teste *Tukey*) e para a prega vocal esquerda ($p = 0,033$ - *Anova* com pós-teste *Tukey*). Sendo que a amplitude de vibração das pregas vocais do grupo com nódulo vocal está reduzida em relação ao grupo controle. Quanto à comparação do índice de simetria de amplitude entre as pregas vocais (ASI) os grupos obtiveram valores médios semelhantes ($p = 0,170$ – *Anova*).

Figura 13 – Valores médios da amplitude máxima de vibração, amplitude máxima da prega vocal direita e da esquerda, para todos os grupos.

* Diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e com nódulo vocal.

Os resultados do tempo das fases do ciclo vibratório, referentes à análise da quimografia digital, estão descritos na tabela 3 para todos os grupos. Ressalta-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para os tempos de fase do ciclo vibratório.

Tabela 3 - Média e desvio padrão do tempo das fases do ciclo vibratório calculado por meio da quimografia digital, de todos os grupos.

Fases do ciclo vibratório	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Tempo de abertura	1,34ms	± 0,22ms	1,31ms	± 0,26ms	1,26ms	± 0,34ms
Tempo de fechamento	1,35ms	± 0,25ms	1,30ms	± 0,26ms	1,25ms	± 0,33ms
Tempo de fase aberta	2,69ms	± 0,47ms	2,59ms	± 0,49ms	2,50ms	± 0,65ms
Tempo de fase fechada	2,19ms	± 0,51ms	2,18ms	± 0,56ms	2,19ms	± 0,67ms

A análise, por meio da quimografia digital, dos parâmetros de vibração das pregas vocais está descrita na tabela 4. Os parâmetros vibratórios analisados são: o quociente de abertura das pregas vocais (OQ), o quociente de velocidade (SQ), os índices de periodicidade no tempo (TPI) e na amplitude (API), o coeficiente de variação no período (CVP), o coeficiente de variação na amplitude (CVA), o índice de simetria de fase (PSI) e o de simetria na amplitude (ASI). Destaca-se que não foi encontrada diferença estatística entre os grupos para nenhum parâmetro vibratório analisado.

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos parâmetros vocais analisados por meio da quimografia digital para todos os grupos: frequência fundamental (F0), quociente de abertura (OQ), quociente de velocidade (SQ), índice de periodicidade no tempo (TPI), índice de periodicidade na amplitude (API), coeficiente de variação de periodicidade no tempo (CVP), coeficiente de variação de periodicidade na amplitude (CVA), índice de simetria de fase (PSI) e índice de simetria na amplitude (ASI).

Parâmetros vibratórios	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
F0	206,1Hz	± 17,8Hz	211,4Hz	± 22,7Hz	197,9Hz	± 46,3Hz
OQ	0,55	± 0,09	0,54	± 0,11	0,53	± 0,10
SQ	0,99	± 0,09	1,02	± 0,17	1,00	± 0,12
TPI	0,97	± 0,01	0,98	± 0,01	0,97	± 0,02
API	0,96	± 0,02	0,96	± 0,02	0,97	± 0,01
CVP	1,92%	± 0,75%	1,92%	± 0,51%	1,99%	± 1,07%
CVA	3,52%	± 1,39%	2,78%	± 0,93%	3,46%	± 1,85%
PSI	0,04	± 0,03	0,05	± 0,04	0,06	± 0,04
ASI	-0,02	± 0,04	- 0,03	± 0,08	- 0,07	± 0,08

4.3 Análise vocal

Na análise acústica das mulheres do grupo controle constatou-se F0 variando entre 170,0Hz e 245,1Hz, com média de 203,6Hz ± 16,4Hz, sendo que estes valores estão compatíveis com o padrão estabelecido para mulheres brasileiras com vozes normais (Behlau, 1997). Em relação às mulheres com nódulo vocal incipiente (GNI) observou-se F0 variando entre 168,6 Hz a 288,4 Hz, com média de 210,1 Hz ± 34,6Hz e quanto ao grupo com nódulo vocal (GN) encontrou-se F0 variando entre 161,3Hz e 249,4Hz, com média de 202,7Hz ± 26,9Hz.

A análise acústica detalhada das vozes dos grupos está descrita na tabela 5, onde se encontra os resultados referentes à F0, ao *jitter*, ao *shimmer*, ao coeficiente de variação do período (CVP) e ao coeficiente de variação da amplitude (CVA). Quanto à comparação entre os grupos encontrou-se diferença estatística entre o grupo controle e o grupo com nódulo vocal para o *shimmer* ($p= 0,026$ – *Kruskal-Wallis* com pós teste *Dunn*) e para o coeficiente de variação na amplitude ($p= 0,013$ – *Anova* com pós teste *Dunn*), em ambos o grupo com nódulo vocal apresentou valores mais elevados que o grupo controle.

Tabela 5 - Resultado da análise acústica da vogal sustentada /a/ para os parâmetros: frequência fundamental (F0), *jitter*, *shimmer*, coeficiente de variação do período (CVP) e coeficiente de variação da amplitude (CVA) dos indivíduos de todos os grupos.

Parâmetros vibratórios	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
F0	203,6Hz	± 16,4Hz	210,1Hz	± 34,6Hz	202,7Hz	± 26,9Hz
<i>Jitter</i>	0,37%	± 0,04%	0,38%	± 0,10%	0,41%	± 0,14%
<i>Shimmer</i>	1,54%	± 0,92%	2,05%	± 1,69%	3,24%*	± 2,85%
CVP	0,60%	± 0,08%	0,60%	± 0,07%	0,71%	± 0,19%
CVA	3,22%	± 1,07%	4,46%	± 1,32%	6,00%*	± 3,28%

* Diferença estatisticamente significante com o grupo controle (p= 0,026 e 0,013, respectivamente).

A avaliação perceptivo-auditiva foi realizada com o intuito de caracterizar a qualidade vocal dos sujeitos da pesquisa, tanto quanto um método de avaliação para garantir a qualidade vocal com variabilidade normal para os indivíduos do grupo controle, a qual era critério de inclusão. Sendo assim, na avaliação da vogal sustentada /a/ dos indivíduos do grupo controle encontrou-se variabilidade normal para a qualidade vocal em todas as amostras vocais, tanto para o grau geral quanto para os parâmetros vocais específicos (0 mm a 35,5 mm) (Yamasaki *et al.*, 2008). O mesmo foi observado para o grupo com nódulo vocal incipiente, sendo que no grupo com nódulo vocal 1 (10%) dos indivíduos apresentou escore compatível com voz disfônica de grau moderado na vogal /a/ sustentada enquanto 2 (20%) dos indivíduos apresentaram grau moderado de disfonia na conversa espontânea e na leitura das frases do CAPE-V. Ressalta-se que o resultado detalhado da avaliação perceptivo-auditiva está descrito na tabela 6 para a vogal /a/ sustentada, na tabela 7 para a conversa espontânea e na tabela 8 para as frases do CAPE-V. Além disso, salienta-se que optou-se por excluir os parâmetros vocais *pitch* e *loudness* avaliados na escala CAPE-V pois a confiabilidade intra-juízes foi pobre (tabela 9).

Tabela 6 – Resultados da avaliação perceptivo-auditiva para a vogal sustentada /a/, para todos os grupos, realizada pela média e desvio padrão das análises dos 3 avaliadores.

Parâmetros vocais /a/ sustentado	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Grau geral	11,19	± 4,86	15,52	± 6,28	17,40	± 18,69
Rugosidade	2,56	± 2,42	2,21	± 3,15	9,00	± 18,21
Soprosidade	8,63	± 5,93	2,50	± 3,15	13,07	± 20,07
Tensão	2,00	± 3,11	5,71	± 3,85	8,17	± 18,17

Tabela 7 - Resultados da avaliação perceptivo-auditiva para a conversa espontânea, para todos os grupos, realizada pela média e desvio padrão das análises dos 3 avaliadores.

Parâmetros vocais Conversa Espontânea	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Grau geral	9,76	± 5,71	17,13	± 6,92	24,30	± 17,44
Rugosidade	5,31	± 4,06	10,79	± 6,83	17,20	± 16,76
Soprosidade	2,74	± 2,61	3,92	± 1,49	11,30	± 14,33
Tensão	0,76	± 1,59	4,08	± 4,41	6,80	± 9,77

Tabela 8 - Resultados da avaliação perceptivo-auditiva para as frases do CAPE-V, para todos os grupos, realizada pela média e desvio padrão das análises dos 3 avaliadores.

Parâmetros vocais Frases CAPE-V	Grupo Controle		Grupo com nódulo vocal incipiente		Grupo com nódulo vocal	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Grau geral	10,24	± 5,99	14,38	± 6,69	24,27	± 22,24
Rugosidade	5,93	± 4,60	8,92	± 6,57	19,13	± 21,85
Soprosidade	3,83	± 4,53	0,88	± 2,47	11,83	± 18,49
Tensão	1,13	± 2,28	3,17	± 3,13	8,80	± 15,61

A confiabilidade intra e inter-avaliador da avaliação perceptivo-auditiva está descrita na tabela 9, onde se apresenta o valor médio do CCI encontrado para as amostras de fala (/a/ sustentado, conversa espontânea e frases da escala CAPE-V), visto que seus resultados foram aproximados. É importante lembrar que valores do CCI menores que 0,4 indicam confiabilidade pobre, valores entre 0,4 e 0,75 indicam confiabilidade satisfatória e valores maiores ou iguais a 0,75 indicam confiabilidade excelente.

Tabela 9 – Confiabilidade intra e inter-avaliadores, por meio do teste CCI, para a avaliação perceptivo-auditiva para todas as amostras de fala.

Resultados da confiabilidade por meio do teste CCI				
Parâmetros vocais	Inter-avaliadores	Confiabilidade Intra-avaliador		
		Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3
Grau geral	0,67	0,69	0,35	0,28
Rugosidade	0,75	0,47	0,21	0,31
Soprosidade	0,75	0,33	0,52	0,53
Tensão	0,69	1,00	0,40	0,60

Como se pode observar na tabela 9 a confiabilidade intra-avaliador foi na maioria das vezes classificada pelo teste CCI como satisfatória, com alguns casos de confiabilidade pobre. No entanto, na revisão dos resultados observa-se que todos os avaliadores apresentaram uma variação muito baixa da avaliação para a re-avaliação das vozes, sendo esta variação de 0mm a 20mm, a qual numa escala que

varia de 0 e 100mm apresenta diferenças insignificantes para avaliação perceptivo-auditiva. Na tabela 10 exemplifica-se esta variação e a avaliação de confiabilidade do CCI, o qual pode ter ocorrido pelo número baixo de repetições, padronizada a 10% da amostra, que no caso foram 4 vezes.

Tabela 10 – Exemplos de avaliação e re-avaliação perceptivo-auditiva, com o respectivo resultado de confiabilidade pelo teste CCI.

Avaliação	Re-avaliação	Confiabilidade intra-avaliador
0	0	CCI = 0,00
0	0	
0	4	
0	0	
0	0	CCI = 0,00
0	0	
0	0	
10	0	

4.4 Comparações dos resultados obtidos por meio da laringoscopia de alta velocidade com os da análise acústica e da quimografia.

Na comparação entre os resultados da HSV e da DKG referentes ao tempo das fases do ciclo vibratório encontrou-se para o grupo controle diferença estatística: para o tempo de abertura (ta) ($p = 0,046$ – *Mann-Whitney*), tempo de fechamento (tf) ($p = 0,028$ – *Mann-Whitney*), tempo de fase aberta (TFA) ($p = 0,027$ – *T de Student*) e tempo de fase fechada (TFF) ($p \leq 0,001$ – *T de Student*) (Figura 14).

Figura 14 – Comparação entre os resultados encontrados na análise da laringoscopia de alta velocidade (HSV) e da quimografia digital (DKG), referente aos tempos das fases do ciclo vibratório em ms, para o grupo controle. Os parâmetros vibratórios avaliados foram: ta – tempo de abertura das pregas vocais, tf – tempo de fechamento, TFA – tempo de fase aberta e TFF - tempo de fase fechada.

* Diferença estatisticamente significante entre a HSV e a DKG.

Quanto à comparação entre a videolaringoscopia de alta velocidade e a quimografia digital para o grupo com nódulo vocal incipiente encontrou-se diferença estatística para: o tempo de fechamento (tf) das pregas vocais ($p= 0,008 - T \text{ de Student}$) e para o tempo de fase fechada (TFF) ($p= 0,013 - T \text{ de Student}$). Enquanto que para o grupo com nódulo vocal encontrou-se diferença estatística para: o tempo de abertura (ta) das pregas vocais ($p \leq 0,001 - T \text{ de Student}$), o tempo de fechamento ($p= 0,003 - T \text{ de Student}$), o tempo de fase aberta (TFA) e o tempo de fase fechada (TFF), ambos com $p \leq 0,001$ pelo teste *T de Student* (Figura 15).

Tempo das fases do ciclo vibratório

Figura 15 - Comparação entre os resultados encontrados na análise da laringoscopia de alta velocidade (HSV) e da quimografia digital (DKG), referente aos tempos das fases do ciclo vibratório em ms, no grupo com nódulo vocal incipiente e nódulo vocal. Os parâmetros vibratórios avaliados foram: ta – tempo de abertura das pregas vocais, tf – tempo de fechamento, TFA – tempo de fase aberta e TFF - tempo de fase fechada.

* Diferença estatisticamente significativa entre a HSV e a DKG.

Na comparação entre a DKG e a HSV referente ao quociente de abertura (OQ) encontrou-se diferença estatisticamente significativa em todos os grupos avaliados ($p \leq 0,001 - T \text{ de Student}$) (Figura 16).

Figura 16 - Comparação entre os resultados da HSV e da DKG para o quociente de abertura das pregas vocais (OQ), referente a todos os grupos.

* Diferença estatisticamente significativa entre a HSV e a DKG.

Quanto à comparação entre a DKG e a HSV para o quociente de velocidade (SQ) não foi encontrada diferença estatística para nenhum grupo (Figura 17).

Figura 17 – Comparação entre os resultados da HSV e da DKG para o quociente de velocidade das pregas vocais (SQ), referente a todos os grupos.

Quanto ao índice de periodicidade no tempo (TPI) e na amplitude (API), na comparação entre os resultados na HSV e da DKG, não foram encontradas diferenças estatísticas para nenhum grupo (Figura 18).

Figura 18 – Comparação dos resultados obtidos, por meio da laringoscopia de alta velocidade e quimografia digital, para os índices de periodicidade no tempo (TPI) e na amplitude (API).

Na análise comparativa, entre a HSV, a DKG e a análise acústica, do coeficiente de variação no período (CVP) encontraram-se diferença estatística entre todas as metodologias para o grupo controle e grupo com nódulo vocal incipiente ($p=$

0,001), sendo que para o grupo com nódulo vocal houve semelhança entre os resultados da HSV com a DKG. Ressalta-se que estas comparações foram realizadas pelo teste *Kruskal-Wallis* com pós-teste *Tukey*. Além disso, foi aplicado o teste de correlação de Pearson, sendo que não se encontrou correlação entre as metodologias ($p > 0,05$).

Quanto à comparação, entre os resultados da HSV, DKG e da análise acústica para o coeficiente de variação na amplitude (CVA) encontrou-se, no grupo controle e com nódulo vocal incipiente, diferença significativa entre a HSV e a DKG e entre a HSV e a acústica (ambos com $p \leq 0,001$ – *Anova* com pós-teste *Holm-Sidak*), sendo que entre a DKG e a acústica o resultado foi semelhante. No grupo com nódulo vocal (GN) observou-se diferença estatística na avaliação do CVA entre as metodologias: DKG e análise acústica ($p \leq 0,001$ – *Kruskal-Wallis* com pós-teste *Tukey*), sendo que entre a HSV e análise acústica houve semelhança de resultados e entre a HSV e a DKG também.

Ressalta-se que foi aplicado o teste de correlação de *Pearson* no qual não foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre as metodologias no CVA ($p > 0,05$) (Figura 19).

Análise comparativa entre a laringoscopia de alta velocidade (HSV), a quimografia digital (DKG) e a análise acústica

Figura 19 – Comparação dos resultados obtidos por meio da HSV, da DKG e da análise acústica referentes ao coeficiente de variação no período e ao coeficiente de variação na amplitude.

Na análise comparativa da frequência fundamental habitual entre a HSV, DKG e análise acústica não se encontrou diferença estatística entre as metodologias, em nenhum dos grupos.

5. DISCUSSÃO

Estudou-se por meio da segmentação das imagens laringoscópicas de alta velocidade o padrão de vibração das pregas vocais em indivíduos sem alterações laríngeas e com vozes normais para compreender, preliminarmente, a fisiologia da fonação saudável. Pois, é a partir do conhecimento da produção normal da voz que se cria base e limites para a compreensão da disfunção.

Além do estudo da fisiologia normal da fonação, estudou-se o nódulo vocal, escolhido por ser a lesão em prega vocal mais comum (Johns, 2003) e a mais frequente em mulheres adultas jovens (Behlau, Madázio e Pontes, 2001). Destaca-se que os indivíduos com nódulo vocal foram subdivididos, de acordo com a lesão nodular, em dois grupos, um com mulheres com nódulo incipiente de prega vocal (Grupo com nódulo vocal incipiente - GNI) e o outro com mulheres com nódulo de pequeno a grande de prega vocal (Grupo com nódulo vocal – GN).

Observa-se na anamnese que apenas 2 (25%) dos indivíduos com nódulo incipiente (GNI) tinham queixa vocal e escore no QVV indicativo de disфонia e queixa, além disso todos estes apresentaram grau geral no CAPE-V com média em torno de 14 mm em todas as amostras vocais, valor compatível com o esperado para vozes saudáveis. Outro dado importante é que a maioria destes (75%) usava a voz profissionalmente. Estes dados ressaltam a importância dos profissionais da voz em realizarem frequentemente exames laringoscópicos, visto que o nódulo incipiente mostrou-se assintomático na maioria dos indivíduos. Além disso, por ser uma lesão inicial, o tratamento do nódulo vocal incipiente é mais rápido e ainda não há grandes transtornos vocais os quais podem se agravar com o uso intenso e contínuo da voz (Ingram e Lehman, 2000). Agravamento este indesejável para os profissionais da voz, nos quais a disфонia pode causar a diminuição do rendimento ou até impossibilitar o exercício da profissão, com necessidade de remanejamento (Carding e Wade, 2000; Ingram e Lehman, 2000).

No grupo com nódulo vocal (GN) o índice de queixa vocal é maior, sendo que 6 (60%) das mulheres tinham queixa vocal e escore no QVV indicativo de queixa e de disфонia, além disso a média da qualidade geral da voz pelo CAPE-V revelou que 80% (8) destes indivíduos apresentaram variabilidade da qualidade vocal para o

grau geral compatível com a normalidade. Quanto ao uso vocal, destaca-se que 80% (8) das mulheres deste grupo usavam a voz profissionalmente. No grupo controle, de mulheres sem nódulo vocal e voz normal, 61% (11) usava a voz profissionalmente, índice pouco menor do que o encontrado nos grupos experimentais.

Na análise da videolaringoscopia de alta velocidade observaram-se diferenças significantes nos tempos de fase do ciclo vibratório, sendo o tempo de abertura e o tempo de fase aberta menores no grupo controle (GC) e no grupo com nódulo incipiente (GNI) do que os encontrados para os indivíduos com nódulo vocal (GN). Além disso, o tempo de fase fechada (TFF) foi maior no grupo controle e no GNI do que no grupo com nódulo vocal (GN). Estas diferenças implicam diretamente na relação entre o tempo de fase aberta e tempo de fase fechada das pregas vocais no ciclo, sendo observado no grupo controle que as pregas vocais ficaram abertas 68% do ciclo, no grupo com nódulo vocal incipiente 70% do ciclo e no grupo com nódulo vocal 81% do ciclo.

Esta proporção pode ser indicativa de fechamento normal ou alterado das pregas vocais, segundo Dedivitis (2002) para indivíduos com voz normal e sem lesão de pregas vocais o tempo de fase aberta (TFA) representa de 50% a 70% do ciclo glótico (Dedivitis, 2002), sendo assim o grupo controle e o grupo com nódulo vocal incipiente apresentam as proporções esperadas em vozes saudáveis em contrapartida o grupo com nódulo vocal apresenta um aumento significativo da fase aberta no ciclo glótico. Ressalta-se que esta proporção é influenciada por diversos fatores, como, por exemplo, o estado de hidratação das pregas vocais, pregas vocais mais hidratadas possuem uma mucosa mais flexível, o que ocasiona um pequeno aumento no tempo de fase fechada (Fujita *et al.*, 2004). Outros fatores que influenciam os tempos de fase aberta e fechada é a intensidade (Koishi *et al.*, 2003) e a frequência vocal (Sapienza *et al.*, 1998). Além disso, valores muito discrepantes podem indicar alterações na fonação, como por exemplo, em pregas vocais rígidas pode ser observado o predomínio do tempo de fase aberta enquanto que em distúrbios hiperfuncionais pode ser observado o predomínio do tempo de fase fechada (Dedivitis, 2002).

Outra observação importante a ser realizada é que na quimografia digital (DKG) todos os grupos apresentaram os tempos das fases do ciclo glótico semelhantes, além disso, observa-se diferença estatística com os resultados

encontrados por meio da laringoscopia de alta velocidade (HSV) para todos os tempos de fase (Figura 14 e 15). Acredita-se que a diferença encontrada entre estas metodologias seja resultado da forma de avaliação, que se difere. Na quimografia digital analisa-se a linha média do exame de laringoscopia enquanto que na videolaringoscopia de alta velocidade analisa-se toda a área glotal, o que causa diferenças na extração dos tempos de fase (Figura 20). Ressalta-se, ainda, que estas diferenças aumentam no grupo com nódulo vocal, isto porque a linha da DKG foi sobre a região nodular, onde há o primeiro e o último contato das pregas vocais na fonação.

Figura 20 – Figura ilustrativa das diferenças encontradas nos resultados da laringoscopia de alta velocidade e da quimografia digital para os tempos de fase, onde a área da glote representa o pulso gerado da HSV para análise e a linha amarela representa a linha de rastreamento da DKG.

Quanto ao quociente de abertura das pregas vocais (OQ), ferramenta bastante utilizada na compreensão dos tempos de fase, encontrou-se na HSV para o grupo controle valor médio de $0,68 \pm 0,12$, o qual foi semelhante ao grupo com nódulo incipiente (GNI) cujo valor médio foi de $0,70 \pm 0,10$, sendo estes valores compatíveis com o encontrado na literatura para vozes normais em intensidade e frequência vocal habitual (Köster *et al.*, 1999; Dedivitis, 2002; Kendall, 2009). Encontrou-se, no entanto, quociente de abertura significativamente maior no grupo com nódulo vocal de pequeno a grande (GN), tendo média igual a $0,81 \pm 0,07$, ou seja, houve no GN um predomínio do tempo de fase aberta no ciclo vocal. Este predomínio do tempo de fase aberta pode ser indicativo de aumento de rigidez nas pregas vocais (Dedivitis, 2002).

Kendall (2009) estudou a vibração das pregas vocais, por meio da laringoscopia de alta velocidade, de 50 indivíduos com vozes normais (36 mulheres e 14 homens),

com idades entre 21 e 65 anos. O autor avaliou o quociente de abertura das pregas vocais encontrando valores médios de 62,3%, correspondente a 0,62 (Kendall, 2009), como observado bem próximo ao encontrando para vozes normais neste trabalho. Ressalta-se que não foram encontrados trabalhos com videolaringoscopia de alta velocidade que avaliassem o quociente de abertura de pregas vocais em indivíduos com nódulo vocal.

Quanto à quimografia digital os valores encontrados foram todos significativamente diferentes dos encontrados na HSV, sendo esta diferença esperada visto que o quociente de abertura está diretamente relacionado com os tempos de fase, pois ele representa a proporção que as pregas vocais ficam abertas em um período (Hacki, 1996). Outra observação importante é que na quimografia digital todos os grupos obtiveram resultados semelhantes (Tabela 4), com média aproximada de 0,54, este dado é importante para alertar a necessidade de revisão da eficiência e precisão das quimografias, pois não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos por meio da quimografia digital enquanto que na segmentação das imagens da HSV foi.

Na quimografia digital os valores encontrados para o quociente de abertura, tanto nos indivíduos com nódulo vocal como os sem nódulo, foram compatíveis com a literatura para vozes normais. Estudos como o de Koishi (Koishi *et al.*, 2003), por meio da quimografia, encontrou quociente de abertura igual a 0,75, sem diferença estatística entre homens e mulheres. Enquanto que Köster, por meio da filmagem ultra-rápida e da eletroglotografia, encontrou quociente de abertura em uma mulher com voz saudável com padrão de vibração alternando entre 0,60 e 0,64 (Köster, Marx *et al.*, 1999). Ressalta-se que estas diferenças pequenas são esperadas, visto que os estudos utilizam metodologias diferentes de avaliação. No entanto, valores muito distintos podem ser indicativos de outros fatores, como o aumento da intensidade que causa a redução do quociente de abertura (Hacki, 1996; Koishi *et al.*, 2003). Além disso, distúrbios vocais hiperfuncionais também ocasionam a diminuição do quociente de abertura (Hacki, 1996), proporção do tempo de fase aberta no período, visto que aumentam a pressão subglótica e com isso o tempo de fase fechada.

Quanto à avaliação da frequência fundamental (F0) observou-se que os valores médios foram semelhantes em todos os grupos e compatíveis com o esperado na literatura para mulheres com vozes normais (Behlau, Azevedo, *et al.*,

2001). Além disso, os resultados foram compatíveis entre todas as metodologias empregadas (HSV, DKG e análise acústica). Este dado ressalta a validade de que as diferenças entre a HSV e a DKG para medir os tempos de fase são metodológicas, visto que estes se compensam e resultam em períodos semelhantes, ou seja, a mesma frequência fundamental independente da metodologia utilizada.

Em relação ao quociente de velocidade (SQ), o qual é a relação do tempo de abertura das pregas vocais pelo tempo de fechamento, encontrou-se na videolaringoscopia de alta velocidade resultados semelhantes para todos os grupos, sendo para o grupo controle o valor médio igual a $1,06 \pm 0,36$, para o grupo com nódulo vocal incipiente igual a $0,94 \pm 0,28$ e para o grupo com nódulo vocal igual a $1,33 \pm 0,34$. Estes resultados foram semelhantes ao encontrado na quimografia digital, onde também não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos, sendo que para o grupo controle o valor médio foi de $0,99 \pm 0,09$, para o grupo com nódulo vocal incipiente de $1,02 \pm 0,17$ e para o grupo com nódulo vocal de $1,00 \pm 0,12$. Este dado nos revela que para todos os grupos o tempo que a prega vocal leva para abrir é quase o mesmo que ela leva para fechar, somado a isso, observa-se que o nódulo vocal não interfere nesta proporção.

Estes resultados são semelhantes ao de Qiu et. al (2003), o qual encontrou, por meio da quimografia convencional, o quociente de velocidade das pregas vocais variando entre 0,91 e 1,15 em 3 indivíduos com vozes normais. O autor não estudou o quociente de velocidade em nódulo vocal.

Quanto aos índices de periodicidade no tempo (TPI) e na amplitude (API) encontraram-se, na laringoscopia de alta velocidade, valores médios semelhantes entre todos os grupos, sendo que não houve diferença estatística com os resultados da quimografia digital (Figura 15). Os valores médios encontrados para o TPI variaram de 0,97 à 0,99 e os encontrados para o API de 0,96 à 0,99, os quais foram semelhantes aos encontrados na literatura (Qiu et. al, 2003).

Qiu et. al (2003) realizou uma pesquisa com base na quimografia tradicional, onde propôs o uso de diversos parâmetros de vibração objetivos para quantificar a dinâmica de vibração das pregas vocais, sendo que dentre estes encontram-se os índices de periodicidade no tempo e na amplitude. Qiu et. al analisou 3 indivíduos com vozes normais e sem alterações laríngeas e realizou estudo de caso de diversas patologias, encontrou nos índice de periodicidade no tempo (TPI) 0,94 para 1 indivíduo com voz normal e 0,99 para os outros 2, enquanto que no índice de

periodicidade na amplitude (API) encontrou variabilidade de 0,97 a 0,98 nos indivíduos com vozes normais. Além disso, o autor em considera na sua discussão que valores para TPI e API acima de 0,98 indicam vibração perfeita das pregas vocais (Qiu *et al.*, 2003). Destaca-se que os resultados para vozes normais foram compatíveis com os resultados encontrados nesta pesquisa para o grupo controle, e que não foram encontrados trabalhos que avaliaram os índices de periodicidade no tempo e na amplitude em nódulo de prega vocal.

É importante observar em relação aos índices de periodicidade no tempo e na amplitude que estes índices foram propostos para analisar aperiodicidades dos exames de imagens laríngeas, mais especificamente para a quimografia (Qiu *et al.*, 2003). No entanto, estendemos o seu uso para a análise da área da glote da segmentação das imagens laríngeas. Estes índices são similares ao *jitter* e ao *shimmer* da análise acústica, mas não são facilmente comparáveis estatisticamente, visto que variam de 0 a 1, enquanto o *jitter* e o *shimmer* variam em proporções maiores e são expressos em porcentagem. Neste contexto, propôs-se neste trabalho a criação de novos parâmetros, que fossem capazes de avaliar as perturbações relativas ao período e a amplitude, tanto nas imagens laríngeas como no sinal sonoro na análise acústica, sendo eles o coeficiente de variação no período (CVP) e o coeficiente de variação na amplitude (CVA).

Quanto ao coeficiente de variação no período (CVP) encontrou-se diferença significativa entre o grupo com nódulo vocal (CVP = 2,34% $\pm$ 0,61%) e o grupo com nódulo vocal incipiente (CVP = 0,99% $\pm$ 0,80%). No entanto, com o grupo controle não houve diferença estatística (CVP = 1,20% $\pm$ 0,68%), acredita-se que com o aumento da amostra este dado poderia ser observado. Na análise do coeficiente de variação do período pela quimografia digital foram encontradas médias semelhantes para todos os grupos (GC = 1,92%; GNI = 1,92% e GN = 1,99%) e por meio da análise acústica também foi encontrada semelhança entre os grupos com média para o grupo controle de 0,60% $\pm$ 0,08, para o grupo com nódulo vocal incipiente de 0,60% $\pm$ 0,07 e para o com nódulo vocal de 0,71% $\pm$ 0,19.

Em relação ao coeficiente de variação na amplitude (CVA) observou-se por meio da laringoscopia de alta velocidade diferença estatística entre o grupo com nódulo incipiente (0,74% $\pm$ 0,44%) e o grupo controle (1,39% $\pm$ 0,72%), sendo que o grupo com nódulo incipiente mostrou-se mais regular na amplitude que o grupo controle. O grupo com nódulo vocal (1,22% $\pm$ 0,71%) foi semelhante tanto com o

grupo controle como com o grupo com nódulo vocal incipiente. Para a quimografia digital não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos, sendo que para o grupo controle a média foi de 3,52%, para o grupo com nódulo vocal incipiente foi de 2,78% e para o grupo com nódulo vocal foi de 3,46%. Na análise acústica foi encontrada diferença estatística entre o grupo com nódulo vocal ($6,00\% \pm 3,28\%$) e o grupo controle ($3,22\% \pm 1,07\%$), indicando maiores aperiodicidades na amplitude para o grupo com nódulo do que para o grupo controle. O grupo com nódulo incipiente ($4,46\% \pm 1,32\%$) foi semelhante aos outros grupos.

É importante salientar que não houve correlação nem para coeficiente de periodicidade do período nem para o da amplitude entre as metodologias. Acredita-se que estes resultados foram encontrados devido ao número pequeno de ciclos avaliados na quimografia digital e na área da glote da videolaringoscopia de alta velocidade, sendo que se propõe para estudos futuros deixar estas análises totalmente automáticas podendo, com isso, aumentar o número de ciclos avaliados, como ocorre na análise acústica. Observa-se que os resultados, destes coeficientes, na análise acústica são mais confiáveis, visto que foram compatíveis com o esperado, ou seja, semelhança entre os grupos em relação ao período e variações significativamente maiores em relação à amplitude no grupo com nódulo vocal do que no grupo controle. Além disso, quando se comparou o coeficiente de variação no período com o coeficiente de variação na amplitude, por meio da análise acústica, encontrou-se variação significativamente maior na amplitude do que no período ($p \leq 0,001$ – *Mann-Whitney*), para todos os grupos.

Salienta-se que os resultados da análise acústica referentes ao coeficiente de variação do período e da amplitude foram compatíveis com os do *jitter* e do *shimmer*, sendo que o *jitter* foi semelhante para todos os grupos, variando de 0,37% para as vozes normais a 0,41% para as vozes com nódulo vocal e o *shimmer* apresentou diferença estatisticamente significante entre o grupo com nódulo vocal ($3,24\% \pm 2,85\%$) e o grupo controle ($1,54\% \pm 0,92\%$), o grupo com nódulo incipiente foi semelhante aos outros grupos ($2,05\% \pm 1,69\%$). Além disso, o *shimmer* foi estatisticamente maior do que o *jitter* para todos os grupos ($p \leq 0,001$ – *Mann-Whitney*).

Bonilha e Deliyski (2008) em estudo com a videolaringoscopia de alta velocidade também relacionou dados referentes a perturbações na vibração das pregas vocais do período e da amplitude com o *jitter* e o *shimmer*. No entanto, os

autores encontraram resultados incompatíveis entre as perturbações na imagem e na análise acústica. Sendo que na avaliação das imagens de alta velocidade encontraram menos irregularidades do período de vibração (93% regulares e 7% irregularidades leves) do que na amplitude da vibração vocal (76% regulares e 24% irregularidades leves) e na análise acústica encontraram o inverso, menos irregularidades no *shimmer* (11,5%) do que no *jitter* (31%). Por meio destes resultados os autores elucidam que continua a especulação a respeito da origem fisiológica destes parâmetros acústicos usados clinicamente (Bonilha e Deliyski, 2008).

Na avaliação da quimografia digital encontrou-se índice de simetria de fase (PSI) semelhante para todos os grupos, sendo para o grupo controle média igual a $0,04 \pm 0,03$, para o grupo com nódulo vocal incipiente igual a $0,05 \pm 0,04$ e para o grupo com nódulo vocal igual a $0,06 \pm 0,04$. Observa-se nos resultados que existem pequenas assimetrias de fase na vibração de pregas vocais sem lesões e com voz normal, e que o nódulo vocal é uma patologia que não interfere significativamente na simetria de fase, sendo seus resultados semelhantes ao encontrado no grupo controle. Os resultados em relação ao grupo controle foram semelhantes ao encontrado por Qiu (2003), o qual por meio da análise da quimografia convencional encontrou índice de simetria de fase variando de $-0,01$ à $-0,04$ em 3 indivíduos com vozes normais.

A partir da quimografia digital quantificaram-se as assimetrias entre as pregas vocais, direita e esquerda, por meio do índice de simetria na amplitude (ASI). Os resultados apontaram assimetrias leves entre as amplitudes das pregas vocais para todos os grupos (GC = $-0,02 \pm 0,04$; GNI = $-0,03 \pm 0,08$ e GN = $-0,07 \pm 0,08$), os quais foram concordantes com a literatura que estudou indivíduos sem lesões laríngeas (Qiu *et al.*, 2003; Shaw e Deliyski, 2008). Observa-se que o grupo com nódulo vocal apresenta maior assimetria entre as pregas vocais do que o grupo controle, no entanto, estes resultados não são estatisticamente significantes.

Qiu *et al* (2003) em estudo com vozes normais encontrou índice de simetria na amplitude variando de $-0,01$ à $-0,09$ na avaliação de 3 indivíduos com vozes normais e sem alterações laríngeas. Outros estudos, como o de Shaw e Deliyski (2008) os quais também verificaram a simetria da amplitude das pregas vocais por meio da videolaringoscopia de alta velocidade encontraram prevalência de assimetria leve entre as pregas vocais nos indivíduos normais. Os autores avaliaram

52 indivíduos com vozes normais e sem lesão laríngea, sendo 28 mulheres e 24 homens, com idades variando entre 18 e 60 anos, sendo que a avaliação da simetria da amplitude nas imagens laríngeas foi subjetiva e realizada por 2 juízes. (Shaw e Deliyski, 2008). Outro estudo encontrado foi o de Kendall (2009), o qual estudou 50 indivíduos com vozes normais por meio da videolaringoscopia de alta velocidade (HSV), encontrando, por avaliação visual subjetiva de 3 juízes, assimetria entre a prega vocal direita e esquerda em 38% dos indivíduos. Ressalta-se que a avaliação dos juízes considerava as pregas vocais simétricas ou assimétricas, sem diferenciação de intensidade (Kendall, 2009).

Quanto à amplitude de vibração das pregas vocais encontrou-se, por meio da quimografia digital, diferença significativa entre o grupo controle e o grupo com nódulo vocal, sendo que no nódulo vocal houve redução da amplitude de vibração das pregas vocais, resultado este concordante com a literatura (Braga *et al.*, 2006). Lembra-se que no grupo controle o valor médio da amplitude máxima foi de $0,48 \pm 0,11$ e no grupo com nódulo vocal foi de $0,37 \pm 0,08$. Ressalta-se que o grupo com nódulo vocal incipiente não apresentou diferença significativa com nenhum dos grupos, sendo a média de sua amplitude máxima de $0,39 \pm 0,10$.

Braga *et. al* (2006) em estudo realizado com a estroboscopia encontrou resultados semelhantes. Os autores avaliaram 55 indivíduos com nódulo nas pregas vocais (52 mulheres e 3 homens) e encontraram vibração da amplitude máxima reduzida em 26 destes indivíduos, sendo que em 10 sujeitos foram reduzidos bilateralmente, em 11(20%) à esquerda e em 8 (14,5%) à direita. A avaliação foi subjetiva e realizada por 3 fonoaudiólogos e 2 otorrinolaringologistas (Braga *et al.*, 2006). Sendo estes resultados compatíveis com o encontrado nesta pesquisa, com a única diferença de que nesta pesquisa a redução da amplitude das pregas vocais foi observada bilateralmente para todos os indivíduos com nódulos e por meio de avaliação objetiva das imagens da quimografia digital.

6. CONCLUSÃO

Concluiu-se neste trabalho, por meio da análise da videolaringoscopia de alta velocidade, que o padrão de vibração das pregas vocais foi regular em todos os grupos analisados, apresentando variações mínimas no padrão de vibração em relação ao período e à amplitude. Na comparação dos grupos observou-se que os tempos de fase do ciclo glótico foram semelhantes entre o grupo controle e o grupo com nódulo vocal incipiente, no entanto, significativamente menores que o grupo com nódulo vocal, com exceção do tempo de fechamento. Observou-se também diferenças para o quociente de abertura (OQ), no grupo com nódulo vocal a proporção em que a prega vocal ficou aberta em um ciclo foi significativamente maior do que no grupo sem nódulo ($OQ = 0,81 \pm 0,07$ e $OQ = 0,68 \pm 0,12$, respectivamente). Além disso, por meio da quimografia digital observou-se que o grupo com nódulo vocal apresentou redução significativa da amplitude de vibração das pregas vocais em relação ao grupo controle. Concluindo-se assim que o nódulo de prega vocal não interferiu na periodicidade da vibração das pregas vocais no período e na amplitude, no entanto, causou aumento dos tempos de fase do ciclo vibratório, com predomínio do tempo de fase aberta das pregas vocais no ciclo e redução na amplitude de vibração das pregas vocais.

Na comparação das metodologias empregadas concluiu-se que a videolaringoscopia de alta velocidade e a quimografia digital avaliam de forma distinta os tempos de fase do ciclo vibratório. Isso ocorre devido ao fato que na quimografia digital a análise ocorre baseada na linha média da laringoscopia, enquanto que na videolaringoscopia de alta velocidade a análise é realizada sobre toda a área glotal. As diferenças na avaliação dos tempos de fase do ciclo vibratório influenciam diretamente no quociente de abertura, visto que ele está intimamente relacionado aos tempos de fase aberta e fechada das pregas vocais, desta forma seus resultados são igualmente diferentes para a laringoscopia de alta velocidade e para a quimografia digital. Estes resultados alertam a necessidade de estabelecerem-se valores diferentes para a normalidade entre a videolaringoscopia de alta velocidade e a quimografia digital.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA*

ASHA, A. S.-L.-H. A. Consensus - perceptual evaluation of voice (CAPE-V). 2003. Disponível em: < <http://www.southalabama.edu/alliedhealth/speechandhearing/jestis/SLP%20551/551%20CAPEV.pdf> >.

BEHLAU, M. (1997) Considerações sobre a análise acústica em laboratórios computadorizados de voz. . In: (Ed.). **Fonoaudiologia Atual**. São Paulo: Revinter,, cap. 12, p.93-115.

BEHLAU, M. Escores dos protocolos e os valores para o Brasil. São Paulo, 2010. Disponível em: < http://www.cevfono.com/2010/conteudo/protocolo_5.pdf >. Acesso em: 03/12/2010.

BEHLAU, M.; AZEVEDO, R.; PONTES, P. (2001). Conceito de voz normal e classificação das disfonias. . In: REVINTER (Ed.). **Voz: o livro do especialista**. 1. Rio de Janeiro, v.1, p.53-84.

BEHLAU, M.; HOGIKYAN, N. D.; GASPARINI, G. (2007). Quality of Life and Voice: Study of a Brazilian Population Using the Voice-Related Quality of Life Measure. **Folia Phoniatria et Logopaedica**, v. 59, n. 6, p. 286-296, ISSN 1021-7762. Disponível em: < <http://www.karger.com/DOI/10.1159/000108335> >.

BEHLAU, M.; MADÁZIO, G; FEIJÓ, D. (2001). Avaliação de voz. In: REVINTER (Ed.). **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro, v.1, cap. 2, p.84-246.

BEHLAU, M.; MADÁZIO, G.; PONTES, P. (2001). Disfonias organofuncionais. In: BEHLAU, M. (Ed.). **Voz: O livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, v.1, cap. 5, p.295-341.

BONILHA, H. S.; DELIYSKI, D. D. (2008). Period and Glottal Width Irregularities in Vocally Normal Speakers. **Journal of voice : official journal of the Voice Foundation**, v. 22, n. 6, p. 699-708, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0892199707000367?showall=true> >.

BONILHA, H. S.; DELIYSKI, D. D.; GERLACH, T. T. (2008). Phase Asymmetries in Normophonic Speakers: Visual Judgments and Objective Findings. **Am J Speech Lang Pathol**, v. 17, n. 4, p. 367-376, November 1,. Disponível em: < <http://ajslp.asha.org/cgi/content/abstract/17/4/367> >.

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

BRAGA, J. N. et al. (2006). Nódulos vocais: análise anátomo-funcional. **Revista CEFAC**, v. 8, n. 2, p. 223-9, abr-jun.

BRAUNSCHWEIG, T. et al. (2008). **High-speed video analysis of the phonation onset, with an application to the diagnosis of functional dysphonias**. p. 59-66 ISBN 1350-4533. Disponível em: < <http://www.biomedsearch.com/nih/High-speed-video-analysis-phonation/17317268.html> >.

CARDING, P.; WADE, A. (2000). Managing dysphonia caused by misuse and overuse. **BMJ**, v. 321.

CLINE, M. E. et al. Standardization of the Visual Analogue Scale. **Nursing Research**, v. 41, n. 6, p. 378-379, 1992. ISSN 0029-6562. Disponível em: < http://journals.lww.com/nursingresearchonline/Fulltext/1992/11000/Standardization_of_the_Visual_Analogue_Scale.13.aspx >.

D'AVILA, J. S. (2010). Você Sabia. São Paulo, . Disponível em: < http://www.ablv.com.br/campanha_detalhes.asp?id=3 >. Acesso em: 20/02/2010.

DAVIS, S. B. (1976). **Acoustic Characteristics of Normal and Patological Voices**. Academic Press Inc. Califórnia: N K Lass: 133-64 p.

DEDIVITIS, R. A. (2002). Estroboscopia. In: DEDIVITIS, R. A. e BARROS, A. P. B. (Ed.). **Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz**. São Paulo: Lovise, p.71-88.

DELIYSKI, D. (2005). Endoscope Motion Compensation for Laryngeal High-Speed Videoendoscopy. **Journal of voice : official journal of the Voice Foundation**, v. 19, n. 3, p. 485-496, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0892199704001067?showall=true> >.

DELIYSKI, D.; PETRUSHEV, P. (2003). **Methods for Objective Assessment of High-Speed Videoendoscopy 6th International Conference: Advances in Quantitative Laryngology**. AQL, V. A. S. R. Hamburg: 1-16 p.

DELIYSKI, D. D. (2005). Endoscope Motion Compensation for Laryngeal High-Speed Videoendoscopy. **Journal of Voice**, v. 19, n. 3, p. 485-496. ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B7585-4DVBHR8-7/2/81744875389eb7d9fb97a9b911b87e94> >.

DELIYSKI, D. D. et al. (2008). Clinical Implementation of Laryngeal High-Speed Videoendoscopy: Challenges and Evolution. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v.

60, n. 1, p. 33-44. ISSN 1021-7762. Disponível em: < <http://www.karger.com/DOI/10.1159/000111802> >.

ECHTERNACH, M. et al. (2010). High-Speed Imaging and Electroglottography Measurements of the Open Quotient in Untrained Male Voices' Register Transitions. **Journal of Voice**, v. 24, n. 6, p. 644-650. ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B7585-4Y64DG4-4/2/c93d55c8c05f339ca123da60bea4f80f> >.

FARNSWORTH, D. W. (1940). High-Speed Motion Pictures of the Human Vocal Cords. **Bell Lab Record**, v. 18, p. 203-8.

FUJITA, R.; FERREIRA, A. E.; SARKOVAS, C. (2004). Avaliação videoquimográfica da vibração de pregas vocais no pré e pós hidratação. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 70, p. 742-746, ISSN 0034-7299. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992004000600005&nrm=iso >.

GIFT, A. G. (1989). Visual Analogue Scales: Measurement of Subjective Phenomena. **Nursing Research**, v. 38, n. 5, p. 286-287, ISSN 0029-6562. Disponível em: < http://journals.lww.com/nursingresearchonline/Fulltext/1989/09000/Visual_Analogue_Scales_Measurement_of_Subjective.6.aspx >.

HACKI, T. (1996). Electroglottographic quasi-open quotient and amplitude in crescendo phonation. **Journal of Voice**, v. 10, n. 4, p. 342-347, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199796800257> >.

HAYASHI, S. et al. (2010). High-speed digital imaging laryngoscopy of the neoglottis following supracricoid laryngectomy with cricothyroidopiglottopexy. **The Journal of Laryngology & Otology**, v. 124, n. 11, p. 1234-1238, ISSN 0022-2151. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1017/S002221511000109X> >. Acesso em: 2010.

HERTEGÅRD, S. (2005). What have we learned about laryngeal physiology from high-speed digital videoendoscopy? **Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery**, v. 13, n. 3, p. 152-156, ISSN 1068-9508. Disponível em: < http://journals.lww.com/co-otolaryngology/Fulltext/2005/06000/What_have_we_learned_about_laryngeal_physiology.6.aspx >.

HIRANO, M. (1975). Phonosurgery: Basic and clinical investigations. **Otologia (Fukuoka)**, v. 21, n. suppl. 1, p. 239-440.

HIRANO, M. (1996). Laryngeal histopathology. In: COLTON, R. e CASPER, J. (Ed.). **Understanding voice problems: a physiological perspective for the diagnosis and treatment**. 2. Baltimore: Williams & Wilkins.

INGRAM, D. B.; LEHMAN, J. J. (2000). Management of high-risk performers in clinical practice. **Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery**, v. 8, n. 3, ISSN 1068-9508. Disponível em: < http://journals.lww.com/co-otolaryngology/Fulltext/2000/06000/Management_of_high_risk_performers_in_clinical.3.aspx >.

JOHNS, M. M. (2003). Update on the etiology, diagnosis, and treatment of vocal fold nodules, polyps, and cysts. **Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery**, v. 11, n. 6, p. 456-461, ISSN 1068-9508. Disponível em: < http://journals.lww.com/co-otolaryngology/Fulltext/2003/12000/Update_on_the_etiology_diagnosis_and_treatment.9.aspx >.

KASS, M.; WITKIN, A.; TERZOPOULOS, D. (1988). Snakes: Active contour models. **International Journal of Computer Vision**, v. 1, n. 4, p. 321-331, ISSN 0920-5691. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00133570> >.

KASZUBA, S. M.; GARRETT, C. G. (2007). Stroboscovideolaryngoscopy and Laboratory Voice Evaluation. **Otolaryngologic clinics of North America**, v. 40, n. 5, p. 991-1001, ISSN 0030-6665. Disponível em: < <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0030666507000916?showall=true> >.

KENDALL, K. A. (2009). High-Speed Laryngeal Imaging Compared With Videostroboscopy in Healthy Subjects. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 135, n. 3, p. 274-281, March 1, 2009. Disponível em: < <http://archotol.ama-assn.org/cgi/content/abstract/135/3/274> >.

KOISHI, H. U. et al. (2003). Variação da intensidade vocal: estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 69, p. 464-470, ISSN 0034-7299. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992003000400005&nrm=iso >.

KÖSTER, O. et al. (1999). Qualitative and quantitative analysis of voice onset by means of a multidimensional voice analysis system (MVAS) using high-speed imaging. **Journal of Voice**, v. 13, n. 3, p. 355-374, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199799800411> >.

LARSSON, H. et al. (2000). Vocal Fold Vibrations: High-Speed Imaging, Kymography, and Acoustic Analysis: A Preliminary Report. **The Laryngoscope**, v.

110, n. 12, p. 2117-2122, ISSN 1531-4995. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1097/00005537-200012000-00028> >.

LOHSCHELLER, J. et al. (2008). Phonovibrography: Mapping High-Speed Movies of Vocal Fold Vibrations Into 2-D Diagrams for Visualizing and Analyzing the Underlying Laryngeal Dynamics. . **IEEE Transaction on Med. Imaging.**, v. 27, n. 3, p. 10.

LOHSCHELLER, J. et al. (2007). Clinically evaluated procedure for the reconstruction of vocal fold vibrations from endoscopic digital high-speed videos. **Medical image analysis**, v. 11, n. 4, p. 400-413. ISSN 1361-8415. Disponível em: < <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361841507000369?showall=true> >.

MEHTA, D. D. et al. (2010). Voice production mechanisms following phonosurgical treatment of early glottic cancer. **The Annals of otology, rhinology, and laryngology**, v. 119, n. 1, p. 1-9. Disponível em: < <http://ukpmc.ac.uk/abstract/MED/20128179> >.

MOHALLEM, D. F. et al. (2008). Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 449-453, ISSN 0102-0935.

MONTAGNOLI, A. N. (1998). **Análise Residual do sinal de voz**. Mestrado (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MONTAGNOLI, A. N. (2006). **Cirurgia virtual da laringe**. 125 (doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MOURÃO, A. M.; BASSI, I. B.; GAMA, A. C. C. (2011). Avaliação eletroglotográfica de mulheres disfônicas com lesão de massa. **Revista CEFAC**, p. 1-8, ISSN 1516-1846. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462011005000097&nrm=iso >.

NEVES, B. M. J.; G. NETO, J.; PONTES, P. (2004). Diferenciação histopatológica e imunoistoquímica das alterações epiteliais no nódulo vocal em relação aos pólipos e ao edema de laringe. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 70, p. 439-448, ISSN 0034-7299. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992004000400002&nrm=iso >.

PATEL, R. R. et al. (2011). **Differential vibratory characteristics of adductor spasmodic dysphonia and muscle tension dysphonia on high-speed digital imaging**. 21-32 ISBN 0003-4894. Disponível em: <

<http://www.biomedsearch.com/nih/Differential-vibratory-characteristics-adductor-spasmodic/21370677.html> >.

PONTES, P. et al. Vocal Nodules and Laryngeal Morphology. (2002). **Journal of Voice**, v. 16, n. 3, p. 408-414, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199702001121> >.

QIN, X.; WANG, S.; WAN, M. (2009). Improving Reliability and Accuracy of Vibration Parameters of Vocal Folds Based on High-Speed Video and electroglottography. **IEEE Transactions on Biomed. Engineering.**, v. 56, n. 6, p. 1744-54.

QIU, Q.; SCHUTTE, H. K. (2006). A New Generation Videokymography for Routine Clinical Vocal Fold Examination. **The Laryngoscope**, v. 116, n. 10, p. 1824-1828, ISSN 1531-4995. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1097/01.mlg.0000233552.58895.d0> >.

QIU, Q. et al. (2003). An Automatic Method to Quantify the Vibration Properties of Human Vocal Folds via Videokymography. **Folia Phoniatrica et Logopaedica**, v. 55, n. 3, p. 128-136, ISSN 1021-7762. Disponível em: < <http://www.karger.com/DOI/10.1159/000070724> >.

RIBEIRO, N. D. et al. (2004). Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1371-1377, ISSN 0103-8478.

SAPIENZA, C. M.; STATHOPOULOS, E. T.; DROMEY, C. (1998). Approximations of open quotient and speed quotient from glottal airflow and egg waveforms : Effects of measurement criteria and sound pressure level. **Journal of voice : official journal of the Voice Foundation**, v. 12, n. 1, p. 31-43, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0892199798800738?showall=true> >.

SCHWARZ, R. et al. (2006). Classification of Unilateral Vocal Fold Paralysis by Endoscopic Digital High-Speed Recordings and Inversion of a Biomechanical Model. **IEEE Transactions on Biomed. Engineering.** , v. 53, n. 6, p. 1099-108.

SHAW, H. S.; DELIYSKI, D. D. (2008). Mucosal Wave: A Normophonic Study Across Visualization Techniques. **Journal of voice : official journal of the Voice Foundation**, v. 22, n. 1, p. 23-33, ISSN 0892-1997. Disponível em: < <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0892199706001093?showall=true> >.

SPINA, A. L. et al.(2009). Correlação da qualidade de vida e voz com atividade profissional. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 75, p. 275-279, ISSN 0034-7299.

TITZE, I. R. (1994) .**Workshop on Acoustic Voice Analysis**. Denver: National Center for Voice and Speech: 36 p.

YAMASAKI, R. et al. (2008). **Correspondência entre Escala Analógico-Visual e a Escala Numérica na Avaliação Perceptivo-Auditiva de Vozes** 16º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia. FONOAUDIOLOGIA, S. B. D. Campos do Jordão.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: **“Análise dos padrões vibratórios das pregas vocais em pacientes disfônicos e normais por meio da videolaringoscopia de alta velocidade”.**

Convidamos você a participar deste estudo que tem como objetivo verificar como vibram suas pregas vocais e a comparação desta vibração com os efeitos que causam na sua voz, acústica e perceptivo-auditiva. Este estudo tem o intuito de aprofundar o conhecimento científico no uso de um novo instrumento de avaliação, o vídeo de alta velocidade, para que a atuação junto aos pacientes com distúrbios vocais seja cada vez mais efetiva e proporcione um diagnóstico mais preciso das patologias que afetam as pregas vocais, o que contribuirá com uma conduta médica e fonoaudiológica mais assertiva para cada caso.

Para participar deste trabalho você responderá a uma mini-entrevista a respeito de sua saúde vocal e hábitos correlacionados, realizará gravações de voz, contendo as vogais sustentadas /a/ e /e/, dias da semana, e uma conversa espontânea com o tema “fale-me como está sua voz”. Ressalta-se que estes procedimentos não são processos invasivos e não causam dor.

Por meio deste autorizo o armazenamento destes dados no Hospital das Clínicas para o uso em pesquisas posteriores. Além disto, autorizo o uso do exame de laringoscopia de alta velocidade que realizei na pesquisa “Estudo e avaliação da produção da voz utilizando vídeo de alta velocidade das pregas vocais”.

Em qualquer momento, você poderá fazer perguntas relacionadas ao estudo, bem como terá a liberdade de retirar seu consentimento e deixar de autorizar a sua participação no estudo, sem que isso lhe traga algum prejuízo.

Fica assegurado que você não será identificado por nome, mantendo-se a informação confidencial. Caso você queira apresentar reclamações em relação a sua participação no estudo, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, da UFSCar, que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br; com o pesquisador responsável Fga. Paula Belini Baravieira pelo telefone (14) 96746371.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr. (a) _____, portador da cédula de identidade _____, após leitura minuciosa do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, devidamente explicado pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

São Paulo-SP, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Sujeito da Pesquisa

Assinatura do Autor

APÊNDICE B

TRIAGEM VOCAL

I. ANAMNESE VOCAL FONOAUDIOLÓGICA PARA A SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

1. Dados pessoais

Nome: _____ Data: __/__/____.

Data de nascimento: _____

Profissão: _____ Telefone: _____

Nacionalidade: _____ 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, paletas 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 gastroesofágico:

☐ 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

III. Triagem Vocal Otorrinolaringológica e Fonoaudiológica

1. Controle de Frequência e Intensidade de Gravação

1.a) Gravação vocal para análise acústica e perceptivo-auditiva

Voz	Habitual	Aguda	Grave
F0 (Hz)			
Intensidade (dB)			

1.b) Gravação da videolaringoscopia de alta velocidade

Voz	Habitual	Aguda	Grave
F0 (Hz)			
Intensidade (dB)			

2. Triagem vocal fonoaudiológica:

Análise perceptivo-auditiva:

Pitch:

() adequado () agudo () grave

Qualidade Vocal:

GRAU GERAL 0 _____ 100mm
ausência de alto grau de

3. Diagnóstico Otorrinolaringológico por meio de exame laríngeo:

() Diagnóstico laríngeo de normalidade.

Patologia vocal	Pregas vocais	
() Nódulo	() Direita	() Esquerda
() Pólipo	() Direita	() Esquerda

Observações: _____

IV. Resultado com base nos itens I, II e III:

De acordo com os critérios de inclusão e exclusão para a seleção da amostra o indivíduo encontra-se:

- () incluído no grupo controle
- () incluído do grupo com distúrbios vocais
- () excluído, dessa pesquisa.

APÊNDICE C

Considerações sobre o tamanho da amostra

A obtenção do número de indivíduos (n) pode ser feita a partir da formula do intervalo de confiança que estima a média:

$$\hat{\mu} = \bar{x} \pm t_{\alpha;gl} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

portanto:

$$n = \frac{s^2}{(\bar{x} - \mu)^2} (t_{\alpha;gl})^2$$

onde: $(\bar{x} - \mu)$ = erro admissível de estimação; s = desvio padrão amostral; n número de indivíduos; $t_{\alpha;gl}$ = distribuição T-Student para um nível de significância igual a α e gl graus de liberdade (n-1).

Supondo um nível de confiança de 95% teremos $\alpha = 0,05$ e uma amostra inicial de no mínimo 5 indivíduos teremos o grau de liberdade gl mínimo de 4, portanto $t_{\alpha;gl}$ terá no máximo o valor crítico de 2,776.

Por não termos dados na literatura descrevendo a média e desvio padrão de uma população para o estudo em questão, no caso a comparação entre normal e patológica para a metodologia proposta, colocaremos o erro máximo da estimativa como metade da variância amostral, portanto um valor inicial de n:

$$n = \frac{s^2}{(\bar{x} - \mu)^2} (t_{\alpha;gl})^2 = \frac{1}{0.5^2} (2,776)^2 = 30.8$$

Um valor inicial para essas condições seria considerar $n = 31$, ou seja $gl = 30$, através de sucessivas interações o valor de n estabiliza em $n = 18$ amostras.

Para conferir esse valor, temos: $t_{0,05;17} = 2,110$, logo

$$n = \frac{s^2}{(\bar{x} - \mu)^2} (t_{\alpha;gl})^2 = \frac{1}{0.5^2} (2,110)^2 \cong 18$$

Conforme as suposições acima, para garantirmos uma confiança de 95% nas estatísticas das médias necessita-se de uma amostra piloto de 18 indivíduos para cada grupo (Normais e Patológicas), sendo que, em estudos futuros para aumentarmos o nível de confiança teremos que aumentar esse número, mas com a possibilidade de podermos estimar média e desvio padrão da amostra piloto, refinando a capacidade do cálculo do tamanho amostral.

ANEXOS

ANEXO A

PROTOCOLO CAPE-V: CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO AUDITIVA DA VOZ – ASHA 2003, SID3

Nome _____ Data: _____

Os parâmetros da qualidade vocal deverão ser preenchidos conforme as seguintes tarefas:

1) Vogal sustentada com 3 a 5 segundos.

2) Produção das seguintes sentenças:

a) Érica tomou suco de pêra e amora.

d) Agora é hora de acabar.

b) Sonia sabe sambar sozinha.

e) Minha mãe namorou um anjo.

c) Olha lá o avião azul.

f) Papai trouxe pipoca quente.

3) Fala espontânea, com os seguintes conteúdos: "Fale-me sobre o seu problema de voz" ou "Diga-me como está a sua voz". *

Legenda: C = consistente I = Intermitente

		SCORE
GRAU GERAL	_____	C I ____/100
	DI MO SE	
RUGOSIDADE	_____	C I ____/100
	DI MO SE	
SOPROSIDADE	_____	C I ____/100
	DI MO SE	
TENSÃO	_____	C I ____/100
	DI MO SE	
PITCH	indique a natureza do desvio de <i>pitch</i> _____	C I ____/100
	DI MO SE	
LOUDNESS	indique a natureza do desvio de <i>loudness</i> _____	C I ____/100
	DI MO SE	
_____	_____	C I ____/100
	DI MO SE	
_____	_____	C I ____/100
	DI MO SE	

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).

Clínico: _____

* Pergunta tarefa III: "O que você mais gosta de fazer? Por quê?"

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 <http://www.propq.ufscar.br>

Parecer Nº. 257/2010

CAAE: 0049.0.135.000-10

Título do projeto: Análise dos padrões vibratórios das pregas vocais em pacientes disfônicos e normais por meio da videolaringoscopia de alta velocidade.

Pesquisadores (as): PAULA BELINI BARAVIEIRA, ARLINDO NETO MONTAGNOLI

Parecer

As pendências apontadas no Parecer nº. 200/2010 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