REGINA APARECIDA PIMENTA

**USO DA AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DA
VOZ NA CARACTERIZAÇÃO VOCAL DE
PACIENTES COM PARALISIA UNILATERAL DE
PREGAS VOCAIS.**

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

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli
Co-orientadora: Prof. Dra Maria Eugênia Dajer

Versão corrigida
São Carlos,
2016

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

P644u Pimenta, Regina Aparecia
USO DA AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DA VOZ NA
CARACTERIZAÇÃO VOCAL DE PACIENTES COM PARALISIA
UNILATERAL DE PREGAS VOCAIS. / Regina Aparecia Pimenta;
orientador Arlindo Neto Montagnoli; coorientadora
Maria Eugenia Dajer. São Carlos, 2016.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação
Interunidades 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,
2016.

1. Avaliação Multidimensional da Voz. 2. Análise
Perceptivo-auditiva. 3. Análise Acústica. 4.
Videolaringoscopia de Alta Velocidade. 5. Paralisia
Unilateral de Pregas Vocais. I. Título.

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

REGINA APARECIDA PIMENTA

Título: "Uso da avaliação multidimensional da voz na caracterização vocal de pacientes com paralisia unilateral e pregas vocais"

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

Defesa em 06/05/2016

Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli (Orientador)

Resultado: Aprovada

Universidade Federal de São Carlos

Assinatura: Arlindo Neto Montagnoli

Dra. Rosiane Kimiko Yamasaki Odagima

Resultado: APROVADA

Faculdade de Medicina / USP

Assinatura: Rosiane Kimiko Yamasaki Odagima

Prof. Dr. Alan Petrônio Pinheiro

Resultado: Aprovada

Universidade Federal de Uberlândia

Assinatura: Alan Petrônio Pinheiro

Prof. Dr. Ricardo Augusto Souza Fernandes

Resultado: APROVADO

Universidade Federal de São Carlos

Assinatura: Ricardo Augusto Souza Fernandes

Prof. Dr. Wagner Endo

Resultado: APROVADO

Universidade Federal Tecnológica do
Paraná

Assinatura: Wagner Endo

Data da homologação: ____/____/____

*A minha mãe pelo o amor e dedicação incondicional à família, ao meu pai
(in memoriam) pelo exemplo e ensinamento de honestidade, aos meus
sobrinhos por serem a motivação de minha vida e ao meu marido pela
paciência, compreensão, presença e apoio em todas as minhas escolhas.*

AGRADECIMENTOS

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

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

Aos meus orientadores prof. Dr Arlindo Neto Montagnoli e profa. Dra. Maria Eugenia Dajer, pela paciência e confiança dada ao longo deste trabalho. Obrigada pelos ensinamentos, investimentos e credibilidade para o meu crescimento profissional. Obrigada por permitirem meu convívio no grupo de pesquisa, onde pude passar por experiências do Ser pesquisador.

Ao meu marido Adilson Barros Wanderley, por me dedicar todo seu amor, carinho, companheirismo, compreensão, amizade, paciência, confiança e credibilidade. Obrigada por apoiar todas as minhas escolhas, até mesmo as mais incertas, e por estar sempre presente. Obrigada por torcer, vibrar e contribuir para meus sucessos e sonhos.

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

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

Aos professores Marcelo Basílio Joaquim, Luís Fernando Costa Alberto e José Marques Novo Junior, por contribuírem com minha formação de doutora em bioengenharia ao longo do meu curso.

Obrigada à Fga. Monike Tsutsumi, pelo companheirismo e pela generosidade em compartilhar todas as suas experiências de sucesso comigo. Agradeço as psicólogas: Lia, Jéssica, Maria e Camila pelo agradável convívio nos momentos de descontração no consultório. E as fonoaudiólogas: Maíra Botta e Priscilla Velloso, por cruzarem meu caminho com oportunidades em uma etapa importante do meu trabalho e crescimento profissional.

Obrigada a todos os amigos que fiz em São Carlos, os quais foram responsáveis por muitos momentos de descontração, mas também de discussões que, de alguma forma, contribuíram na construção deste trabalho. Agradecimentos para: Guido e Katerin, Lie, Suetake e para minha mais nova amiga de laboratório: Ana Cecília.

Obrigada à família peruana: Edwin, Soledad e Gabriel, por proporcionarem momentos importantes de discussão sobre o trabalho do pesquisador e momentos de descontração. Obrigada por dividirem comigo suas experiências.

Agradecimentos à família cubana: Lianet e Lian, Esperanza e Felipe, as gemias: Indara e Orieta, e todos os outros que sempre torceram pelo meu sucesso. Obrigada pelos momentos de confraternização, amizade e confiança.

Agradecimentos para todos da família Pelotão, por me incluírem como membro e permitirem minha participação em todos os eventos, confraternizações, reuniões e momentos de descontração. Este convívio tornou ainda mais agradável minha jornada de trabalho em São Carlos.

Obrigada aos educadores físicos: Gisele e Evert, e também para todos os profissionais do CEFER por contribuírem com a integridade de minha saúde ao elaborarem treinos de condicionamento físico personalizado! Este também foi um importante convívio para meu rendimento como discente e pesquisadora.

Agradecimentos à coordenadora do Programa de Pós-Graduação Profa. Dra. Ana Maria de Guzzi Plepis, às secretárias Janete e Márcia, ao profissional Nelson e todos os outros profissionais da Bioengenharia. Meu muito obrigada pela atenção, empenho e dedicação para tornar possível o trabalho de todos os alunos.

Agradecimentos à equipe de otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas de São Paulo, por permitirem minha presença para a coleta de dados e pela contribuição fundamental na concretização deste trabalho. Agradecimentos ao Prof. Dr Domingos Hiroshi Tsuji, Dr Adriana Hachiya, Fga Dra. Gislaine Cordeiro, Fga Dra. Rosiane Yamasaki e todos que compõe esta brilhante equipe.

Agradecimentos à equipe de fonoaudiologia do Hospital das Clínicas de São Paulo, pela disponibilidade em contribuir com o desenvolvimento de minha pesquisa. Obrigada à Fga. Dra. Lica, por sua disposição em ajudar nos momentos cruciais desta pesquisa.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por financiarem este trabalho.

RESUMO

PIMENTA, R. A. **Avaliação multidimensional da voz e da vibração glótica na caracterização vocal de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais.** 2016. pp. 128. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação Interunidades Bioengenharia Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

O objetivo é caracterizar a voz e vibração glótica de pregas vocais com paralisia unilateral. Método: trata-se de um estudo retrospectivo que utilizou o banco de dados do grupo de pesquisa em engenharia médica da Universidade Federal de São Carlos. Foram utilizados dados de 35 pacientes adultos (11 homens e 24 mulheres) e cinco instrumentos de análise multidimensional. O primeiro deles foi o protocolo de auto-avaliação (Índice de Desvantagem Vocal – IDV). Foram extraídos os escores de domínio: físico, orgânico, emocional e total. Foram utilizados sinais de voz para realizar as análises: perceptivo-auditiva (escala analógica visual – EVA e parâmetros: grau global – G, rugosidade – R, soprosidade – S, tensão – T e Instabilidade na emissão vocal – I); acústica tradicional (parâmetros de perturbação - *Jitter* e *Shimmer*), experimental (parâmetro Coaptação Glótica - CG) e a análise não linear (NL) da dinâmica vocal (parâmetros qualitativos: número de loops, graus de convergência e regularidade; e quantitativos: desvio padrão do eixo e da dispersão – DPE, DPD). A quinta análise utilizou quimografias geradas de videolaringoscopias em alta velocidade para extração de parâmetros quantitativos (Razão de Abertura - RA, de Fechamento - RF e Assimetria). Análise estatística: descritiva e correlação de Spearman. Resultados: A análise perceptiva caracterizou intensidade moderada do desvio vocal. A rugosidade foi o tipo de voz predominante em amostras masculinas (55,84%) e a soprosidade em amostras femininas (63,59%). Os domínios de IDV apresentaram baixo impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes. Houve correlação do domínio físico com S em amostras masculinas e com todos os parâmetros perceptivos em amostras femininas. Ambas as amostras apresentaram parâmetros de perturbação aumentados (*Jitter*: 0,90% homens e 1,20% mulheres; *Shimmer*: 3,30% homens e 2,76% mulheres), e de CG diminuídos (0,28 homens e 0,25 mulheres). Amostras femininas apresentaram correlação de *Jitter* e *Shimmer* com os parâmetros perceptivos. Amostras masculinas apresentaram correlação de *Jitter* com R e de *Shimmer* com R e T. A CG correlacionou com a S e I em amostras masculinas. Na análise NL da dinâmica vocal de ambas as amostras apresentaram reduzidos: número de loops, grau de convergência e de regularidade, enquanto que os valores de DPE e DPD apresentaram-se aumentados. Houve correlação de parâmetros perceptuais com os da análise NL em ambas as amostras. Os resultados de parâmetros quimográficos são: RA 1,55 para homens e 1,50 para mulheres; RF 0,37 para homens e 0,18 para mulheres; e Assimetria: 23,68° para homens e 9, 85° para mulheres. Todos os parâmetros perceptuais femininos correlacionaram com os quimográficos, exceto a I. A I de amostras masculinas correlacionou com RF. Conclusão: a caracterização vocal de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais foi possível usando a avaliação multidimensional da voz.

Palavras Chaves: avaliação multidimensional da voz, análise perceptivo-auditiva, análise acústica, videolaringoscopia de alta velocidade, paralisia unilateral de pregas vocais.

ABSTRACT

PIMENTA, R. A. **Multidimensional voice assessment in the vocal characterization of patients with unilateral vocal fold paralysis.** 2016. pp. 128 .Phd (Thesis) – Programa de Pós Graduação Interunidades Bioengenharia Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

The goal is to characterize the voice and glottal vibration of patients with unilateral vocal fold paralysis. Method: this is a retrospective study that used database samples of Universidade de São Carlos's research group in medical engineering. Data from 35 adults patients (11 men and 24 women) and five were used. They were used five tools for multidimensional analysis. The first one was the self-assessment protocol (Voice Handicap Index - VHI). Physical, organic, emotional and total scores were extracted. Voice signals were used in analyzes: perceptual (visual analogue scale – VAS and parameters: overall degrees – G, roughness – R, Breathiness – B, tension – T and instability in phonation – I); traditional acoustic (perturbation parameters – Jitter and Shimmer), experimental (glottal closure parameter – GC) and nonlinear (NL) dynamic vocal analysis (Qualitative: number of loops, regularity and convergence degree. Quantitative: standard deviation of dispersion – SDD and standard deviation of the axis – SDA). The fifth analysis it was performed through extraction of kymographic parameters generated of the High speed videolaryngoscopies (Opening reason – Or; Closed reason – Cr and Asymmetry). Statistical analysis: descriptive and Spearman correlation. Results: perceptual analysis characterized moderate intensity of vocal deviation. Roughness was the predominant kind of voice in males samples (55,84%) and Breathiness in females samples (63,59%). VHI's scores showed low impact of dysphonia in the patients' quality of life. There was correlation between score physical and B in the male samples and between score physical and all perceptual parameters in the female samples. Both samples showed increased of perturbation parameters (Jitter: 0.90% men and 1.20% women and Shimmer: 3.30% men and 2.76% women) and GC decreased (0.28 men and women 0.25). Female samples showed correlation of Jitter and Shimmer with all perceptual parameters. Male samples showed correlation of Jitter with the R and Shimmer with R and T. GC correlation with B and I only male samples. Qualitative NL dynamic vocal analysis showed number of loops, regularity and convergence degree reduced, whereas quantitative analysis of SDD and SDA increased. There were correlations between perceptual parameters and of nonlinear dynamic vocal analysis for both the samples. Results of Kymographic parameters are Or: 1.55 for men and 1.50 for women; Cr: 0.37 for men and 0.18 for women; and Asymmetry: 23.68° for men and 9.85° for women. All perceptual parameters correlate with Or and Cr at female samples, except I. Male samples showed correlation between I and Cr. Conclusion: the vocal characterization of patients with unilateral vocal fold paralysis was possible using the multidimensional voice assessment.

Keywords: multidimensional voice assessment, perceptual analysis of voice, acoustic analysis, high-speed videolaryngoscopy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Esquema da trajetória do nervo vago (X par de nervos cranianos), suas ramificações e inserções na laringe. Lado direito o percurso cruza a artéria subclávia e ascende até atingir a laringe. Do lado esquerdo o nervo cruza o arco da aorta e ascende até a laringe. n.: nervo, a. artéria. Fonte: <http://www.medicinanet.com.br>.....24
- Figura 2 – Régua de graduação da escala analógico-visual (**VAS**) para o grau de intensidade do desvio vocal em análises perceptivo-auditivas. **NVVQ**: variabilidade normal da qualidade vocal. **MI a MO**: desvio de severidade leve a moderado. Fonte: extraído da publicação de YAMASAKI et al., In pres).....28
- Figura 3 – Representação gráfica da reconstrução do espaço de fase de sinais acústicos. À esquerda exemplo de um gráfico bi-dimensional de uma amostra vocal saudável gerado em função do tempo, e à direita exemplo de um gráfico bi-dimensional de uma amostra vocal com o diagnóstico de paralisia unilateral de prega vocal. Fonte: extraído do trabalho de DAJER (2010).....32
- Figura 4 – Etapas para análise de parâmetros quantitativos de descritores não lineares. Os parâmetros são obtidos a partir do método computacional de Reconstrução do espaço de fase e Secção de Poincarè. (a) Projeção bidimensional de um sinal de voz no espaço de fase com 10 secções de Poncarè. (b) Projeção tridimensional de um sinal de voz no espaço de fase. (c) Plano gerado por uma Secção de Poncarè. Os pontos são as trajetórias do sinal de voz vista de frente. (d) Representação gráfica tridimensional da distribuição dos pontos desta trajetória na Secção de Poincarè.....34
- Figura 5 – Imagens da videolaringoscopia de alta velocidade de pregas vocais saudáveis de uma mulher adulta. O ciclo vibratório é composto pelos tempos fases: aberta, fechada, de abertura e fechamento. À cima parte de uma sequência de imagens laríngeas representando um ciclo vibratório. À baixo a quimografia obtida desta sequência de imagens onde é possível observar os tempos de fase bem definidos.....36
- Figura 6 – Imagem quimográfica pertencente a uma paciente de 68 anos, com paralisia de prega vocal à direita. Este é um exemplo de quimográfico padrão geralmente obtido por meio da extração da videolaringoscopia de alta velocidade.....37

Figura 7 – Exemplos de imagens quimográficas geradas de videolaringoscopias de alta velocidade. São exemplos de quimografias não padronizadas para a extração dos tempos de fases do ciclo glótico. (a) exame de uma paciente de 75 anos com paralisia de prega vocal esquerda; (b) exame de um paciente de 68 anos com paralisia de prega vocal esquerda; (c) exame de uma paciente de 75 anos com paralisia de prega vocal direita e (d) exame de um paciente de 36 anos com paralisia de prega vocal esquerda. É possível observar maior irregularidade nas vibrações de pregas vocais com menor amplitude de vibração da prega vocal paralisada.....37

Figura 8 – Exemplo de imagem quimográfica analisada pelo algoritmo computacional implementado para presente pesquisa. Quimografia gerada de um exame de videolaringoscopia em alta velocidade de um paciente de 75 anos, gênero feminino e com paralisia de prega vocal esquerda. **D**: prega vocal direita; **E**: prega vocal esquerda; **d1**: altura de abertura de cada uma das pregas vocais; **d2**: altura do espaço entre as pregas vocais causado pelo fechamento glótico incompleto. A Razão de Abertura (**RA**) é a relação entre a maior altura (valor de **d1** de **D**) e a menor altura (valor de **d1** de **E**) de abertura das pregas vocais. A Razão de Fechamento (**RF**) é a relação entre as alturas de abertura (valor de **d1** de ambas as pregas vocais) e a altura do espaço entre as pregas vocais (**d2**). Ambos os parâmetros não possuem unidade de medida, pois se tratam de razões. O valor final destes parâmetros é dado pela média dos valores extraídos de três trechos com 5 ciclos glóticos cada. No exemplo, o valor de **RA** é 1,55 (**D/E**) e de **RF** é 0,46.....43

Figura 9 – Exemplo de imagem quimográfica analisada pelo algoritmo computacional implementado para presente pesquisa. Quimografia gerada de um exame de videolaringoscopia em alta velocidade de um paciente de 75 anos, gênero feminino e com paralisia de prega vocal esquerda. **θ**: ângulo de Assimetria. Para extrair a Assimetria é traçada uma linha reta ligando o ponto de maior abertura da prega vocal direita (**D**) com o de maior abertura da prega vocal esquerda (**E**) de um ciclo glótico (pontos definidos pela fase aberta do ciclo glótico). O valor do ângulo **θ**, formado entre a inclinação da reta e o eixo perpendicular à base da imagem, quantifica a Assimetria de um ciclo glótico. O valor médio de três **θ**(s) selecionados ao longo das vibrações glóticas quantificam o valor de Assimetria das pregas vocais em análise. No exemplo, o paciente apresentou Assimetria igual a 12,99°.....45

- Figura 10 – Gráfico de valores para Razão de Abertura (RA) *versus* Assimetria de pregas vocais masculinas e femininas saudáveis ou com paralisia unilateral. São resultados extraídos das quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade. Círculos correspondem aos resultados de pregas vocais saudáveis, sendo os azuis de amostra masculina e os vermelhos de amostras femininas. Estrelas correspondem aos resultados de pregas vocais com paralisia unilateral, sendo as azuis de amostra masculina e as vermelhas de amostra feminina.....61
- Figura 11 – Gráfico de valores para Razão de Abertura (RA) *versus* Assimetria de pregas vocais masculinas saudáveis ou com paralisia unilateral. São resultados extraídos das quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade. Os resultados de pregas vocais com paralisia unilateral estão associados à severidade avaliada na análise perceptivo-auditiva (Grau global). mod.: moderado.....62
- Figura 12 – Gráfico de valores para Razão de Abertura (RA) *versus* Assimetria de pregas vocais femininas saudáveis ou com paralisia unilateral. São resultados extraídos das quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade. Os resultados de pregas vocais com paralisia unilateral estão associados à severidade avaliada na análise perceptivo-auditiva (Grau global). mod.: moderado; VNQV: variedade normal da qualidade vocal.....63

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Valores médios da análise perceptivo-auditiva. Todos os parâmetros apresentaram-se acima da variação normal da qualidade vocal. H: sinais vocais masculinos; M: sinais vocais femininos; G: grau global; R: rugosidade; S: soprosidade e T: tensão. ***35,50**: valor de referência para variação normal da qualidade vocal. Fonte: YAMASAKI et al., in press.....52
- Gráfico 2 – H: escores da amostra masculina e M: escores da amostra feminina. ***0 – 30**: baixo impacto; **31 – 60**: impacto moderado e **61 – 120**: alto impacto da disfonia na qualidade de vida do paciente. MANGILLI et al., 2008.....53
- Gráfico 3 – Valores médios dos parâmetros acústicos. Parâmetros de Perturbação acima do padrão de referência para sinais de voz saudável e Coaptação Glótica com valores abaixo da média para sinais de voz saudável. CG: Coaptação Glótica. ***0, 35**: valor médio de referência da normalidade para *Jitter*; ***2,25**: valor médio de referência da normalidade para Shimmer e ***0,44**: valor médio encontrados para amostras de sinais de voz saudável. MONTAGNOLI & PEREIRA, 2009; PIMENTA et al., 2010.....55
- Gráfico 4 – Valores de parâmetros qualitativos de análise não linear da dinâmica vocal. Resultados a baixo do padrão de referência para a normalidade. *** Padrão de referência**: grau de 3 à 4. DAJER et al., 2013.....56
- Gráfico 5 – Valores médios de parâmetros quantitativos para análise não linear da dinâmica vocal. H: sinais vocais masculinos e M: sinais vocais femininos. Valores acima do padrão de referência para a normalidade. ***Padrão de referência**: DPD: 0,01 e DPE: 0,20. ANDRADE, 2011.....56
- Gráfico 6 – Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais com paralisia unilateral. H: pregas vocais masculinas; M: pregas vocais femininas; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.....57
- Gráfico 7 – Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais saudáveis. H: pregas vocais masculinas; M: pregas vocais femininas; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.....58

- Gráfico 8 – Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais masculinas. N: pregas vocais saudáveis; PPV: pregas vocais com paralisia unilateral; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.....59
- Gráfico 9 – Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais femininas. N: pregas vocais saudáveis; PPV: pregas vocais com paralisia unilateral; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.....59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização da amostra.....	40
Tabela 2 –	Porcentagem dos valores médios, desvios-padrão (DP), máximos (Máx) e mínimos (Mín) da análise perceptivo-auditiva de vogais sustentadas /ε/ para homens (H) e mulheres (M).....	51
Tabela 3 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) da auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal. Resultados extraídos do protocolo IDV.....	53
Tabela 4 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos parâmetros acústicos extraídos de vogais sustentadas /ε/ de homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal.....	54
Tabela 5 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) de parâmetros qualitativos da análise não linear da dinâmica de produção vocal. Os valores foram extraídos de vogais sustentadas /ε/ emitidos por pacientes homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal.....	56
Tabela 6 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos e máximos de parâmetros quantitativos extraídos da análise não linear da dinâmica vocal. Os valores foram extraídos de vogais sustentadas /ε/ emitidos por pacientes homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal.....	56
Tabela 7 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores para os parâmetros quantitativos extraídos das quimografias em alta velocidade de pregas vocais de homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral.....	57
Tabela 8 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín); máximos (Máx) e p-valores dos parâmetros extraídos de quimografias em alta velocidade de pregas vocais saudáveis.....	58
Tabela 9 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valor da comparação entre parâmetros extraídos das quimografias em alta velocidade de pregas vocais masculinas saudáveis (N) e com paralisia unilateral (PPV).....	59
Tabela 10 –	Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valor da comparação entre parâmetros extraídos das quimografias em alta velocidade de pregas vocais femininas saudáveis (N) e com paralisia unilateral (PPV).....	59

Tabela 11 – Resultados da correlação estatística entre os parâmetros da análise perceptivo-auditiva e demais análises vocais. Parâmetros analisados a partir da emissão de vogal sustentada /ε/ por homens com paralisia unilateral de pregas vocais.....	64
Tabela 12 – Resultados da correlação estatística entre os parâmetros da análise perceptivo-auditiva e demais análises vocais. Parâmetros analisados a partir da emissão de vogal sustentada /ε/ por mulheres com paralisia unilateral de pregas vocais.....	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVO	21
3	REVISÃO DA LITERATURA	23
3.1	Inervação laríngea	23
3.2	Paralisia de pregas vocais	25
3.3	Avaliação multidimensional da voz e da laringe	26
3.3.1	Análise perceptivo-auditiva	27
3.3.2	Auto-avaliação da qualidade vocal	29
3.3.3	Análise Acústica	30
	<i>Parâmetros de Perturbação</i>	30
	<i>Coaptação Glótica</i>	31
3.3.4	Análise não linear da dinâmica vocal	31
	<i>Análise qualitativa</i>	32
	<i>Análise quantitativa</i>	33
3.3.5	Videolaringoscopia de Alta Velocidade	34
4	METODOLOGIA	39
4.1	Casuística	39
4.2	Procedimentos para coleta de dados	40
4.2.1	Métodos computacionais para extração de parâmetros	42
	<i>Extração de parâmetros acústicos</i>	42
	<i>Extração de parâmetros da videolaringoscopia de alta velocidade</i>	43
4.2.2	Métodos de Avaliação Vocal	45
	<i>Análise Perceptivo-auditiva</i>	45
	<i>Análise Acústica</i>	47
	<i>Análise da Auto-avaliação da qualidade vocal</i>	48
	<i>Análise de quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade</i>	49
4.2.3	Análise Estatística	50
5	RESULTADOS	51
5.1	Resultados da análise estatística descritiva	51
5.1.1	Análise Perceptivo-auditiva	51
5.1.2	Auto-avaliação da qualidade vocal	52

5.1.3	Análise Acústica	54
	<i>Parâmetros de Perturbação e Coaptação Glótica</i>	54
5.1.4	Análise Não Linear	55
5.1.5	Análise de quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade.....	57
5.2	Resultados das associações entre parâmetros perceptivos e demais análises vocais	60
6	DISCUSSÃO	67
	<i>Análise Perceptivo-auditiva</i>	68
	<i>Auto-avaliação da qualidade vocal</i>	69
	<i>Análise Acústica: Parâmetros de Perturbação e Coaptação Glótica</i>	71
	<i>Análise Não linear da Dinâmica Vocal</i>	73
	<i>Análise das quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade</i>	78
7	CONCLUSÕES	83
	REFERÊNCIAS	85
	ANEXOS	93
	APÊNDICES	102

1 INTRODUÇÃO

Para manter plenas suas funções as pregas vocais dependem da integridade do nervo vago desde a sua origem no tronco encefálico até suas ramificações e inserções na laringe. Lesões em qualquer ponto da trajetória do nervo vago podem levar ao surgimento da paresia ou paralisia de prega vocal (STEFFEN et al., 2004). Apesar das paralisias de pregas vocais apresentarem incidência desconhecida, tanto para a população brasileira como mundial, sua ocorrência tem se tornado comum na clínica médica e fonoaudiológica (SCHINDLER et al., 2008; SCHWARZ et al., 2011). As causas das paralisias de pregas vocais podem ser de origem central ou periférica, podem ocorrer de forma abrupta ou progressiva, uni ou bilateralmente. A paralisia unilateral de prega vocal é a mais comum, sendo a paralisia de prega vocal esquerda a mais frequentemente (COLTON & CASPER, 1990; GARCIA et al., 2009).

O paciente com paralisia unilateral de pregas vocais pode apresentar alguns ou todos os sintomas de desordens vocais (SCHINDLER et al., 2008; GAMA et al., 2011; BUSTO-CRESPO et al., 2015). Por esta razão é de fundamental importância que se realize uma criteriosa avaliação da disfonia, na qual seja possível caracterizar os aspectos vocais e laríngeos alterados. O cuidado na avaliação permite o alcance do diagnóstico diferencial, a melhor escolha do tratamento e acompanhamento terapêutico do paciente. Há pesquisas que confirmam o uso de análise subjetiva como o método mais utilizado para avaliar paralisia unilateral de pregas vocais. Enquanto que parâmetros quantitativos, amplamente difundidos na clínica vocal, dificilmente se correlacionam com os resultados dos métodos mais subjetivos (LITTLE et al., 2011; SCHWARZ et al., 2011).

A avaliação multidimensional da voz e da laringe é o conjunto de análises estabelecidas por um parecer multiprofissional que inclui avaliação fonoaudiológica (análise perceptivo-auditiva e análise acústica), avaliação otorrinolaringológica (análise qualitativa e quantitativa de imagens laríngeas) e auto-avaliação do paciente sobre o impacto da disfonia em sua qualidade de vida. A avaliação multidimensional é, portanto, capaz de reconhecer as alterações anatômicas e compreender os

prejuízos fisiológicos, psicológicos ambientais causados pelas disfonias (BEHLAU et al., 2001). Na clínica fonoaudiológica a análise perceptivo-auditiva é considerada soberana na avaliação vocal. A análise acústica complementa a análise perceptivo-auditiva com parâmetros quantitativos obtidos por meio de *softwares*, por esta razão, o desenvolvimento de novos parâmetros computacionais tem sido bastante estimulado. No caso de disfonia por paralisia unilateral de pregas vocais estes parâmetros devem considerar as irregularidades de vibrações glóticas.

As propostas de novos parâmetros devem objetivar a caracterização detalhada das aleatoriedades envolvidas nestes processos disfônicos. Estudos que caracterizaram a paralisia de pregas vocais utilizaram métodos qualitativos como a análise perceptivo-auditiva ou perceptivo-visual de imagens laríngeas (STEFFEN et al., 2004; FRANCO et al., 2009; SCHWARZ et al., 2011;). Há poucos estudos que caracterizam de forma quantitativa os aspectos vocais e laríngeos destes pacientes. Diante deste contexto optou-se por desenvolver formas quantitativas de análises vocais para complementar a avaliação multidimensional da voz e laringe na caracterização vocal de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais.

2 OBJETIVO

O objetivo principal deste estudo é caracterizar a voz e a vibração glótica de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais. Para isto foi utilizada a avaliação multidimensional da voz, a qual apresenta análises qualitativas e quantitativas. No presente estudo a avaliação multidimensional foi composta de quatro diferentes análises vocais (perceptivo-auditiva, auto-avaliação da disfonia na qualidade de vida do paciente, análise acústica e análise objetiva da videolaringoscopia de alta velocidade). A análise perceptivo-auditiva foi considerada como o padrão ouro para comparação de seus resultados com as demais análises. Assim, foram empregadas as seguintes etapas de desenvolvimento desta pesquisa:

- 1) Análise perceptivo-auditiva da voz: por meio de avaliação com escala analógico-visual de 100mm;
- 2) Auto-avaliação da disfonia na qualidade de vida do paciente: por meio do protocolo Índice de Desvantagem Vocal (IDV);
- 3) Análise acústica: por meio de extração de medidas tradicionais (*Jitter* e *Shimmer*), do parâmetro experimental Coaptação Glótica, o qual foi desenvolvido com a proposta de analisar indiretamente a taxa de variação da área glótica (SIMÕES-ZENARI et al., 2011) e da Análise Não Linear da dinâmica vocal: por meio de extração de parâmetros qualitativos dos Padrões visuais da dinâmica vocal (DAJER et al. 2011) e de parâmetros quantitativos (ANDRADE, 2011);
- 4) Análise de videolaringoscopia de alta velocidade: por meio de ferramenta computacional desenvolvida para extrair automaticamente parâmetros quantitativos de quimografias geradas das imagens laríngeas em alta velocidade e
- 5) Análise estatística: por meio da correlação de Spearman entre os resultados da análise perceptivo-auditiva e resultados das demais análises vocais.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O processo de produção de voz depende da integridade anatômica e atuação fisiológica harmônica de diversos órgãos e sistemas do corpo humano (BEHLAU et al., 2001). O sistema nervoso central participa deste processo por meio da inervação sensitiva e motora da laringe. A estrutura responsável por esta inervação é o X par de nervos craniano¹ denominado nervo vago. De origem no tronco encefálico o nervo vago apresenta a trajetória mais longa dos nervos cranianos, percorrendo a região cervical, o tórax e o abdômen (CURTIN, 2003).

3.1 Inervação laríngea

A laringe é innervada principalmente pelo nervo vago que apresenta origem nos núcleos ambíguos do tronco encefálico, emerge do crânio pelo forame jugular e projeta ramificações que se inserem na laringe e faringe. Ao longo desse trajeto o nervo vago se ramifica em outros três nervos, são eles: nervo faríngeo, laríngeo superior e laríngeo inferior ou recorrente. Os ramos laríngeos são os responsáveis pelas inervações da laringe, sendo que o ramo externo do nervo laríngeo superior é responsável pela inervação motora do músculo cricótireoideo e o ramo interno é responsável pela inervação sensitiva dos demais músculos da laringe. O nervo laríngeo recorrente também possui duas ramificações que se distinguem em ramo interno e externo. Desta forma, o ramo interno inerva sensitivamente os músculos da região subglótica e o músculo vocal, enquanto que o ramo externo inerva motoramente os músculos tireoaritenóide, cricoaritenóides (anterior e posterior) e interaritenóideos (transverso e oblíquo). No lado direito do corpo o nervo laríngeo recorrente cruza a artéria subclávia anteriormente, contornando-a até a superfície

¹ No lugar de “X” lê-se “décimo”. Nomenclatura específica para designar posição do nervo. Em anatomia os nervos cranianos são numerados em algarismos romanos, de acordo com sua origem e no sentido rostrocaudal.

posterior e contínua o trajeto ascendendo pelo sulco traqueoesofágico em direção à laringe. Enquanto que, do lado esquerdo o nervo vago cruza ântero-lateralmente o arco aórtico, atingindo a região do mediastino de onde se ramifica o nervo laríngeo recorrente esquerdo. Este contorna o arco aórtico e segue trajetória entre a aorta e a artéria pulmonar esquerda. Em seguida estende-se posteriormente até o sulco traqueoesofágico, por onde ascende até a laringe. Os nervos laríngeos recorrentes bilaterais penetram na laringe pela articulação cricotireoidea e músculos constritores inferiores da faringe (BEHLAU et al., 2001; GARCIA et al., 2009). Na figura 1 observa-se um esquema da trajetória do nervo vago e inserções na laringe.

Figura 1 – Esquema da trajetória do nervo vago (X par de nervos cranianos), suas ramificações e inserções na laringe. Lado direito o percurso cruza a artéria subclávia e ascende até atingir a laringe. Do lado esquerdo o nervo cruza o arco da aorta e ascende até a laringe. n.: nervo, a. artéria. Fonte: <http://www.medicinanet.com.br>.

Danos em algum ponto desta trajetória levam aos comprometimentos de paresia ou paralisia de pregas vocais. Como exemplo, a lesão do nervo laríngeo recorrente pode reduzir a mobilidade de fechamento das pregas vocais, caso seja atingida a porção que inerva os músculos: tireoaritenóideo e cricoaritenóideo lateral ou de abertura em caso de atingir a porção que inerva o músculo cricoaritenóideo posterior. Lesões que atinjam porções que inervam os músculos cricoaritenóideos lateral e posterior, simultaneamente, acarretam em paralisia bilateral de pregas

vocais, podendo levar à obstrução das vias aéreas. O músculo tireoaritenóideo é responsável pelos ajustes de frequências na produção de voz. Sua inervação motora é realizada pelo nervo laríngeo inferior (recorrente), lesões neste nervo causam paralisias com sintomas sutis ao paciente (GARCIA et al., 2009; CRUMLEY, 1994).

3.2 Paralisia de pregas vocais

A paralisia de pregas vocais pode ocorrer bi ou unilateralmente devido lesões centrais ou periféricas do nervo vago. Lesões centrais de núcleos ou tronco encefálico geralmente ocasionam as paralisias bilaterais de pregas vocais e, apesar de mais raras, podem ocorrer por inúmeras razões. Como exemplo destes fatores há: motivos congênitos, sindrômicos, traumatismos cranioencefálicos, tumores centrais, neuropatia vagal, intoxicações, afecções neurológicas (esclerose múltipla, poliomielite, miastenia *gravis*, doença de Parkinson, esclerose lateral amiotrófica, doença cerebrovascular) e fatores idiopáticos ou iatrogênicos (HEUER et al., 1997; MANGILLI et al, 2008; GARCIA et al., 2009;). As paralisias unilaterais de pregas vocais são mais comuns e cerca de 90% dos casos ocorrem por lesões periféricas (GARCIA et al., 2009). As causas de tais paralisias incluem traumas mecânicos de pescoço, cabeça e tórax; pressão do nervo laríngeo recorrente por hipertrofia cardíaca; por neoplasias, principalmente pulmonares; por invasão de tumores da tireóide, da cervical ou do esôfago; por neurite periférica desencadeada pelo alcoolismo ou toxicidade por drogas; por viroses, infecções bacterianas agudas; por aneurismas aórticos; causas cirúrgicas, tóxicas, metabólicas, inflamatórias ou idiopáticas. A prega vocal esquerda é mais acometida pela paralisia, uma vez que o nervo laríngeo recorrente deste lado apresenta maior trajetória de percurso, contornando a aorta antes de atingir a junção cricotireoideana (GARCIA et al., 2009; GAMA et al., 2011).

A incidência das paralisias de pregas vocais é desconhecida para a população brasileira e mundial. Além disso, não é conhecida a prevalência em relação ao gênero, porém apresenta-se mais frequente ao gênero feminino quando relacionada com alterações da tireóide. Há estudos que evidenciam maior prevalência em adultos com idade entre 55 e 64 anos. (SCHWARZ et al., 2011).

Devido ao processo mundial de envelhecimento da sociedade, pode-se esperar o crescimento da prevalência de paralisias de pregas vocais para a faixa etária citada (MELLO et al., 2001; AHMAD et al., 2002; SCHWARZ et al., 2011;).

Pacientes com paralisia de prega vocal sofrem com o comprometimento da qualidade vocal. Este comprometimento pode estar relacionado com a posição assumida pela prega vocal paralisada, a qual pode ser classificada em mediana, para-mediana, intermediária e abdução completa ou cadavérica. Contudo, este é um meio de observação subjetiva realizada na clínica médica que tem apresentado divergências e indagações entre os profissionais (STEFFEN et al., 2014). No comprometimento da paralisia de prega vocal o podem surgir inúmeros sintomas com os mais variados graus de severidade possíveis. A qualidade vocal pode ser afetada pela rugosidade, soprosidade, tensão, bitonalidade, incoordenação pneumofonoarticulatória, fadiga vocal, redução da intensidade e da extensão vocal, perda da projeção vocal e dificuldades para sustentar a fonação. Alguns pacientes somam as estas alterações a presença de disfagia (HOGIKYAN et al., 2000; STEFFEN et al. 2004; RUBIN et al., 2008). Entretanto, até 35% dos pacientes podem ser assintomáticos (GARCIA et al., 2009), tal dado nos revela a importância da avaliação criteriosa da voz neste grupo para que causas mais graves, como tumores, neoplasias etc, possam ser previamente identificadas e devidamente tratadas.

3.3 Avaliação multidimensional da voz e da laringe

A voz é um fenômeno que depende da integridade e funcionamento harmônico de diversos sistemas e estruturas do organismo humano para ser produzida. Por esta razão, a avaliação das disfonias deve ser multidimensional. A avaliação multidimensional da voz compreende um conjunto de análises que se complementam (BEHLAU et al., 2001). Alguns métodos são subjetivos, os quais podem ser mensurados por meio da aplicação de protocolos e outros objetivos mensurados por meio de métodos computacionais. As ferramentas computacionais desenvolvidas para atender a necessidade clínica da avaliação vocal compreendem a análise de sinais acústicos e de imagens laríngeas. Estas são possíveis de serem

aprimoradas para contribuir no processo de caracterização da voz do paciente com paralisia unilateral de pregas vocais. No presente estudo as análises escolhidas para compor a avaliação multidimensional da voz e da laringe foram: análise perceptivo-auditiva; protocolo de auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes; parâmetros de análise acústica: de perturbação (*Jitter* e *Shimmer*) e o parâmetro experimental Coaptação Glótica; parâmetros qualitativos e quantitativos da dinâmica não linear da produção vocal e parâmetros desenvolvidos para extrair informações de imagens laríngeas obtidas por exames de videolaringoscopia de alta velocidade.

A análise perceptiva visual de imagem laríngea avalia o posicionamento da prega vocal paralisada. Esta é importante para a escolha do tratamento (SCHWARZ et al., 2011), entretanto a classificação clínica clássica de posição: mediana, para-mediana, intermediária e em abdução ou cadavérica, tem apresentado controvérsias e diversas indagações (STEFFEN et al., 2004). A literatura refere necessidades de estudos que determinem de forma mais precisa a padronização e terminologia para esta classificação (SCHWARZ et al., 2011). Por se tratar de uma análise voltada para a decisão de tratamentos e não apenas ao diagnóstico, este tipo de análise não foi considerada no presente estudo.

3.3.1 Análise perceptivo-auditiva

Na prática clínica a análise perceptivo-auditiva é a ferramenta mais utilizada para a avaliação do comportamento vocal e é considerada soberana em relação aos demais métodos de avaliação por oferecer informações qualitativas do aparato laríngeo. A análise perceptivo-auditiva descrita é estabelecida pela investigação básica dos parâmetros usados pelo indivíduo em sua comunicação (YAMASAKI & BEHLAU, 2001). Inclui a qualidade vocal: o *Pitch*, o *Loudness*, o ataque vocal, o tipo articulatório, a presença de distúrbio articulatório, os órgãos fonoarticulatórios (avaliação miofuncional), a ressonância, a velocidade, a psicodinâmica vocal e suas relações com as dimensões biológicas, psicológicas e socioeducacionais da voz (MENDES & BEHLAU, 2001). Há diversas metodologias definidas para auxiliar na prática da análise perceptivo-auditiva. Uma delas é a utilização da escala analógico-

visual, a qual foi primeiramente utilizada em triagens vocais com o critério para posterior investigação médica e terapia vocal a pontuação acima de 35 mm (SIMBERG et al., 2001). O *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice* (CAPE-V) é um protocolo que utilizou a escala analógico-visual no desenvolvimento de um protocolo de análise perceptivo-auditiva da voz. O objetivo foi descrever a severidade dos atributos perceptuais da voz alterada de forma a estabelecer uma comunicação universal entre os clínicos, contribuir com as hipóteses relacionadas com a anatomia e a fisiologia de base dos problemas vocais e com o objetivo de normatizar uma ferramenta de reavaliação das medidas de qualidade vocal na clínica (ASHA, 2004).

Figura 2 – Régua de graduação da escala analógico-visual (VAS) para o grau de intensidade do desvio vocal em análises perceptivo-auditivas. NVVQ: variabilidade normal da qualidade vocal. MI a MO: desvio de severidade leve a moderado. Fonte: extraído da publicação de YAMASAKI et al., In pres).

A análise perceptivo-auditiva da voz por meio da escala CAPE-V corresponde a uma linha de 100mm de comprimento onde são assinalados os valores de variação normal da qualidade vocal e as alterações de severidade: leve, levemente moderada, moderada e intensa. A figura 2 apresenta os limiares de cada grau de severidade para esta análise.

Esta é uma análise que avalia o grau de severidade global da disfonia, a consistência e instabilidade da característica alterada na voz, o tipo de ressonância e os parâmetros perceptuais de rugosidade, soprosidade, tensão, *Pitch* e *Loudness*.

3.3.2 Auto-avaliação da qualidade vocal

Para que a avaliação da voz atenda aos critérios da Organização Mundial da Saúde, foram desenvolvidos questionários de auto-avaliação que verificam o impacto da alteração de voz na qualidade de vida do paciente disfônico. São protocolos elaborados na língua inglesa, dos quais diversos encontram-se traduzidos para o português brasileiro e validados para a realidade da população brasileira. Tais protocolos podem representar uma forma não invasiva, rápida e de fácil manuseio para realizar auto-avaliação que contribuirá com dados perceptivos do paciente para a avaliação multidimensional da voz.

A Organização Mundial da Saúde ampliou o conceito de bem estar físico, mental e social da saúde incluindo aspectos da qualidade de vida. A mesma define qualidade de vida como sendo a percepção do indivíduo sobre sua posição na vida, no contexto da cultura e sistema de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações (KASAMA & BRASOLOTTO, 2007; WHO/MSA/MNH/PSF 1997). A qualidade de vida pode ser afetada pela saúde física e psicológica, nível de independência, relações sociais e crenças pessoais, além do meio-ambiente. Desta forma, os processos de avaliação e tratamento da saúde devem incluir procedimentos que verifiquem e mensurem os impactos das doenças na qualidade de vida dos pacientes (MORAIS et al., 2012; BEHLAU et al., 2009) .

Neste estudo foi utilizado o Protocolo de Índice de Desvantagem Vocal (IDV), esta é uma versão traduzida (JOTZ & DORNELLES, 2000) e validada para o português brasileiro do *Voice Handicap Index* (BEHLAU et al., 2011). Trata-se de um protocolo com três domínios de 10 questões cada, para serem respondidas pelo próprio paciente. O primeiro domínio avalia as queixas do paciente com relação aos aspectos físicos, o segundo domínio avalia as queixas com relação aos aspectos emocionais da disfonia e o terceiro avalia os aspectos orgânicos, ou seja, o efeito da disfonia nas atividades diárias do paciente. Cada questão apresenta uma escala de 0 a 4 pontos a serem escolhidos conforme avaliação do paciente. O item avaliado com a pontuação 0 refere-se a uma situação que nunca ocorre devido a presença da disfonia, a pontuação 2 refere-se a uma situação que ocorre raramente, a pontuação

3 a uma situação que frequentemente ocorre e a pontuação 4 a uma situação que sempre ocorre. O escore de cada domínio é obtido pela soma computada das respostas dadas pelo paciente, podendo variar de 0 a 40 pontos. E o escore total é dado pela soma computada nos três domínios, podendo variar de 0 a 120 pontos (JACOBSON et al., 1997), sendo que seu valor de corte é de 19 pontos (BEHLAU et al., in press). A auto-avaliação que pontua escore de 0 a 30 é considerada de baixo impacto da disfonia na qualidade de vida do paciente. O escore de 31 a 60 é considerado impacto moderado e o escore de 61 a 120 de alto impacto. (MANGILLI et al., 2008). O Índice de Desvantagem Vocal é um protocolo de auto-avaliação válido, confiável e sensível a mudanças de alteração e tratamento vocal (BEHLAU et al., 2009). Por esta razão, é uma ferramenta útil para compor a avaliação multidimensional de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais, pois estes apresentam grandes variações de sintomas vocais.

3.3.3 Análise Acústica

Parâmetros de Perturbação

A voz é um sinal quase periódico que apresenta perturbações nos ciclos glóticos. Davis (1979) definiu os parâmetros de perturbação da análise acústica como sendo o coeficiente de perturbação do período (PPQ) e o coeficiente de perturbação da amplitude (APQ), respectivamente. Estes parâmetros são análogos aos de perturbação média relativa (RAP) proposta por Koike em 1975. Atualmente, estes parâmetros são conhecidos pelos termos *Jitter* e *Shimmer*. O *Jitter* corresponde à medida de perturbação em torno da variação da frequência. A alteração da variação de frequência fundamental entre os ciclos glótico indica, principalmente, a falta de controle das vibrações de pregas vocais. O *Shimmer* é a medida de perturbação existente entre os ciclos da amplitude do sinal de voz. Refere-se à perturbação na amplitude da onda sonora e sua alteração ocorre quando há redução da resistência glótica ou lesões de massa nas pregas vocais (SADER & HANAYAMA, 2004; WERTZNER et al., 2005).

Neste estudo o algoritmo de pesquisa utilizado define os parâmetros de perturbação por meio da autocorrelação, a qual compara trechos do sinal de voz ao longo de todo o seu comprimento. Desta forma obtém-se um marcador com um único período, que apresenta picos mais bem definidos mesmos em vozes mais alteradas (PIMENTA et al, 2010).

Coaptação Glótica

A coaptação glótica é um parâmetro experimental obtido por meio do cálculo da derivada de primeira ordem do sinal de voz. A derivada possui uma infinidade de aplicações nos ramos da matemática, da física e da engenharia. Ela pode ser utilizada para descrever fenômenos que envolvam a variação de duas grandezas. No caso da Coaptação Glótica, ocorre a variação da área glótica e do tempo de fechamento das pregas vocais durante o processo de fonação.

No cálculo da Coaptação Glótica estão envolvidas as forças mioelásticas e aerodinâmicas da vibração das pregas vocais. Na derivada do sinal de voz, pretende-se correlacionar a alta taxa de variação da área glótica com o fechamento rápido das pregas vocais (PIMENTA et al, 2011). Acredita-se que quanto maior o valor de coaptação glótica maiores são as forças envolvidas no processo de vibração das pregas vocais (SIMÕES-ZENARI et al., 2011).

A coaptação glótica pode ser útil na avaliação multidimensional da voz com paralisa unilateral de pregas vocais por permitir extrair dados da fonte glótica de forma indireta.

3.3.4 Análise não linear da dinâmica vocal

Pesquisas recentes têm desenvolvido análises com seguimentos mais aperiódicos da voz, analisando aspectos não lineares envolvidos nos mecanismos responsáveis pela produção de voz (SCALASSARA et al., 2009; DAJER et al., 2011). Segundo estas pesquisas, a voz pode ser considerada como um sistema que

evolui no tempo, apresenta ciclos repetitivos, porém com comportamentos irregulares. Desta forma, os métodos computacionais que abordam a dinâmica não linear de um sinal acústico poder ser apropriado para analisar um sinal de voz (DAJER, 2010).

A ferramenta computacional desenvolvida por Dajer, 2010 permite a extração de descritores não lineares do sinal de voz. A técnica é baseada na reconstrução do espaço de fase e seção de Poincaré (KANTZ & SCHREIBER, 2004). Esta ferramenta permite a geração de representações gráficas de duas e três dimensões para a análise de parâmetros qualitativos e quantitativos do sinal vocal assim como o cálculo de parâmetros quantitativos da voz (SCALASSARA et al., 2009; DAJER et al., 2011). (Figura 3).

Figura 3 – Representação gráfica da reconstrução do espaço de fase de sinais acústicos. À esquerda exemplo de um gráfico bi-dimensional de uma amostra vocal saudável gerado em função do tempo, e à direita exemplo de um gráfico bi-dimensional de uma amostra vocal com o diagnóstico de paralisia unilateral de prega vocal. Fonte: extraído do trabalho de DAJER (2010).

Análise qualitativa da dinâmica não linear

Nesta avaliação é possível ser realizada por meio da análise dos aspectos de configuração da onda glótica, a qual foi proposta por Dajer (2011) como sendo a avaliação qualitativa dos Padrões Visuais da Dinâmica Vocal (PVDV). São três os

aspectos de configuração da onda glótica para a análise não linear qualitativa (DAJER, 2011):

- Número de laços ou *loops* – definido pela quantidade de laços que a configuração do gráfico projetado apresenta. Sua classificação é dada por uma escala de graus decrescente de 0 à 4. O grau 4 corresponde a uma configuração com quatro ou mais números de laços apresentados pelo gráfico. O grau 3 corresponde à três laços, o grau 2 à dois laços, o grau 1 à um laço e o grau 0 à uma configuração onde não é possível realizar esta análise.
- Regularidade dos traçados – definida ao longo do percurso de cada ciclo projetado. A escala gradativa de 0 à 4 indica o grau de regularidade com relação aos aspectos de continuidade, homogeneidade e retilineariedade.
- Convergência da trajetória – definida pelo comportamento convergente apresentado nas trajetórias do gráfico. Uma escala de 0 à 4 classifica o quanto as convergências de traçados tendem a passar por um único ponto.

Análise quantitativa da dinâmica não linear

Esta análise parte do pressuposto de que a produção de voz depende das condições iniciais de um sistema em caos determinístico e de parâmetros externos aplicados a este sistema (KANTZ & SCHREIBER, 2004). Nesta fase da análise, a ferramenta computacional se baseia no conceito matemático da secção de Poincaré. Assim, a ferramenta é capaz de extrair automaticamente os parâmetros quantitativos de Desvio Padrão da Dispersão (DPD) e Desvio Padrão do Eixo (DPE). São estimados os valores médios dos citados parâmetros utilizando os gráficos tridimensionais gerados na reconstrução do espaço de fase.

Na extração de parâmetros quantitativos, a ferramenta computacional define 10 secções de Poincaré nas trajetórias percorridas pelos sinais acústicos dos gráficos tridimensionais. A secção de Poincaré é determinada pela seleção de uma linha tangente em alguma parte do seguimento da trajetória do gráfico tridimensional, onde é realizado um corte transversal para estabelecer a linha perpendicular no plano de Poincaré. O desvio padrão de dispersão (DPD) relaciona

as distâncias entre pontos de uma trajetória, determinada por um sinal de voz, com um ponto médio no plano de Poincaré. O desvio padrão do eixo (DPE) relaciona as distâncias dos pontos desta trajetória com os eixos X e Y no plano de Poincaré. Na figura 4 observam-se as etapas de obtenção dos parâmetros DPD e DPE.

Figura 4 – Etapas para análise de parâmetros quantitativos de descritores não lineares. Os parâmetros são obtidos a partir do método computacional de Reconstrução do espaço de fase e Secção de Poincaré. (a) Projeção bidimensional de um sinal de voz no espaço de fase com 10 secções de Poincaré. (b) Projeção tridimensional de um sinal de voz no espaço de fase. (c) Plano gerado por uma Secção de Poincaré. Os pontos são as trajetórias do sinal de voz vista de frente. (d) Representação gráfica tridimensional da distribuição dos pontos desta trajetória na Secção de Poincaré.

3.3.5 Videolaringoscopia de Alta Velocidade

A avaliação multidimensional da voz conta com o exame de laringoscopia, o qual é realizado por um médico otorrinolaringologista e avalia aspectos de forma e movimento das pregas vocais podendo ser uma análise qualitativa ou quantitativa (MONTAGNOLI, 2006). A laringoscopia evoluiu a partir do século XIX com o desenvolvimento de métodos para iluminação, captura e armazenamento de

imagens laríngeas (JÚNIOR et al., 2007). A última evolução desta forma de avaliação foi a técnica de gravação em alta velocidade, a qual vem sendo aprimorada desde 1995 com relação à qualidade das imagens e a capacidade para estocagem digital (LARSSON et al., 2000). Um equipamento de videolaringoscopia de alta velocidade é capaz de capturar e armazenar até 4000 quadros por segundo de imagens laríngeas. O registro permite visualizar a real vibração das pregas vocais durante a fonação (BLESS, 2011). Além disso, é possível realizar a extração de parâmetros quantitativos por meio da segmentação das imagens laríngeas ou da análise de quimografias de alta velocidade geradas destas imagens (YAN; DAMROSE; BLESS, 2007).

A videolaringoscopia de alta velocidade difere da técnica de videolaringoestroboscopia para estudar tempos de fases em ciclos vibratórios de pregas vocais. A videolaringoestroboscopia depende da extração da frequência fundamental para sincronizar a vibração das pregas vocais com a frequência de pulsos luminosos da fonte estroboscópica. Desta forma, o exame é capaz de reconstruir o padrão vibratório dos ciclos glóticos por meio de uma ilusão óptica (TSUJI et al., 1999). Como a emissão do paciente com paralisia de pregas vocais nem sempre permite a extração da frequência fundamental, pois apresenta alterações muito severas nos ciclos glóticos, a técnica pode não ser capaz de quantificar os tempos de fase do ciclo vibratório de forma fidedigna. Por ser capaz de reproduzir os reais ciclos vibratórios de pregas vocais, a videolaringoscopia de alta velocidade (Figura 5) apresenta um método confiável para analisar e quantificar informações de ciclos glóticos de pregas vocais com paralisias.

A quimografia de alta velocidade é uma imagem laríngea obtida por meio da justaposição de uma sequência de quadros de imagens extraídas da videolaringoscopia (Figura 6). Para este método é preciso selecionar a posição de corte dos quadros de vídeo que possua a maior amplitude de abertura das pregas vocais, pois a partir dessas imagens serão realizadas as medidas objetivas de tempo das fases de abertura e fechamento, da fase aberta e fechada da laringe, de amplitudes das pregas vocais e dos coeficientes que relacionam as fases de tempo entre si (KOISHI, 2003). Recentemente, um estudo brasileiro definiu um padrão de referência para a normalidade aos tempos de fases extraídos de quimografias em alta velocidade (TSUTSUMI, 2014). Contudo, a videolaringoscopia de alta velocidade de pregas vocais com paralisia unilateral gera imagens quimográficas

muito diferentes dos padrões conhecidos para a extração destes parâmetros temporais (Figura 7). Por esta razão o presente estudo desenvolveu uma ferramenta computacional que propõe a análise das diferenças ocasionadas pela paralisia unilateral em pregas vocais prevendo a extração de três parâmetros quantitativos, os quais estão descritos no capítulo de metodologia.

Figura 5 – Imagens da videolaringoscopia de alta velocidade de pregas vocais saudáveis de uma mulher adulta. O ciclo vibratório é composto pelos tempos fases: aberta, fechada, de abertura e fechamento. À cima parte de uma sequência de imagens laringeas representando um ciclo vibratório, onde é possível observar os tempos de fase bem definidos.

Figura 6 – Imagens da videolaringoscopia de alta velocidade de pregas vocais com paralisia unilateral à direita. Paciente mulher de 70 anos. À cima parte de uma sequência de imagens laríngeas representando um ciclo vibratório. À baixo a quimografia obtida desta sequência de imagens onde é possível observar os tempos de fase bem definidos, porém a fase aberta apresenta-se maior ao longo do ciclo glótico em relação aos tempos das demais fases.

Figura 7 – Exemplos de imagens quimográficas geradas de videolaringoscopies de alta velocidade. São exemplos de quimografias não padronizadas para a extração dos tempos de fases do ciclo glótico. (a) exame de uma paciente de 75 anos com paralisia de prega vocal esquerda; (b) exame de um paciente de 68 anos com paralisia de prega vocal esquerda; (c) exame de uma paciente de 75 anos com paralisia de prega vocal direita e (d) exame de um paciente de 36 anos com paralisia de

4 METODOLOGIA

Para compor a amostra deste estudo foram analisados prontuários de pacientes atendidos no ambulatório da Divisão de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (HC-FMUSP) durante o período de janeiro de 2010 a julho 2014. Foram selecionados registros de exames pertencentes ao banco de dados do Grupo de Engenharia Médica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (GPEM/CNPq). Tais registros foram coletados durante pesquisa aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HC-FMUSP, sob o número 502.925 (ANEXO A). Por se tratar de um estudo retrospectivo, os pacientes selecionados para a amostra não foram consultados quanto à autorização de seus dados na realização da pesquisa. Entretanto, está garantido o sigilo sobre os dados pessoais destes pacientes.

Os critérios de inclusão para a amostra foi a seleção dos registros de pacientes adultos com diagnóstico otorrinolaringológico de paralisia unilateral de prega vocal. Os registros compuseram dados de gravação acústica da voz, auto-avaliação da qualidade vocal por meio de preenchimento dos protocolos de qualidade de vida e registro do exame de videolaringoscopia de alta-velocidade. Foram excluídos registros de pacientes com outro diagnóstico que não o de paralisia unilateral de prega vocal, com diagnóstico de patologias laríngeas coexistentes ou que não apresentaram todos os registros citados.

4.1 Casuística

Foram analisados 102 prontuários de pacientes com paralisia de prega vocal. Destes foram identificados 37 pacientes que apresentaram todos os registros citados para critérios de inclusão da amostra. Dois pacientes foram excluídos por apresentarem alteração bilateral de pregas vocais (um do gênero masculino com

diagnóstico de atrofia e fibrose em prega vocal esquerda e suspeita de paralisia seletiva de prega vocal direita. Outro do gênero feminino com diagnóstico de paresia de prega vocal esquerda e paralisia de prega vocal direita). Portanto, foram selecionados 35 pacientes, dos quais a caracterização da amostra está apresentada na tabela 1:

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Gênero	Nº	X	DP	PVD	PVE
Masculino	11	57,64	21,35	01	10
Feminino	24	57,25	13,87	09	15
Total:	35	114,8	35,32	10	25

Nº: número de indivíduos em cada grupo de gênero; **X:** média de idade em cada grupo de gênero; **DP:** desvio padrão das médias de idade. **PVD:** quantidade de pregas vocais direitas paralisadas; **PVE:** quantidade de pregas vocais esquerdas paralisadas.

4.2 Procedimentos para a coleta dos dados

Dos pacientes selecionados para amostra foram extraídos os seguintes dados: gravações acústicas da vogal sustentada /ε/ emitidas em *pitch* e *loudness* confortáveis; escores do questionário da autoavaliação vocal (Índice de Desvantagem Vocal – IDV) e exames de videolaringoscopia de alta velocidade.

As gravações acústicas da vogal sustentada /ε/ e os escores dos questionários de autoavaliação vocal foram coletados nas dependências do Ambulatório de Voz do HC-FMUSP. Os registros da emissão vocal foram realizados por fonoaudióloga com experiência em voz em sala acusticamente tratada. Para a captura, gravação e armazenamento dos sinais de voz foram utilizados: o *software Audacity* em computador Pentium II acoplado a uma placa de som e um microfone *headset* unidirecional da marca AKG– C520 L. O microfone foi posicionado à distância de quatro centímetros da boca, formando com esta um ângulo de 45° à 90°. Os sinais acústicos foram armazenados em extensão de arquivo .WAV à taxa de 44.100 amostras por segundos.

Os escores da autoavaliação vocal foram obtidos por meio do preenchimento do protocolo Índice de Desvantagem Vocal. Esta é uma versão traduzida e validada

para o português brasileiro do *Voice Handicap Index* (BEHLAU et al., 2011). Trata-se de um protocolo com três domínios de 10 questões cada, para serem respondidas pelo próprio paciente. O primeiro domínio avalia as queixas do paciente com relação aos aspectos físicos, o segundo domínio avalia as queixas com relação aos aspectos emocionais da disfonia e o terceiro avalia os aspectos funcionais, ou seja, o efeito da disfonia nas atividades diárias do paciente. Cada questão apresenta uma escala de 0 a 4 pontos a serem escolhidos conforme avaliação do paciente. O item avaliado com a pontuação 0 (zero) refere-se a uma situação que nunca ocorre devido a presença da disfonia, a pontuação 2 refere-se a uma situação que ocorre raramente, a pontuação 3 a uma situação que frequentemente ocorre e a pontuação 4 a uma situação que sempre ocorre. O escore de cada domínio é obtido pela soma computada das respostas (JACOBSON et al., 1997).

Foram selecionados trechos de dois segundos, os mais estáveis possíveis, de cada gravação acústica das vogais sustentadas /ε/. Um banco de dados aleatório foi construído com os trechos selecionados e uma repetição de 20% dos mesmos foi acrescida para ser verificada a consistência e a concordância dos avaliadores em análises qualitativas. Tal banco de dados foi utilizado nas análises perceptivo-auditiva, acústica quantitativa e da dinâmica não linear da produção de voz.

O procedimento de captura e armazenamento dos exames de videolaringoscopia de alta velocidade foi realizado nas dependências do Ambulatório da Divisão de Otorrinolaringologia HC-FMUSP, por laringologista experiente. Foi utilizado o sistema de gravação de imagens em alta velocidade da marca Richard Wolf (Knittingen, Alemanha), com fonte de luz de alta execução (AUTO LP 5132), laringoscópio rígido (ângulo de 90°) e câmara de cabeça (HRES ENDOCAM 5562). Os exames foram armazenados a taxa de 4000 quadros por segundos e convertidos à extensão de arquivo .AVI para o processamento das imagens e extração de parâmetros quantitativos.

4.2.1 Métodos computacionais para extração de parâmetros

Para caracterizar a qualidade vocal e o padrão vibratório de pregas vocais com paralisia unilateral foram utilizadas duas ferramentas computacionais desenvolvidas pelo GPEM. Para isto foi utilizando a linguagem de programação *C Sharp* do pacote de programas *Visual Studio* da *Microsoft*, o uso de tais ferramentas estão descritas a seguir.

Extração de parâmetros acústicos

Um dos algoritmos foi programado para processar os sinais de voz e extrair os parâmetros acústicos utilizados nesta pesquisa. Este inicia o procedimento de análise dos sinais acústicos normalizando-os para padronizar os níveis de amplitude. A seguir são extraídos automaticamente os parâmetros acústicos, que são definidos por meio da abordagem de autocorrelação do sinal de voz. Trata-se de uma abordagem que permite a análise do sinal de voz por meio da comparação de seus trechos ao longo de todo o seu comprimento. Assim é possível obter um marcador com um único período, que apresenta picos mais bem definidos mesmos em vozes mais alteradas (PIMENTA, et al. 2010). Este mesmo algoritmo computacional extrai o parâmetro experimental Coaptação Glótica (CG), o qual é realizado por meio da implementação computacional do cálculo da derivada de primeira ordem do sinal de voz. O valor numérico deste parâmetro corresponde à medida indireta da taxa de variação da área glótica em função do período necessário para ocorrer o pulso glótico (SIMÕES-ZENARI et al., 2011).

Para a extração dos parâmetros acústicos da Dinâmica Não Linear da produção vocal foi utilizado a ferramenta computacional desenvolvida por Dajer et al. (2011).

Extração de parâmetros das videolaringoscopias de alta velocidade

Uma ferramenta computacional foi desenvolvida para a análise de imagens laríngeas para extrair parâmetros quantitativos das quimografias geradas de videolaringoscopias em alta velocidade. Primeiramente, o algoritmo evidencia as bordas das pregas vocais ao longo da imagem quimográfica, em seguida o programa permite desenhar um retângulo ao redor da amplitude de vibração mucosa de cada uma das pregas vocais (Figura 8). Após delimitações em torno das pregas vocais o programa é executado para o cálculo e extração automática dos parâmetros: Razão de Abertura (RA) e Razão de Fechamento (RF).

Figura 8 – Exemplo de imagem quimográfica analisada pela ferramenta computacional desenvolvida para presente pesquisa. Quimografia gerada de um exame de videolaringoscopia em alta velocidade de um paciente de 75 anos, gênero feminino e com paralisia de prega vocal esquerda. **D**: prega vocal direita; **E**: prega vocal esquerda; **d1**: altura de abertura de cada uma das pregas vocais; **d2**: altura do espaço entre as pregas vocais causado pelo fechamento glótico incompleto. A Razão de Abertura (**RA**) é a relação entre a maior altura (valor de **d1** de **D**) e a menor altura (valor de **d1** de **E**) de abertura das pregas vocais. A Razão de Fechamento (**RF**) é a relação entre as alturas de abertura (valor de **d1** de ambas as pregas vocais) e a altura do espaço entre as pregas vocais (**d2**). Ambos os parâmetros não possuem unidade de medida, pois se tratam de razões. O valor final destes parâmetros é dado pela média dos valores extraídos de três trechos com 5 ciclos glóticos cada. No exemplo, o valor de **RA** é 1,55 (**D**/**E**) e de **RF** é 0,46.

A Razão de abertura (RA) mede o quão maior é a amplitude da prega vocal saudável com relação à prega vocal paralisada durante o ciclo glótico. Neste parâmetro o valor esperado para pregas vocais saudáveis é 1 (um). O valor 1 significa que as pregas vocais possuem amplitudes 100% iguais durante suas

vibrações glóticas. Valores acima de 01 significam o quanto maior é a abertura da prega vocal saudável com relação à paralisada. O algoritmo computacional sempre irá relacionar a prega vocal de maior amplitude (saudável) com a de menor amplitude (paralisada). Por exemplo, um paciente com paralisia de prega vocal à direita (D) apresenta o valor de RA igual a 1,30 (E/D); onde (E) representa a prega vocal esquerda (saudável) e (D) a prega vocal direita (paralisada). O resultado significa que a prega vocal esquerda (E) possui abertura 30% maior que a prega vocal direita (D). A prega vocal paralisada (direita) está com sua vibração comprometida em 30%, ou seja, apresenta apenas 70% de abertura durante as vibrações glóticas.

A Razão de fechamento (RF) mede o quanto falta para as pregas vocais se fecharem durante as vibrações. Espera-se valor igual a 0 (zero) para pregas vocais que apresentam fase fechada no ciclo glótico. O valor 0 significa que as pregas vocais estabeleceram contato durante a vibração glótica. Valores acima de 0 significam que as pregas vocais não foram capazes de estabelecerem contato durante a vibração glótica. Por exemplo, o valor de 0,35 significa que faltam 35% para a máxima amplitude das pregas vocais se fecharem e completarem um ciclo glótico. A figura 8 exemplifica o método de extração dos parâmetros RA e RF.

A ferramenta computacional desenvolvida permite ainda a análise de assimetria observada ao longo das fases dos ciclos glóticos. Para isto é traçada uma linha reta que possibilite unir os dois pontos de maior abertura entre as pregas vocais. Na sequência, a ferramenta é mais uma vez executado para o cálculo e extração automática do valor de assimetria. Este valor é definido pelo ângulo formado entre a inclinação da reta traçada com o eixo perpendicular à base da imagem. Um ângulo quantifica o valor de assimetria de um ciclo glótico. Neste estudo, o parâmetro foi medido em três diferentes ciclos glóticos ao longo das imagens quimográficas. Foi calculado o valor médio das três medidas para obtenção da assimetria em torno de pregas vocais analisadas. A medida de unidade de assimetria é dada em graus ($^{\circ}$). O valor 0° (zero grau) significa que as pregas vocais apresentam completa simetria, enquanto que 90° completa assimetria ao longo das vibrações glóticas. A figura 9 exemplifica o método de extração da assimetria.

Figura 9 – Exemplo de imagem quimográfica analisada pela ferramenta computacional desenvolvida para presente pesquisa. Quimografia gerada de um exame de videolaringoscopia em alta velocidade de um paciente de 75 anos, gênero feminino e com paralisia de prega vocal esquerda. θ : ângulo de assimetria. Para extrair a assimetria é traçada uma reta ligando o ponto de maior abertura da prega vocal saudável (D) ao ponto de maior abertura da prega vocal paralisada (E) de um ciclo glótico (pontos definidos pela fase aberta do ciclo glótico). O valor do ângulo θ , formado entre a inclinação da reta e o eixo perpendicular à base da imagem, quantifica a assimetria de um ciclo glótico. O valor médio de três θ (s) selecionados ao longo das vibrações glóticas quantificam o valor de assimetria das pregas vocais em análise. No exemplo, o paciente apresentou assimetria igual a 12,99°.

4.2.2 Métodos de Avaliação Vocal

Análise Perceptivo-Auditiva

A análise perceptivo-auditiva foi realizada por três fonoaudiólogos com experiência clínica em voz. Cada sinal de voz foi avaliado de acordo com os conceitos da escala analógico-visual, a qual foi eleita por se tratar de uma análise padronizada robusta que não sofre influências de aspectos culturais da qualidade vocal (YAMASAKI et al., 2008; YAMASAKI et al., in press).

Foram analisados os graus de intensidade do desvio vocal dos parâmetros: grau global, rugosidade, soproidade, tensão e características adicionais que os fonoaudiólogos julgaram importante para a alteração vocal. Com o intuito de calibrarem as habilidades auditivas para os objetivos da presente pesquisa os avaliadores participaram de um treinamento auditivo elaborado e aplicado pela fonoaudióloga responsável por esta pesquisa. O treinamento foi realizado simultaneamente com os três avaliadores em local silencioso. Foram apresentados 22 sinais de voz âncoras não pertencentes ao banco de dados da presente pesquisa. Estes apresentaram desvios vocais variando de grau leve à intenso.

Foram apresentados o grau global do desvio vocal, a característica predominante e as características secundárias presentes em casa sinal âncora. Sendo assim foram treinadas as escutas dos desvios vocais para os parâmetros: rugosidade, soprosidade e tensão.

O passo seguinte ao treinamento auditivo foi a avaliação perceptivo-auditiva propriamente dita. Nesta etapa, os avaliadores receberam os protocolos da análise analógica visual em formato digital (ANEXO B) para realizarem individualmente a avaliação dos 42 sinais de voz correspondente ao banco de dados desta pesquisa (35 amostras vocais mais 20% de repetições das mesmas). Os avaliadores foram orientados a realizarem três escutas de cada sinal de voz. A primeira escuta o avaliador analisou a intensidade do desvio vocal para o parâmetro grau global, na segunda escuta foi analisado a intensidade da característica predominante e de características secundárias presentes no desvio vocal. E na terceira escuta, o avaliador confirmou suas impressões sobre a análise.

Os resultados dos três avaliadores foram tabulados e a análise estatística verificou a consistência intra-avaliador e a concordância inter-avaliadores. A consistência intra-avaliador foi verificada por meio da aplicação do teste *t-Student* pareado. Foi realizada a comparação entre avaliação e reavaliação perceptivo-auditiva dos 20% de sinais acústicos repetidos (APÊNDICE A). Os resultados não apresentaram diferenças estatísticas significativas para nenhum dos parâmetros analisados. Conclui-se que os três avaliadores foram consistentes para realizarem a avaliação e reavaliação das vozes na análise perceptivo-auditiva.

A concordância inter-avaliadores foi verificada por meio dos testes: ANOVA com medidas repetidas e índice Kappa. A comparação entre as análises dos três avaliadores não apresentaram diferenças estatísticas significativas para nenhum dos parâmetros analisados (APÊNDICE A).

Os avaliadores classificaram os parâmetros identificados como consistentes ou inconsistentes. A esta análise foi verificado o grau de concordância inter-avaliadores por meio do índice Kappa. Observou-se grau de concordância ótimo entre os três avaliadores para os parâmetros: grau global, rugosidade e soprosidade. Foram observados grau de concordância bom aos parâmetros: rugosidade e tensão (APÊNDICE A).

A comparação entre análises perceptivo-auditivas dos três avaliadores participantes desta pesquisa demonstraram bom nível de consistência e

concordância. Por esta razão optou-se em utilizar a média dos valores das três avaliações. Os valores médios foram tabulados para a análise estatística de correlação com demais parâmetros.

Análise Acústica

Os trechos de sinais de voz selecionados na etapa de coleta de dados foram submetidos ao algoritmo computacional desenvolvido para a análise acústica desta pesquisa. Foram extraídos: parâmetros de perturbação (*Jitter* e *Shimmer*) e o parâmetro experimental Coaptação Glótica (GC). Dos mesmos trechos de voz foram extraídos os descritores não lineares para a geração de gráficos bi e tridimensionais.

A análise qualitativa da dinâmica não linear de produção vocal foi realizada por dois fonoaudiólogos treinados para esta avaliação. Nesta etapa, foram utilizados os gráficos bidimensionais extraídos dos sinais de voz pertencentes à amostra desta pesquisa e gerados pelo algoritmo computacional mencionado. Foram analisados os aspectos de configuração da onda glótica proposta por Dajer (2011). Os avaliadores foram treinados por meio de um tutorial com imagens âncoras para exemplificar os parâmetros. Os gráficos bidimensionais da amostra e do tutorial foram disponibilizados aos avaliadores por meio de um protocolo digital (ANEXO C). Os arquivos digitais foram elaborados pela fonoaudióloga responsável por esta pesquisa. O tutorial de treinamento da análise apresentou seis exemplos âncoras de gráficos bidimensionais, os quais exemplificaram os parâmetros segundo o número de laços (0 à 4); o grau de regularidade (0 à 4) e o grau de convergência (0 à 4). A amostra apresentou 42 gráficos bidimensionais (35 amostras mais 20% de repetições). Os avaliadores foram orientados a realizarem a análise por meio da escolha da melhor resposta dentre cinco opções que descrevem aspectos de configuração da onda no gráfico.

Os resultados dos dois avaliados foram tabulados e a análise estatística verificou a consistência intra-avaliador e a concordância inter-avaliadores. A consistência intra-avaliador foi verificada por meio da aplicação do teste *t-Student* pareado. Na comparação entre avaliação e reavaliação dos 20% de amostras repetidas não foi observado diferenças estatísticas significativas em nenhum

parâmetro analisado (APÊNDICE B). Conclui-se que os dois avaliadores foram consistentes ao realizarem a avaliação e reavaliação dos parâmetros da análise qualitativa da dinâmica não linear de produção vocal.

A concordância inter-avaliadores foi verificada por meio do índice *Kappa*. A comparação entre as análises dos dois avaliadores apresentaram: grau de concordância bom ao parâmetro quantidade de loops; concordância pobre ao parâmetro regularidade e concordância moderada ao parâmetro convergência (APÊNDICE B). Apesar dos avaliadores participantes desta etapa da pesquisa terem apresentado bons níveis de consistência intra-avaliação não foi observado concordância entre eles. Devido ao fato do avaliador 2 apresentar maior consistência para todos os parâmetros analisados optou-se em utilizar seus resultados para o estudo de correlação.

Os parâmetros quantitativos foram extraídos por meio da seleção de 10 seções de Poincaré para a estimação dos valores médios dos parâmetros: Desvio Padrão do Eixo (DPE) e Desvio Padrão de Dispersão (DPD). Nesta etapa, a ferramenta computacional extraiu os parâmetros dos gráficos tridimensionais da reconstrução do espaço de fase. Os resultados de ambas as análises (qualitativa e quantitativa) foram tabulados para as análises descritivas e correlações com os parâmetros da análise perceptivo-auditiva.

Análise da autoavaliação da qualidade vocal

Os escores da auto-avaliação vocal foram obtidos por meio da soma computada de cada domínio do protocolo Índice de Desvantagem Vocal (ANEXO D). Os protocolos são parte dos registros de exames selecionados no banco de dados do Grupo de Engenharia Médica da Universidade Federal de São Carlos (GPEM/CNPq). O escore de cada domínio pode variar de 0 a 40 pontos. E o escore total é dado pela soma computada nos três domínios, podendo variar de 0 a 120 pontos (JACOBSON et al., 1997).

Os escores correspondentes aos domínios: físicos, emocionais, orgânicos e totais de cada paciente da amostra foram extraídos deste protocolo e tabulados para

a análise estatística descritiva e correlação os parâmetros da análise perceptivo-auditiva (APÊNDICE C).

Análise de quimografias geradas das videolaringoscopia de alta velocidade

As imagens laríngeas capturadas pelo sistema HRES ENDOCAM 5562 foram convertidas para a extensão .AVI e processadas para obtenção de quimografias de alta velocidade. Foi utilizado o software próprio do sistema de captura das imagens (HRES) para obtenção das quimografias de alta velocidade. Nesta etapa foi selecionado o ponto médio da imagem laríngea de cada videolaringoscopia para a justaposição dos quadros de imagens e geração das quimografias. Das quimografias geradas foram extraídos valores médios correspondente a 15 ciclos glóticos, os quais foram selecionados em cada uma das imagens quimográficas para extração dos parâmetros: Razão de Abertura (RA); Razão de Fechamento (RF) e Assimetria (APÊNDICE D).

Com o intuito de investigar um valor de referência da normalidade para os parâmetros quimográficos desenvolvidos nesta pesquisa, foram analisadas quimografias geradas a partir de videolaringoscopias em alta velocidade de pregas vocais saudáveis. Para isto, foram utilizados os registros de exames pertencentes ao banco de dados do GPEM/CNPq. Tais registros foram coletados durante pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Vivos da Universidade Federal de São Carlos, sob o número 256/2010 (ANEXO D). Foram selecionados exames de videolaringoscopias em alta velocidade de sujeitos normais, adultos e de ambos os gêneros, em bom estado de saúde geral, sem queixas vocais ou alterações da qualidade vocal, com parecer de normalidade realizado por laringologista experiente. Desta forma, foi composta uma amostra com 45 sujeitos na faixa etária entre 19 e 58 anos (média de 29,36 anos e DP: 7,15, sendo 26 mulheres e 19 homens).

As quimografias em alta velocidade de pregas vocais saudáveis foram submetidas à análise do algoritmo computacional implementado para esta pesquisa. Foram selecionados 15 ciclos glóticos de cada quimografia e extraídos os parâmetros: Razão de abertura (RA), de fechamento (RF) e Assimetria. Todos os

valores foram tabulados para a determinação da análise descritiva de cada gênero. Além desta estatística, foram realizadas comparações entre os gêneros e entre pregas vocais saudáveis e com paralisia unilateral. Para isto foi utilizado o teste não paramétrico de comparação entre duas amostras não relacionadas: *Mann-Whitney*, com nível de significância de 0,05.

Conclui-se que os valores definidos como referência da normalidade em pregas vocais masculinas são de 0,99 à 1,33 para RA; zero para RF e -2,3° à 9,64° para assimetria. E para as pregas vocais femininas os valores são: 1,04 à 1,14 para RA; zero para RF e -0,99° à 3,31° para assimetria. Os resultados das comparações entre os gêneros e entre pregas vocais saudáveis e com paralisia unilateral estão apresentados no capítulo de resultados.

Foi realizada uma análise do parâmetro Razão de Abertura (RA) de forma que se extraísse o valor de amplitude da vibração mucosa das pregas vocais de forma separada. Assim, foram calculados valores correspondentes às porcentagens das amplitudes de vibração mucosa para cada uma das pregas vocais (direita e esquerda). Os cálculos foram realizados para cada gênero (masculino e feminino), para cada tipo de pregas vocais (saudáveis e com paralisia unilateral) e estão apresentados no capítulo de resultados.

4.2.3 Análise Estatística

Para a análise descritiva foram extraídos valores médios, desvios-padrão, mínimos e máximos de cada uma das análises envolvidas nesta pesquisa. Foi utilizada a Correlação de Spearman para estudar a relação entre análise perceptivo-auditiva às demais análises vocais. O nível de significância determinado foi de 0,05.

5 RESULTADOS

O capítulo de resultados está dividido em duas partes para melhor apresentação dos mesmos. A primeira parte apresenta os resultados descritivos de cada uma das análises realizadas neste estudo. A segunda parte apresenta os resultados estatísticos das correlações realizadas entre a análise perceptivo-auditiva e demais análises vocais.

5.1. Resultados da análise estatística descritiva

5.1.1 Análise Perceptivo-Auditiva

Os resultados das análises perceptivo-auditivas estão apresentados na tabela 2 e gráfico 1. São resultados da análise estatística descritiva para os parâmetros: grau geral (GG), rugosidade (R), soproidade (S) e tensão (T) do desvio vocal.

Tabela 2: Porcentagem dos valores médios, desvios-padrão (**DP**), máximos (Máx) e mínimos (Mín) da análise perceptivo-auditiva de vogais sustentadas /ε/ para homens (H) e mulheres (M).

	GG (%)		R (%)		S (%)		T (%)	
	H	M	H	M	H	M	H	M
Média	66,00	69,25	55,84	50,33	42,04	63,59	53,86	61,79
DP	21,55	22,23	31,57	34,34	36,82	23,25	22,39	22,32
Mín	39,27	32,13	0,00	0,00	0,00	31,27	24,80	22,33
Máx	100,00	99,70	97,37	97,00	97,83	99,17	92,10	98,93

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

Gráfico 1. Valores médios da análise perceptivo-auditiva. Todos os parâmetros apresentaram-se acima da variação normal da qualidade vocal. H: sinais vocais masculinos; M: sinais vocais femininos; G: grau global; R: rugosidade; S: soprosidade e T: tensão. ***35,50**: valor de referência para variação normal da qualidade vocal. Fonte: YAMASAKI et al., in press.

Há 13 amostras identificadas com características adicionais. Destas 11 (3 sinais de voz masculinos e 8 femininos) foram classificadas com instabilidade constante de emissão vocal pelos três avaliadores. O valor médio para a análise deste parâmetro foi de 15,62% (DP: 24,16%). Uma amostra feminina foi classificada com instabilidade constante por dois dos três avaliadores e como inconstante por um dos três avaliadores. Dois avaliadores classificaram uma amostra feminina com nasalidade constante além da presença de instabilidade constante na emissão de voz. Um dos três avaliadores classificou a mesma amostra identificando apenas presença constante de nasalidade. O valor médio para análise da nasalidade foi de 28,80% (DP: 13,33%).

5.1.2 Auto-avaliação da qualidade vocal

Os resultados de análise estatística descritiva da auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes estão apresentados na tabela 3 e gráfico 2.

Tabela 3: Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) da auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal. Resultados extraídos do protocolo **IDV**.

	Físico		Emocional		Orgânico		Total	
	H	M	H	M	H	M	H	M
Média	10,09	16,13	8,18	20,83	13,82	20,83	25,21	50,29
DP	9,16	9,62	7,68	10,42	10,69	10,42	25,87	25,98
Mín	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Máx	27,00	34,00	24,00	39,00	34,00	39,00	74,00	111,00

IDV: Índice de Desvantagem Vocal.

Gráfico 2. H: escores da amostra masculina e M: escores da amostra feminina. *0 – 30: baixo impacto; 31 – 60: impacto moderado e 61 – 120: alto impacto da disfonia na qualidade de vida do paciente. MANGILLI et al., 2008.

Os pacientes do gênero masculino apresentaram a seguinte distribuição da auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida: Os pacientes classificaram os domínios: físico e emocional como de baixo impacto na qualidade de vida em 100% da amostra. O domínio orgânico foi classificado como de baixo impacto em 90,9% e como moderado em 9,1% da amostra. O escore total apresentou 54,55% como sendo de baixo impacto; 27,27% como de impacto moderado e 18,18% como de alto impacto da disfonia na qualidade de vida destes pacientes.

Pacientes do gênero feminino classificaram o impacto da disfonia na qualidade de vida para os domínios: físico e emocional, como sendo de baixo impacto em 91,7% da amostra e moderado em 8,3% da amostra. O domínio orgânico apresentou baixo impacto da disfonia em 87,5% e moderado para 12,5% da amostra. Os resultados para escore total apresentou baixo impacto da disfonia na qualidade de vida das pacientes em 16,7% da amostra; impacto moderado em 54,2% e alto impacto em 29,17% da amostra.

5.1.3 Análise Acústica

Parâmetros de Perturbação e Coaptação Glótica

Os resultados dos parâmetros de perturbação (*Jitter* e *Shimmer*) e da Coaptação Glótica (CG) estão ilustrados na tabela 04 e gráfico 3.

Tabela 04: Valores médios, desvios-padrão (**DP**), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos parâmetros acústicos extraídos de vogais sustentadas /ε/ de homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal.

	<i>Jitter</i>		<i>Shimmer</i>		<i>GC</i>	
	H	M	H	M	H	M
Média	0,90	1,20	3,39	2,76	0,28	0,25
DP	0,71	1,93	3,12	4,07	0,11	0,08
Mín	0,31	0,33	0,75	0,55	0,17	0,10
Máx	2,21	8,35	11,24	18,70	0,53	0,40

CG: Coaptação Glótica.

Gráfico 3. Valores médios dos parâmetros acústicos. Parâmetros de Perturbação acima do padrão de referência para sinais de voz saudável e Coaptação Glótica com valores abaixo da média para sinais de voz saudável. CG: Coaptação Glótica. *0, 35: valor médio de referência da normalidade para Jitter, *2,25: valor médio de referência da normalidade para Shimmer e *0,44: valor médio encontrados para amostras de sinais de voz saudável. MONTAGNOLI & PEREIRA, 2009; PIMENTA et al., 2010.

5.1.4 Análise Não linear

Nas tabelas: 5 e 6; e gráficos 4 e 5, estão os resultados descritivos da análise da dinâmica não linear de produção vocal de parâmetros qualitativos e quantitativos, respectivamente:

Tabela 5: Valores médios, desvios-padrão (**DP**), mínimos (Mín) e máximos (Máx) de parâmetros qualitativos da análise não linear da dinâmica de produção vocal. Os valores foram extraídos de vogais sustentadas /ε/ emitidos por pacientes homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal.

	Loops		Regularidade		Convergência	
	H	M	H	M	H	M
Média	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
DP	1,14	0,65	1,13	1,18	1,08	0,10
Mín	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00

Min: mínimo; Máx: máximo.

Tabela 6: Valores médios, desvios-padrão (**DP**), mínimos e máximos de parâmetros quantitativos extraídos da análise não linear da dinâmica vocal. Os valores foram extraídos de vogais sustentadas /ε/ emitidos por pacientes homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral de prega vocal.

	DPD		DPE	
	H	M	H	M
Média	0,04	0,04	0,31	0,33
DP	0,02	0,02	0,07	0,10
Mín	0,01	0,01	0,20	0,19
Máx	0,06	0,08	0,40	0,62

Min: mínimo; Máx: máximo.

Gráfico 4. Valores de parâmetros qualitativos de análise não linear da dinâmica vocal. Resultados a baixo do padrão de referência para a normalidade. * **Padrão de referência:** grau de 3 à 4. DAJER et al., 2013.

Gráfico 5. Valores médios de parâmetros quantitativos para análise não linear da dinâmica vocal. H: sinais vocais masculinos e M: sinais vocais femininos. Valores acima do padrão de referência para a normalidade. ***Padrão de referência:** DPD: 0,01 e DPE: 0,20. ANDRADE, 2011.

5.1.5. Análise das quimografias geradas de Videolaringoscopias em Alta Velocidade:

Os resultados descritivos da análise de parâmetros quimográficos gerados a partir de videolaringoscopias de alta velocidade de pregas vocais com paralisia unilateral estão apresentados na tabela 7 e gráfico 6.

Tabela 7: Valores médios, desvios-padrão (**DP**), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valores para os parâmetros quantitativos extraídos das quimografias em alta velocidade de pregas vocais de homens (H) e mulheres (M) com paralisia unilateral.

	RA		RF		Assimetria	
	H	M	H	M	H	M
Média	1,55	1,50	0,37	0,18	23,68	9,85
DP	0,43	0,60	0,66	0,27	33,22	18,38
Mín	1,10	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	2,70	3,26	2,16	0,73	90,00	90,00
p-valor	0,201		0,436		0,09	

Teste estatístico: Mann-Whitney.

RA: razão de abertura; **RF:** razão de fechamento.

Gráfico 6. Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais com paralisia unilateral. H: pregas vocais masculinas; M: pregas vocais femininas; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.

Os resultados da comparação entre gêneros de pregas vocais saudáveis estão apresentados na tabela 8 e gráfico 7. As tabelas: 9 e 10; e gráficos 8 e 9 mostram os resultados estatísticos da comparação entre pregas vocais saudáveis e com paralisia unilateral.

Tabela 8: Valores médios, desvios-padrão (DP), mínimos (Mín); máximos (Máx) e p-valores dos parâmetros extraídos de quimografias em alta velocidade de pregas vocais saudáveis.

	RA		RF		Assimetria	
	H	M	H	M	H	M
Média	1,16	1,09	0,00	0,00	3,67	1,16
DP	0,17	0,05	0,00	0,00	5,97	2,15
Mín	1,02	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	1,64	1,18	0,00	0,00	20,89	7,86
p-valor	0,14		1,00		0,26	

Teste estatístico: Mann-Whitney.

RA: razão de abertura; **RF:** razão de fechamento.

Gráfico 7. Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais saudáveis. H: pregas vocais masculinas; M: pregas vocais femininas; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.

Tabela 9: Valores médios, desvios-padrão (**DP**), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valor da comparação entre parâmetros extraídos das quimografias em alta velocidade de pregas vocais masculinas saudáveis (N) e com paralisia unilateral (PPV).

	RA		RF		Assimetria	
	N	PPV	N	PPV	N	PPV
Média	1,16	1,55	0,00	0,37	3,67	23,68
DP	0,17	0,43	0,00	0,66	5,97	33,22
Mín	1,02	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	1,64	2,70	0,00	2,16	20,89	90,00
p-valor	0,001*		0,002*		0,005*	

Teste estatístico: Mann-Whitney.

RA: razão de abertura; **RF:** razão de fechamento.

Tabela 10: Valores médios, desvios-padrão (**DP**), mínimos (Mín), máximos (Máx) e p-valor da comparação entre parâmetros extraídos das quimografias em alta velocidade de pregas vocais femininas saudáveis (N) e com paralisia unilateral (PPV).

	RA		RF		Assimetria	
	N	PPV	N	PPV	N	PPV
Média	1,09	1,50	0,00	0,18	1,16	9,85
DP	0,05	0,60	0,00	0,27	2,15	18,38
Mín	1,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	1,18	3,26	0,00	0,73	7,86	90,00
p-valor	<0,001*		0,002*		<0,001*	

Teste estatístico: Mann-Whitney.

RA: razão de abertura; **RF:** razão de fechamento.

Gráfico 8. Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais masculinas. N: pregas vocais saudáveis; PPV: pregas vocais com paralisia unilateral; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.

Gráfico 9. Valores médios de parâmetros quantitativos extraídos de quimografias geradas de videolaringoscopia em alta velocidade de pregas vocais femininas. N: pregas vocais saudáveis; PPV: pregas vocais com paralisia unilateral; RA: razão de abertura e RF: razão de fechamento.

A avaliação da amplitude de vibração mucosa realizada para cada um dos lados das pregas vocais apresentou os seguintes valores médios em pregas vocais saudáveis: para a amostra masculina foram encontrados 90% (DP: 14%) da vibração mucosa em pregas vocais à direita e 111% (DP: 14%) em pregas vocais à esquerda. Os valores médios para pregas vocais femininas são: 95% (DP: 9%) de vibração mucosa de pregas vocais do lado direito e 105% (DP: 9%) do lado esquerdo.

A análise para as pregas vocais com paralisia unilateral apresentou os seguintes valores médios para amostras masculinas: 45% (DP: 43%) de amplitude de vibração mucosa em pregas vocais acometidas pela paralisia; e 155% (DP: 43%) de amplitude da vibração mucosa em pregas vocais contralaterais. Das 11 amostras masculinas apenas uma possui a paralisia de prega vocal do lado direito. Em amostras femininas foram observados os valores médios: 50% (DP: 60%) de variação da amplitude da mucosa em pregas vocais acometidas pela paralisia; e 150% (DP: 60%) de variação da amplitude mucosa em pregas vocais contralaterais. Das 24 amostras femininas, nove apresentaram paralisia unilateral à prega vocal direita e 15 à prega vocal esquerda.

5.2 Resultados das associações entre parâmetros perceptivos e demais análises vocais:

As figuras 10, 11 e 12 estão representações gráficas de resultados de parâmetros quimográficos (Razão de Abertura e Assimetria) associados à análise perceptivo-auditiva (Grau global). Os dados são extraídos de sujeitos saudáveis e com paralisia unilateral de pregas-vocais.

Figura 10 – Gráfico de valores para Razão de Abertura (RA) *versus* Assimetria de pregas vocais masculinas e femininas saudáveis ou com paralisia unilateral. São resultados extraídos das quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade. Círculos correspondem aos resultados de pregas vocais saudáveis, sendo os azuis de amostras masculinas e os vermelhos de amostras femininas. As cruzes correspondem aos resultados de pregas vocais com paralisia unilateral, sendo os azuis de amostras masculinas e as vermelhas de amostras femininas.

Figura 11 – Gráfico de valores para Razão de Abertura (RA) *versus* Assimetria de pregas vocais masculinas saudáveis ou com paralisia unilateral. São resultados extraídos das quimografias geradas de videolaringoscopias de alta velocidade. Os resultados de pregas vocais com paralisia unilateral estão associados à severidade avaliada na análise perceptivo-auditiva (Grau global). mod.: moderado.

Tabela 11: Resultados da correlação estatística entre os parâmetros da análise perceptivo-auditiva e demais análises vocais. Parâmetros analisados a partir da emissão de vogal sustentada /E/ por homens com paralisia unilateral de pregas vocais.

Análise Perceptivo-auditiva (%)			G	R	S	T	CA		
IDV	Domínios	Físico	Coef.	0,597	0,469	0,717	0,205	-0,480	
			p-valor	0,046*	0,132	0,011*	0,520	0,124	
		Emocional	Coef.	0,510	0,382	0,473	0,115	0,027	
			p-valor	0,120	0,233	0,132	0,714	0,924	
		Orgânico	Coef.	0,491	0,364	0,560	0,209	-0,158	
			p-valor	0,116	0,257	0,065	0,520	0,633	
		Total	Coef.	0,627	0,491	0,606	0,191	-0,221	
			p-valor	0,035*	0,116	0,043*	0,557	0,502	
Parâmetros Acústicos	Perturbação	Jitter (%)	Coef.	0,665	0,661	0,575	0,296	-0,517	
			p-valor	0,023*	0,023*	0,060	0,353	0,095	
		Shimmer (%)	Coef.	0,755	0,709	0,523	0,582	-0,305	
			p-valor	0,005*	0,013*	0,088	0,055*	0,339	
	Coaptação Glótica	Coef.	-0,607	-0,571	-0,594	-0,219	0,598		
		p-valor	0,042*	0,060	0,051*	0,502	0,047*		
	ANL	Qualitativa	Loops	Coef.	-0,530	-0,368	-0,431	-0,427	-0,153
				p-valor	0,088	0,257	0,178	0,178	0,633
Regularidade			Coef.	-0,642	-0,538	-0,667	-0,887	-0,126	
			p-valor	0,029*	0,082	0,023*	<0,001*	0,693	
Convergência		Coef.	-0,841	-0,841	-0,425	-0,440	-0,177		
		p-valor	<0,001*	<0,001*	0,188	0,168	0,595		
Quantitativa		DPD	Coef.	0,791	0,709	0,725	0,336	-0,305	
			p-valor	0,002*	0,013*	0,009*	0,296	0,339	
	DPE	Coef.	0,791	0,691	0,771	0,418	-0,379		
		p-valor	0,002*	0,017*	0,004*	0,188	0,233		
Videolaringoscopia de alta velocidade	Parâmetros quimográficos	RA	Coef.	-0,155	-0,173	-0,339	-0,136	-0,158	
			p-valor	0,633	0,595	0,296	0,673	0,633	
		RF	Coef.	0,337	0,377	0,315	-0,079	-0,632	
			p-valor	0,296	0,245	0,324	0,797	0,035*	
		Assimetria	Coef.	0,237	0,387	-0,018	0,273	0,295	
			p-valor	0,467	0,221	0,946	0,400	0,353	

Teste estatístico: Correlação de Spearman. **G:** Grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão e **CA:** Características adicionais. **IDV:** Índice de desvantagem vocal; **ANL:** Análise não linear; **DPD:** desvio padrão da dispersão; **DPE:** desvio padrão do Eixo; **RA:** razão de abertura; **RF:** razão de fechamento e Coef.: coeficiente.

Tabela 12: Resultados da correlação estatística entre os parâmetros da análise perceptivo-auditiva e demais análises vocais. Parâmetros analisados a partir da emissão de vogal sustentada /ε/ por mulheres com paralisia unilateral de pregas vocais.

Análise Perceptivo-auditiva (%)			G	R	S	T	CA		
IDV	Domínios	Físico	Coef.	0,505	0,504	0,459	0,538	-0,203	
			p-valor	0,012*	0,012*	0,024*	0,007*	0,336	
		Emocional	Coef.	0,195	0,254	0,124	0,242	0,030	
			p-valor	0,357	0,228	0,561	0,250	0,888	
		Orgânico	Coef.	-0,162	-0,137	-0,273	-0,159	0,029	
			p-valor	0,446	0,518	0,194	0,453	0,892	
		Total	Coef.	0,204	0,245	0,137	0,242	-0,077	
			p-valor	0,336	0,245	0,518	0,252	0,716	
Parâmetros Acústicos	Perturbação	Jitter (%)	Coef.	0,748	0,593	0,835	0,707	-0,230	
			p-valor	<0,001*	0,002*	<0,001*	<0,001*	0,277	
		Shimmer (%)	Coef.	0,711	0,617	0,816	0,686	-0,336	
			p-valor	<0,001*	0,001*	<0,001*	<0,001*	0,106	
	Coaptação Glótica	Coef.	0,088	-0,066	0,088	0,060	-0,016		
		p-valor	0,679	0,756	0,679	0,777	0,940		
	ANL	Qualitativa	Loops	Coef.	-0,042	-0,088	-0,101	-0,003	0,163
				p-valor	0,844	0,679	0,635	0,989	0,441
Regularidade			Coef.	-0,527	-0,347	-0,615	-0,433	0,233	
			p-valor	0,008*	0,095	0,001*	0,034*	0,269	
Convergência			Coef.	-0,468	-0,344	-0,502	-0,463	0,098	
			p-valor	0,021*	0,099	0,013*	0,023*	0,644	
Quantitativa		DPD	Coef.	0,383	0,286	0,535	0,382	-0,047	
			p-valor	0,064	0,173	0,007*	0,065	0,825	
Videolaringoscopia de alta velocidade	Parâmetros quimográficos	DPE	Coef.	0,543	0,477	0,677	0,541	-0,169	
			p-valor	0,006*	0,019*	<0,001*	0,007*	0,426	
		RA	Coef.	0,583	0,484	0,640	0,537	-0,226	
			p-valor	0,003*	0,017*	0,001*	0,007*	0,284	
		RF	Coef.	0,765	0,735	0,743	0,736	-0,055	
			p-valor	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,796	
Assimetria	Coef.	0,050	0,090	0,066	0,001	0,208			
	p-valor	0,812	0,670	0,756	0,995	0,326			

Teste estatístico: Correlação de Spearman. **G:** Grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão e **CA:** Características adicionais. **IDV:** Índice de desvantagem vocal; **ANL:** Análise não linear; **DPD:** desvio padrão da dispersão; **DPE:** desvio padrão do Eixo; **RA:** razão de abertura; **RF:** razão de fechamento e Coef.: coeficiente.

6 DISCUSSÃO

Sabendo que o paciente com paralisia unilateral de pregas vocais apresenta grande variedade nas irregularidades de vibrações glóticas e alterações na qualidade vocal, os resultados da avaliação multidimensional da voz devem ser criteriosamente analisados para caracterização da voz destes pacientes (GAMA et al., 2011; BUSTO-CREPO et al., 2015. In press). Neste contexto, obtivemos dados de 35 pacientes com diagnóstico de paralisia unilateral de pregas vocais por meio de análises qualitativas da voz e extração de parâmetros quantitativos da laringe. Os dados qualitativos foram obtidos por meio das análises: perceptivo-auditiva, auto-avaliação da qualidade vocal e análise dos padrões visuais da dinâmica vocal proposta por Dajer (2011). Os parâmetros quantitativos foram obtidos pelo processamento de sinais acústicos e de imagens laríngeas, os quais foram possíveis por meio de algoritmos computacionais.

As análises permitiram um estudo descritivo e inferencial do comportamento vocal e das vibrações de pregas vocais com paralisia unilateral. Além disso, foi possível observar associações existentes entre parâmetros da análise perceptivo-auditiva e das demais análises vocais.

As características amostrais desta pesquisa consistem de pacientes adultos (média de idade: 57,64 anos; DP: 21,35 para homens e 57,25 anos; DP: 13,87 para mulheres), de ambos os gêneros (11 homens e 24 mulheres), sendo que a amostra é composta em sua maior parte pelo gênero feminino. Apesar de não haver prevalência definida para as paralisias de pregas vocais, os dados concordam com a literatura que evidenciam a maior prevalência de ocorrência da patologia em adultos (entre 55 e 64 anos) e mulheres (AHMAD et al., 2002; MANGILLI et al., 2008; GAMA et al., 2011; SCHWARZ et al., 2011;). Foi identificado maior número de pregas vocais esquerdas paralisadas (71,43% da amostra total). Os resultados concordam com a literatura que descreve maior prevalência de paralisia de prega vocal esquerda devido ao trajeto mais longo do nervo recorrente esquerdo levar à maior susceptibilidade de lesões ao mesmo (GAMA et al., 2011; GARCIA et al., 2009).

Análise Peceptivo-auditiva

A análise perceptivo-auditiva do parâmetro grau global (GG) das amostras vocais apresentou alteração em 97,14% da amostra total. A variabilidade normal da qualidade vocal manifestou-se em 2,86% da amostra (uma paciente de 23 anos com paralisia de prega vocal à direita. GG: 32,13%). Tais resultados são esperados, pois na paralisia unilateral de pregas vocais a qualidade vocal pode estar comprometida em variados graus de severidade ou apresentar-se assintomática (RUBIN et al., 2008; STEFFEN et al. 2004; HOGIKYAN et al., 2000; GARCIA et al., 2009).

Analisando os gêneros, separadamente, as amostras foram classificadas com grau de desvio vocal moderado aos parâmetros grau global (média: 66%; DP: 21,55% para amostra masculina e média: 69,25%; DP: 22,23% para amostra feminina) e tensão (média: 53,86%; DP: 22,39% para amostra masculina e 61,79%; DP: 22,32% para amostra feminina). Além disso, a amostra vocal masculina apresentou grau de desvio vocal moderado ao parâmetro Rugosidade (média: 55,84%; DP: 31,57%) e a amostra feminina apresentou desvio vocal moderado ao parâmetro soprosidade (média: 63,59%; DP: 23,25%). O grau leve a moderado classificou os parâmetros: rugosidade em amostra feminina (média: 50,33%; DP: 34,34%) e soprosidade em amostra masculina (média: 42,04%; DP: 36,82%). No presente estudo, os resultados apresentam ocorrência de comprometimento moderado da qualidade vocal em grande parte dos pacientes com paralisia unilateral de prega vocal. Sendo que, em amostras vocais masculinas o comprometimento vocal manifestou-se com maior prejuízo da rugosidade e em amostras femininas com maior prejuízo da soprosidade.

Algumas amostras vocais de ambos os gêneros apresentaram instabilidade na emissão de voz como uma característica adicional (CA) da análise perceptivo-auditiva. Os valores médios para o parâmetro foram classificados dentro da variabilidade normal da qualidade vocal (média: 14,43; DP 22,39 para amostra masculina e média: 14,54; DP: 24,13 para amostra feminina). Apesar disso, as amostras masculinas que apresentaram instabilidade na emissão vocal, 33,33% classificou severidade de grau leve a moderado e 66,66% com grau moderado. A

análise estatística correlacionou a característica com o parâmetro quimográfico Razão de Fechamento (p-valor: 0,035). A análise apresentou correlação negativa e moderada (coeficiente: - 0,632), indicando que conforme a o fechamento glótico é menor, maior é instabilidade na emissão vocal. Nas amostras femininas que apresentaram instabilidade vocal, metade classificou severidade de grau moderado, enquanto que 12,50% desta amostra apresentou severidade de grau leve a moderado. Mesmo presente, a instabilidade apresentou variabilidade normal da qualidade vocal em 37,50% desta amostra.

No geral, a instabilidade na emissão vocal foi percebida como uma característica adicional em quase um terço da amostra estudada (37,14%). Sabendo-se que a paralisia unilateral de pregas vocais pode se apresentar assintomática em até 35% dos casos (GARCIA et al., 2009), a instabilidade na emissão vocal deve receber especial atenção em uma avaliação multidimensional da voz. Ainda que classificada como variabilidade normal, a presença da característica poderá nortear a investigação para o diagnóstico e tratamento precoce da patologia de base.

Análise da Autoavaliação da qualidade vocal

Os dados da autoavaliação da qualidade vocal da amostra masculina pontuaram valores médios correspondentes a baixo impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes. Isto ocorreu em todos os domínios determinados pelo protocolo utilizado nesta pesquisa (Índice de Desvantagem Vocal – IDV). São eles: domínio físico (média: 10,09 pontos), emocional (média: 8,18 pontos), orgânico (média: 13,82 pontos) e total (média: 25,21 pontos). Entretanto, o domínio total apresentou variação de escores que pontuam desde impacto baixo ao moderado (pontuação de 0 à 51,08). Esta variação está distribuída na amostra da seguinte forma: 54,55% da amostra pontuaram escore de baixo impacto; 27,27% pontuaram impacto moderado e 9,09% alto impacto da disfonia na qualidade de vida. Houve correlação entre os parâmetros perceptivos: grau global (G) e sopro (S) com os domínios: físico e total. Todas as correlações se apresentaram positivas e moderadas (p-valor: 0,046 e coeficiente: 0,597 para domínio físico e G; p-valor: 0,035 e coeficiente: 0,627 para domínio total e G; p-valor: 0,043 e coeficiente: 0,606

para domínio total e S), exceto entre sopro e domínio físico que apresentou correlação positiva e forte (p-valor: 0,01 e coeficiente: 0,717). De qualquer maneira, os resultados da correlação indicam que os pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais avaliam o impacto da disfonia na qualidade de vida de forma proporcional à presença de rugosidade na qualidade vocal. Sendo que quanto maior a intensidade da rugosidade, maior o impacto da disfonia na qualidade de vida destes pacientes, além destas desvantagens estarem relacionadas aos prejuízos de domínio físico.

Os valores médios da amostra feminina também classificaram baixo impacto da disfonia na qualidade de vida das pacientes para todos os domínios (físico: 16,13 pontos; emocional e orgânico: 20,83 pontos para ambos), exceto o domínio total (média: 50,98). Contudo, a variação de pontos para os domínios: emocional e orgânico classificaram a amostra com impactos de baixo ao moderado (10,41 à 31,25 pontos para ambos os domínios) e o domínio total com impactos de baixo a alto (24,31 à 76,27 pontos). A disfonia impactou a qualidade de vida de forma moderada em 50% da amostra feminina, enquanto que o baixo impacto foi observado em 16,67% da amostra e o alto impacto em 33,33% da amostra. Com exceção do parâmetro perceptivo, características adicionais (CA), houve correlação entre todos os parâmetros perceptivos e o domínio físico da autoavaliação de amostras femininas. O domínio físico correlacionou positiva e moderadamente com o grau global (G), a rugosidade (R) e a tensão (T) (p-valor: 0,012* para a correlação de G ou R com domínio físico e coeficientes: 0,505 e 0,504 de G e R vs domínio físico, respectivamente; p-valor: 0,007* e 0,538 para a correlação entre T e domínio físico). A correlação entre sopro (S) e domínio físico apresentou-se positiva e fraca (p-valor: 0,024* e coeficiente: 0,459). No presente estudo, as correlações indicam que as pacientes com paralisia unilateral de prega vocal avaliam o impacto da disfonia na qualidade de vida, proporcionalmente, à severidade da mesma na qualidade vocal. Isto ocorre, independentemente, do aspecto alterado. Da mesma forma que para homens, as mulheres relacionam o impacto da disfonia com desvantagens de domínio físico.

A busca por literatura encontrou pesquisas comparando a autoavaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida pré e pós tratamentos terapêuticos. Um estudo investigou os efeitos da fonoterapia na autoavaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais

(MANGILLI et al., 2008). Os autores observaram impacto da disfonia com maiores desvantagens ao domínio físico nos momentos pré e pós fonoterapia. Outro estudo utilizou a mesma análise para investigar o impacto da disfonia na qualidade de vida de pacientes pré e pós procedimento de tireoplastias (SPECTOR et al., 2001). Os autores observaram reduções significativas na qualidade de vida dos pacientes estudados. A pesquisa concluiu que, em dados pré-operatórios, os pacientes apresentaram limitações da saúde que se relacionaram com os problemas vocais ocasionadas pela paralisia unilateral de pregas vocais. Os resultados desta pesquisa são convergentes aos apresentados pelos estudos mencionados.

Análise Acústica: Parâmetros de perturbação e Coaptação Glótica

O parâmetro de perturbação da frequência (*Jitter*) apresentou os seguintes valores médios: 0,90% (DP: 0,71%) para amostras masculinas e 1,20% (DP: 1,93) para amostras femininas. A perturbação da amplitude do sinal (*Shimmer*) apresentou média igual a 3,39% (DP: 3,12) para amostra masculina e 2,76% (DP: 4,07) para amostra feminina. Considerando o algoritmo computacional utilizado neste estudo e seus valores de referência para vozes sem alteração vocal, os quais são de até 0,35% para *Jitter* e até 2,25% para *Shimmer* (MONTAGNOLI & PEREIRA, 2009; PIMENTA et al., 2010) os resultados de ambas as amostras estudadas são coerentes com sinais vocais alterados.

A amostra vocal feminina apresentou maior variação de *Jitter*, enquanto que a masculina apresentou maior variação de *Shimmer*. A literatura indica relação entre aumento do *Jitter* com o aumento de rugosidade (BEBER & CIELO et al., 2010), e do *Shimmer* com a presença de insuficiência glótica e, consequente, aumento da soprosidade (FINGER et al. 2009). Em valores médios os resultados de parâmetros perceptivos e de perturbação são divergentes com o descrito na literatura (maior presença de rugosidade e porcentagem de *Shimmer* para amostra masculina. Maior presença de soprosidade e porcentagem de *Jitter* para amostra feminina). Apesar disso foi observada correlação positiva e moderada entre a rugosidade e o *Jitter* de amostras masculinas (p-valor: 0,023* e coeficiente: 0,661), enquanto que as amostras femininas apresentaram correlação positiva e forte entre a soprosidade e o

Shimmer (p-valor $<0,001^*$ e coeficiente: 0,816). Portanto, nossos resultados são convergentes com os da literatura e corroborados pela análise estatística.

Além dos resultados acima citados, a comparação entre parâmetros perceptivos e de perturbação apresentou diversas correlações. A amostra masculina apresentou correlação positiva e moderada entre o grau global e o *Jitter* (p-valor: $0,023^*$ e coeficiente: 0,665). Houve correlação positiva e forte entre grau global e *Shimmer* (p-valor: $0,005^*$ e coeficiente: 0,755) e correlação positiva e moderada entre tensão e *Shimmer* (p-valor: $0,055^*$ e coeficiente: 0,582).

Em amostras vocais femininas, os parâmetros perceptivos apresentaram correlação positiva e forte com os resultados de *Jitter* (p-valor: $<0,001^*$ para as correlações entre grau global, sopro ou tensão; sendo os coeficientes: 0,748; 0,835 e 0,707; respectivamente) e a rugosidade apresentou correlação positiva e moderada (p-valor: $0,002^*$ e coeficiente: 0,593). Por fim, o grau global e o *Shimmer* apresentaram correlação positiva e forte (p-valor $<0,001^*$ e coeficiente: 0,711). Enquanto que a rugosidade e tensão correlacionaram de forma positiva e moderada com o *Shimmer* (p-valor $<0,001$ para ambas as correlações; sendo os coeficientes: 0,617 para correlação com R e 0,686 para correlação com T).

Quanto à Coaptação Glótica, como mencionado, trata-se de um parâmetro experimental que propõe analisar indiretamente as vibrações de pregas vocais. Neste estudo, as amostras de ambos os gêneros apresentaram valores semelhantes para o parâmetro (faixa de 0,17 à 0,39 para amostra masculina e de 0,17 à 0,33 para amostra feminina). Estudos com pequenas amostras compostas de sujeitos saudáveis, adultos, sem queixas vocais ou patologias laringeas referiram os seguintes valores para o parâmetro: de 0,27 à 0,69 para homens e de 0,21 à 0,72 para mulheres (PIMENTA, 2012). Outro estudo encontrou correlação moderada do parâmetro com a análise visual do espectro de curto termo obtida pela diferença entre os dois primeiros harmônica (H1-H2). Este analisou 27 sinais de voz saudáveis (17 mulheres e 10 homens adultos) possibilitando a discussão sobre a utilidade do parâmetro na análise acústica. Os autores referiram a Coaptação Glótica como sendo um parâmetro confiável para diagnóstico vocal, porém com necessidades de pesquisas em vozes alteradas e correlações com a fisiologia para a validação do mesmo (SIMÕES-ZENARI et al., 2011).

A comparação do parâmetro com os resultados perceptivos, em amostra masculina apresentou correlação negativa e moderada aos parâmetros: grau global

(G) e sopro (S) (p-valor: 0,045* e coeficiente: -0,607 na comparação com G; p-valor: 0,051* e coeficiente: -0,594 na comparação com S). A característica adicional (CA), representada pela instabilidade na emissão vocal, apresentou correlação positiva e moderada (p-valor: 0,047* e coeficiente: 0,598). Os resultados indicam diminuição da Coaptação Glótica à medida que a sopro aumenta. A correlação positiva com a instabilidade na emissão pode ter ocorrido pela falta de contato entre pregas vocais ou ausência de vibração glótica e não por maior controle das estruturas musculares na produção vocal. No geral os resultados indicam que quanto maior o desvio vocal menor é a Coaptação Glótica.

Em contrapartida, a amostra vocal feminina não apresentou correlação com nenhum parâmetro perceptivo, mesmo sendo representada por maior número de amostra e grau de severidade da sopro. Este comportamento pode estar relacionado com as características anatomofisiológicas inerentes ao gênero. Confirmando assim, a necessidade de pesquisas com grande número de amostras vocais saudáveis ou patológicas de ambos os gêneros. Desta forma, o parâmetro poderá ser aprimorado para realizar medidas indiretas com predições confiáveis.

Análise Não Linear da Dinâmica Vocal

A análise qualitativa da dinâmica vocal dos sinais vocais estudados apresentou variados graus de comprometimento para cada parâmetro analisado. Com relação ao parâmetro, número de *loops*, a maior parte da amostra masculina apresentou configurações gráficas com um *loop* (45,46%). Em 36,36% da amostra as configurações gráficas apresentaram dois *loops* e em 18,18% quatro ou mais *loops*. Mais da metade dos sinais vocais femininos apresentaram configurações gráficas com um *loop* (54,17%). Foi observada uma configuração gráfica com presença de três *loops* e outra que não foi possível a avaliação do parâmetro (cada caso correspondendo a 4,17% da amostra). Em 37,50% da amostra as configurações gráficas apresentaram dois *loops*.

Os valores médios das amostras vocais, para cada gênero estudado, apresentaram configurações gráficas de dois *loops* (DP: 1,14) para amostra masculina e de um *loop* (DP: 1,13) para a amostra feminina. Pesquisadores do

método não linear para a análise da dinâmica vocal (DAJER et al., 2011) estudaram as configurações gráficas reconstruídas no espaço de fase de vozes saudáveis e patológicas. Como valores referenciais para normalidade de ambos os gêneros encontraram configurações gráficas com quatro loops para homens e com três a quatro loops para mulheres. Nestas pesquisas, os sinais de voz estudados foram vogais sustentadas /a/. Em pesquisas anteriores o parâmetro foi analisado em configurações gráficas do espaço de fase reconstruído de vogais sustentadas /a/, /e/ e /i/. Foi constatada uma relação direta entre o aumento de componentes harmônicos e de número de loops (DAJER, 2006; SCALASSARA et al., 2009).

Não foram encontradas publicações com valores referenciais do parâmetro para a vogal sustentada /ɛ/. Entretanto, é esperado que vogais sustentadas /ɛ/ emitidas por sujeitos saudáveis apresentem de 3 a 4 *loops* em suas configurações gráficas reconstruídas no espaço de fase. Ao passo que a mesma vogal emitida por vozes patológicas apresentem menores quantidades de *loops*. Isto porque, é esperado que as diferentes vogais emitidas por indivíduos saudáveis produzam vozes ricas em harmônicos. Neste contexto, nossos resultados para número de *loops* apresentam-se coerentes com vozes de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais. Pois, estes possuem comprometimento no contato entre pregas vocais e, conseqüentemente, produzirão voz com harmônicos reduzidos. Para a corroboração dos achados do presente estudo são sugeridas pesquisas futuras com vogais sustentadas /ɛ/ de sinais vocais saudáveis ou patológicos.

Quanto à regularidade, foi observado nas configurações gráficas o grau dois em 36,36% da amostra vocal masculina, ou seja, houve irregularidade global ao longo de toda a trajetória com mais de uma porção dos traçados gráficos de maior regularidade. Em 27,27% da amostra manifestou-se o grau zero, os caracterizando com completa irregularidade em toda a trajetória dos traçados gráficos. Duas amostras (18,18%) apresentaram o grau de regularidade três (regularidade global com uma porção dos traçados gráficos apresentando irregularidade) e outras duas o grau um (irregularidade global com uma porção dos traçados gráficos com maior regularidade). As configurações gráficas correspondentes aos sinais vocais femininos apresentaram completa irregularidade ao longo da trajetória em 29,19% da amostra (grau zero). Outros 29,19% apresentaram irregularidade global com mais de um trecho da trajetória dos traçados gráficos apresentando maior regularidade (grau dois). Um quarto da amostra (25%) apresentou regularidade global ao longo

dos traçados com maior irregularidade em um trecho da trajetória (grau 3). E, por fim, 16,67% da amostra apresentaram irregularidade global ao longo de toda a trajetória apresentando apenas um trecho com maior regularidade dos traçados gráficos.

Os valores médios para o parâmetro apresentou grau um (DP: 1,13) para sinais vocais masculinos e grau dois (DP: 1,18) para sinais vocais femininos. A literatura (DAJER, 2006; SCALASSARA et al., 2009) correlaciona o parâmetro regularidade com a presença de ruído na produção de voz. Espera-se que vozes saudáveis apresentem completa regularidade ou pequeno trecho de maior irregularidade ao longo da trajetória gráfica (grau 3 e 4). Vozes com patologias que comprometam o fechamento glótico irão apresentar maiores irregularidades dos traçados gráficos devido ao aumento do ruído gerado pela turbulência do fluxo de ar e assimetria de vibração ao nível glótico (DAJER, 2006; SCALASSARA et al., 2009). Os sinais acústicos estudados apresentaram desde a completa irregularidade (grau zero) à regularidade global com um trecho dos traçados gráficos apresentando maior irregularidade (grau 3). Nossos resultados são esperados, pois é conhecido que a paralisia unilateral de pregas vocais pode comprometer a voz do paciente com alteração do fechamento glótico em diferentes níveis de severidade (GAMA et al., 2011).

Os resultados correlacionaram-se negativamente ao parâmetro grau geral, soprosidade e tensão. Em amostras masculinas, a correlação se apresentou moderada quando a comparação foi realizada com o grau global e a soprosidade (p-valor: 0,029* e coeficiente: -0,642 para G e p-valor: 0,023* e coeficiente: -0,667 para S); e forte quando com a tensão (p-valor <0,001* e coeficiente: -0,887). Para amostras femininas a correlação ocorreu moderada na comparação com o grau global e a soprosidade (p-valor: 0,021* e coeficiente: -0,527 para G; p-valor: 0,001* e coeficiente: -0,615 para S) e fraca com a tensão (p-valor: 0,034* e coeficiente: -0,433). Os resultados indicam que quanto maior a soprosidade ou tensão menor a regularidade para ambas as amostras vocais.

Com relação à convergência, as configurações gráficas dos sinais vocais masculinos apresentaram os seguintes resultados: convergência de forte à média (grau 3) para 36,36% da amostra e de média à fraca (grau 1) em outros 36,36% da amostra. Houve convergência média (grau 2) em 18,18% da amostra e fraca (grau 0) em 9,09% da amostra. Configurações gráficas de sinais vocais femininos

apresentaram convergência média (grau 2) em metade da amostra; convergência de grau forte à média (grau 3) em 20,83% da amostra; convergência forte (grau 4) em 12,50% e de média à fraca (grau 1) em outros 12,50% da amostra.

Os valores médios apresentaram convergência média tanto para sinais vocais masculinos (grau: 2 e DP: 1,08) quanto para femininos (grau 2 com DP: 0,99). De acordo com Dajer (2010), a convergência está diretamente relacionada com a perturbação da frequência (*Jitter*) e amplitude (*Shimmer*) do sinal de voz. Em sinais de voz saudáveis espera-se forte convergência devida maior presença de periodicidade na produção de voz, enquanto que sinais de voz patológicos a convergência é menor devido à maior perturbação da frequência e amplitude do sinal. Neste estudo as amostras vocais de ambos os gêneros apresentaram porcentagem de *Jitter* e *Shimmer* à cima dos valores referenciais para a normalidade. Os quais estão de acordo com os apresentados pela análise da convergência.

Em amostras masculinas, houve correlação negativa e forte entre a convergência e os parâmetros: grau global e rugosidade (p-valor < 0,001* e coeficiente: -0,841 para ambas as comparações). A amostra feminina apresentou correlação negativa e fraca para as comparações da convergência com grau global e tensão (p-valor: 0,021* e coeficiente: -0,468 para G e p-valor: 0,023* e coeficiente: -0,463 para T). Houve correlação negativa e moderada na comparação do parâmetro com a soprosidade (p-valor: 0,013* e coeficiente: -0,502). De acordo com nossos resultados, quanto maior a rugosidade menor a convergência em sinais de voz masculinos. Enquanto sinais de voz femininos apresentaram o mesmo comportamento na presença de soprosidade e tensão, ou seja, quanto maior a soprosidade e tensão menor a convergência. Este é um comportamento vocal esperado para as vozes estudadas e convergem com os resultados publicados na literatura (DAJER, 2006; SCALASSARA et al., 2009).

A análise quantitativa da dinâmica não linear de produção de voz apresentou resultados semelhantes entre as amostras estudadas. O parâmetro Desvio Padrão de Dispersão (DPD) apresentou os seguintes intervalos: de 0,01 a 0,06 para amostras vocais masculinas e femininas. O parâmetro Desvio Padrão do Eixo (DPE) apresentou os intervalos: de 0,24 a 0,38 para amostras vocais masculinas e de 0,23 a 0,43 para amostras vocais femininas. Pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento da técnica estudaram sinais de voz saudáveis e com as patologias:

edema de Reinke e nódulo (DAJER et al., 2011). De acordo com suas pesquisas, os autores encontraram como referência de vozes adultas sem queixa vocal o valor de 0,01 para DPD e 0,20 para DPE. Em vozes com edema de Reinke ou nódulo os autores encontraram DPD: 0,03 e valores de DPE iguais a 0, 27 e 0,29 para sinais vocais com edema de Reinke e nódulo, respectivamente. Em nosso estudo, as medidas de dispersão da periodicidade extraídas do plano de Poincaré apresentaram valores médios esperados para vozes patológicas (DPD: 0,04 para ambas as amostras vocais; DPE: 0,31 para amostras masculinas e 0,33 para amostras femininas), convergindo com os resultados encontrados na literatura. Os valores encontrados nos intervalos de DPD correspondentes à normalidade são justificados por vozes assintomáticas, as quais apresentaram variabilidade normal da qualidade vocal na análise perceptivo-auditiva.

Quanto à análise estatística de comparação, foram observadas correlações apenas em amostras femininas. Houve correlação positiva e moderada do Desvio padrão de Dispersão com a soproidade (p-valor: 0,007* e coeficiente 0,535). Todos os parâmetros da análise perceptivo-auditiva se correlacionaram positivamente com o Desvio Padrão do Eixo. A correlação foi moderada entre os parâmetros perceptivos: grau global, soproidade e tensão (p-valor: 0,006* e coeficiente: 0,543 para G; p-valor < 0,001* e coeficiente: 0,677 para S; p-valor: 0,007* e coeficiente: 0,541 para T). A correlação com a rugosidade se apresentou fraca (p-valor: 0,019* e coeficiente: 0,477). Estes resultados sugerem que, em amostra feminina quanto mais severa a disfonia maior a dispersão da periodicidade. Para a amostra masculina, os resultados não foram corroborados pela estatística, sugerindo a necessidade de estudos com ampliação da amostra para o gênero.

Atualmente, diversas pesquisas (SIMÕES-ZENARI et al., 2012; NARECE & TELES, 2012; COSTA et al., 2013; COSTA et al., 2014) apresentam diferentes métodos computacionais para analisar a dinâmica não linear da produção vocal. São pesquisas com as mais variadas técnicas computacionais e amostras vocais. Por esta razão, torna-se difícil a comparação entre seus resultados. Apesar disso, todas concluem que a proposta de analisar os aspectos não lineares da produção de voz apresenta-se como um meio promissor para a avaliação diferencial da disfonia.

Análise das Imagens de Videolaringoscopia em Alta Velocidade

No presente estudo, as imagens quimográficas extraídas das videolaringoscopias de Alta velocidade apresentaram aspectos variados de fechamento glótico de forma não definirem um padrão de imagem. Devido a isto, não foi possível realizar as análises de fases tradicionalmente permitidas em imagens quimográficas (TSUJI et al., 1999). Sabe-se que, além da análise de tempo de fase é possível observar a presença de assimetria nas amplitudes das vibrações de pregas vocais (SVEC & SCHUTTE, 2012). Diante disto, as quantificações dessa assimetria e do fechamento glótico incompleto surgem como alternativa de análise quantitativa de pregas vocais com paralisia unilateral. Os parâmetros quimográficos propostos neste estudo são baseados em relações entre amplitudes de abertura e fechamento das pregas vocais e desvios angulares observados em assimetrias de fase. Por esta razão, não necessitam de referências métricas para a análise das imagens laríngeas em alta velocidade. Os cálculos para obter os valores de razões e de ângulos não sofrem influências das distorções causadas pela distância do endoscópio nos procedimentos de videolaringoscopias.

Para que fosse possível extrair informações objetivas do comportamento vibratório de pregas vocais com paralisia unilateral, a ferramenta computacional foi desenvolvida de forma que fosse capaz de processar as quimografias em alta velocidade e quantificar os parâmetros: Razão de abertura (RA), Razão de fechamento (RF) e Assimetria. A validação da técnica se deu por meio de análises de quimografias em alta velocidade geradas a partir de exames de pregas vocais saudáveis. Foram obtidos os seguintes valores médios: RA igual a 1,16 (DP: 0,17) para pregas vocais saudáveis masculinas e 1,09 (DP: 0,05) para pregas vocais saudáveis femininas. A Razão de Fechamento foi zero para pregas vocais saudáveis de ambos os gêneros e a Assimetria apresentou média de 3,67° (DP: 5,97°) para pregas vocais saudáveis masculinas e 1,16° (DP: 2,15°) para pregas vocais saudáveis femininas.

O recente estudo de Tsutsumi (2015) definiu o padrão de referência para a normalidade dos tempos de fases extraídos de quimografias em alta velocidade. A autora verificou diferenças estatisticamente significativas na comparação entre gêneros em todos os tempos de fases do ciclo glótico. E atribuiu a isto as diferenças anatômicas e fisiológicas existentes entre pregas vocais masculinas e femininas. No

presente estudo, esta comparação não apresentou diferenças estatísticas relevantes em pregas vocais saudáveis (p-valor: 0,14 para RA; p-valor: 1 para RF e p-valor: 0,26 para Assimetria). Isto sugere que, diferente da análise dos tempos de fases, os parâmetros quimográficos propostos parece não sofrerem influências das diferenças anatomofisiológicas existentes entre os gêneros. Entretanto, a Assimetria é um parâmetro analisado ao longo do tempo e, possivelmente, influenciável pelas diferenças mencionadas. Além disso, é possível que sofra influências das amplitudes de vibração mucosa de cada uma das pregas vocais (direita e esquerda).

As medidas de vibração mucosa de cada prega vocal saudável apresentaram diferenças nas amplitudes entre os lados esquerdos e direitos. As maiores amplitudes foram apresentadas por pregas vocais esquerdas (maior amplitude da prega vocal esquerda em 84,21% da amostra masculina e 76,93% da amostra feminina). Estes são resultados esperados e corroborados por um estudo encontrando na literatura que analisou de forma separada a vibração das pregas vocais em laringes seccionadas de porcos (FERNANDES et al., 2001). Com um mecanismo a laser para medir separadamente a mecânica vibratória horizontal e vertical das pregas vocais os autores realizaram uma pesquisa controlando a presença de assimetria em diferentes intensidades. Eles observaram que na presença de assimetria fraca as vibrações iniciais são não sincrônicas, porém, após interação entre as pregas vocais, as vibrações tornaram-se sincronizadas. Os autores consideraram a assimetria fraca como sendo fisiológica, a qual ocorre quando as pregas vocais não apresentam características físicas exatamente iguais. Concluíram que a assimetria fisiológica é suficientemente discreta para estabelecer sincronização de vibração entre as pregas vocais de forma quase imediata. Além disso, nossos resultados concordam com outro estudo (BONILHA et al. 2008) que encontrou leve assimetria em vibrações de pregas vocais saudáveis, sendo que esta característica ocorre ântero-posteriormente e da direita para esquerda.

Os resultados extraídos de pregas vocais com paralisia unilateral apresentaram valores médios de RA igual a 1,55 (DP: 0,43) para a amostra masculina e 1,50 (DP: 0,60) para a amostra feminina. O parâmetro RF apresentou valor médio de 0,37 (DP: 0,66) para amostras masculinas e 0,18 (DP: 0,27) para amostras femininas. Por fim, a Assimetria apresentou valor médio igual a 23,68° (DP: 33,22°) em amostras masculinas e 9,85° (DP: 18,38°) em amostras femininas. A comparação entre gêneros para os resultados extraídos de pregas vocais com

paralisia unilateral também não apresentou diferenças estatísticas relevantes (p-valor: 0,20 para RA; p-valor: 0,44 para RF e p-valor: 0,09 para Assimetria), concordando com nossos achados para a normalidade. Contudo o parâmetro Assimetria apresentou a maior diferença entre os gêneros. A falta de corroboração estatística para o parâmetro pode estar relacionada com o tamanho da amostra ou com a distribuição dos valores de Assimetria ao longo das amostras estudadas. Para confirmação desses resultados sugerimos novas pesquisas com maior número de amostras com pregas vocais saudáveis e patológicas. A amplitude de vibração mucosa, nos casos com paralisia unilateral de pregas vocais apresentou resultados esperados, pois foi observada maiores amplitudes de vibração em pregas vocais não acometidas pela paralisia.

Quanto à comparação entre os resultados extraídos de pregas vocais saudáveis e com paralisia unilateral, todos os parâmetros apresentaram diferenças estatísticas significativas (p-valores para RA: 0,001* de amostras masculinas e <0,001* de amostras femininas; para RF: 0,002* de amostras masculinas e femininas; para Assimetria: 0,005* de amostra masculinas e <0,001* de amostras femininas). Estes resultados indicam a eficiência da ferramenta computacional implementada em discriminar pregas vocais saudáveis de patológicas. É possível perceber a diferença entre pregas vocais saudáveis e com paralisia unilateral observando o gráfico da figura 10. Nele os resultados de pregas vocais saudáveis encontram-se nas regiões mais próxima de zero tanto para a Razão de Abertura como para Assimetria. Enquanto que os resultados de pregas vocais com paralisia unilateral são observados em maior dispersão.

Apesar de não haver diferença significativa entre gêneros, os resultados destes apresentam comportamentos distintos. Os gráficos das figuras 11 e 12 possibilitam analisarmos tal diferença. Em amostras masculinas (figura 11), os resultados dos parâmetros quimográficos apresentados por pregas vocais saudáveis estão próximos de zero, contudo, a Assimetria apresenta-se com maior dispersão. Em contrapartida, os resultados de pregas vocais saudáveis femininas (figura 12) se apresentam mais próximos de zero tanto para a Razão de Abertura como para Assimetria. Em pregas vocais com paralisia unilateral houve dispersão de ambos os parâmetros quimográficos para ambos os gêneros. Na associação entre resultados de parâmetros quimográficos com a intensidade da disfonia (figuras 11 e 12) avaliada pelo Grau global, o comportamento apresentou semelhante para ambos os

gêneros. A piora da qualidade vocal parece estar mais associada aos resultados de Razão de Abertura. Isto porque, amostras com altos valores de Assimetria e baixos valores de Razão de Abertura nem sempre manifestaram piora da qualidade vocal, exceto para amostras com valores muito elevados de Assimetria (com 90°).

Foram observadas correlações positivas entre os parâmetros perceptivos e quimográficos apenas em amostras femininas. Houve correlação moderada entre todos os parâmetros perceptivos e a Razão de abertura (p-valor: 0,003* e coeficiente: 0,583 para G; p-valor:0,001* e coeficiente: 0,640 para S; p-valor: 0,007* e coeficiente: 0,537 para T), exceto para a rugosidade que se correlacionou de forma fraca com a Razão de Abertura (p-valor: 0,017* e coeficiente: 0,484). Os parâmetros da análise perceptivo-auditiva correlacionaram fortemente com a Razão de fechamento (p-valor <0,001* para todas as comparações e coeficientes: 0,765 para G; 0,735 para R; 0,743 para S e 0,736 para T). Estes resultados indicam que, em mulheres, quanto maior a severidade da disфонia, maior é a razão de abertura e fechamento, ou seja, o contato entre pregas vocais é menor.

Assim como o ocorrido para parâmetros de dispersão da periodicidade, os resultados não corroborados pela análise estatística de amostras masculinas sugerem estudos com ampliação da amostra. Salientamos que, apesar dos parâmetros quimográficos se correlacionarem consideravelmente com parâmetros perceptivos, estas não apresentaram um padrão linear esperado em estudos de correlação. Em amostras femininas as correlações entre os parâmetros se deram por meio de resultados aglutinados em torno dos desvios apresentados pelas vozes alteradas. Este comportamento sugere estudos futuros com propostas computacionais que analisem de forma classificatória as alterações vocais.

7 CONCLUSÕES

A análise multidimensional da voz e da laringe de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais mostrou que:

- O grau global do desvio vocal se apresentou moderado, sendo que o tipo de voz predominante no gênero masculino é a rugosidade e no gênero feminino é a soproidade;

- A instabilidade na emissão vocal foi percebida como uma importante característica adicional da qualidade vocal, a ser avaliada principalmente em casos assintomáticos;

- O impacto da disfonia foi proporcional à intensidade do desvio vocal da mesma. Sendo que este impacto está relacionado com desvantagens de domínio físico;

- A qualidade vocal é caracterizada pela presença de rugosidade e soproidade causada pela insuficiência glótica. Os valores de *Jitter* se correlacionam com a rugosidade, enquanto que os valores de *Shimmer* com a Soproidade. O parâmetro experimental Coaptação Glótica se correlaciona com a presença de soproidade e instabilidade na emissão vocal, principalmente, em vozes masculinas. E caracterizada pela redução de harmônicos, esta identificada pela análise da dinâmica não linear, que apresentou reduzido número de loops. Além da citada característica foi identificada irregularidade global e média convergência dos traçados gráficos. A soproidade e a tensão se correlacionam com a irregularidade em ambos os gêneros. A rugosidade se correlaciona com a convergência em vozes masculinas e a soproidade e tensão com a convergência em vozes femininas;

- Os sinais de voz com paralisia unilateral de pregas vocais é caracterizado por dispersões de periodicidades. Esta é uma característica identificada por meio da análise quantitativa da dinâmica não linear de produção vocal. A característica foi observada principalmente em vozes femininas, as quais se correlacionam com os parâmetros perceptivos soproidade e tensão;

- Pregas vocais com paralisia unilateral são caracterizadas pela presença de assimetria de fase, ausência da interação glótica e de padrão vibratório regular.

Estas características foram identificadas principalmente em pregas vocais femininas, as quais correlacionam a intensidade da disfonia com o contato entre pregas vocais ao longo do ciclo glótico.

- A ferramenta computacional desenvolvida nesta pesquisa, para a análise quantitativa de imagens laríngeas em alta velocidade, apresentou eficiente discriminação entre pregas vocais saudáveis e patológicas. Contudo, são necessários futuros estudos que verifiquem a confiabilidade, a sensibilidade, a especificidade e a acurácia destes parâmetros para a validação do uso na clínica médica.

REFERÊNCIAS*

1. STEFFEN, L.M.; MOSCHETTI, M.B.; STEFFEN, N.; HANAYAMA, E.M. Paralisia unilateral de prega vocal: associação e correlação entre tempos máximos de fonação, posição e ângulo de afastamento. **Rev. bras otorrinolaringol.** São Paulo, v. 70, n. 4, p. 450 – 55, 2004.
2. SCHINDLER, A.; BOTTERO, A.; CAPACCIO, P.; GINOCCHI, D.; ADORNI, F.; OTTAVIANI, F. Vocal improvement after voice therapy in unilateral vocal fold paralysis. **J. Voice.** Philadelphia, v. 22, n. 1, p. 113 – 8, 2008.
3. SCHWARZ, K.; CIELO, C.A.; STEFFEN, N.; JOZT, G.P.; BECKER, J. Voice and vocal fold position in men with unilateral vocal fold paralysis. **Braz J Otorhinolaryngol.** São Paulo, v. 77, n. 6, p. 761 – 67, 2011.
4. COLTON, R.H.; CASPER, J.K. **Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
5. GARCIA, M.M.; MAGALHÃES, F.P.; DADALTO, G.B.; MOURA, M.V. T. Imaging evaluation of vocal cord paralysis. **Radiol Bras.** São Paulo, v. 42, n. 5, p. 321 – 26, 2009.
6. GAMA, A.C.C.; FARIA, A.P.; BASSI, I.B.; DINIZ, S.S. Alteração de mobilidade de prega vocal unilateral: avaliação subjetiva e objetiva da voz nos momentos pré e pós-fonoterapia. **Rev. CEFAC.** São Paulo, v. 13, n. 4, p. 710 – 18, 2011.
7. BUSTO-CRESPO O.; UZCANGA-LACABE M.; ABAD-MARCO A.; BARASATEGUI I.; GARCÍA L.; MARAVÍ E.; AGUILERA-ALBESA, S.; FERNÁNDEZ-MONTERO, A.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, S. Longitudinal Voice Outcomes After Voice Therapy in Unilateral Vocal Fold Paralysis. **J Voice.** Philadelphia, 2016. In press. Disponível em: < [http://www.jvoice.org/article/S0892-1997\(15\)00236-2/pdf](http://www.jvoice.org/article/S0892-1997(15)00236-2/pdf)> Acesso: 17 fev. 2016.

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

8. BEHLAU, M.; AZEVEDO, R.; MADÁZIO, G. Anatomia da Laringe e Fisiologia da Produção vocal. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O livro do especialista**, Volume 1. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 2 – 39.

9. FRANCO, R.A.; ANDRUS, J.G. Aerodynamic and acoustic characteristics of voice before and after adduction arytenopexy and medialization laryngoplasty with gore-tex in patients with unilateral vocal fold immobility. **J Voice**. Philadelphia, v. 23, n.2, p. 261 – 7. 2009.

10. SIMÕES-ZENARI, M.; MONTAGNOLI, A.N.; TSUJI, D.H; CORDEIRO, G.F.; NEMR, K.; UBRIG, M.; PIMENTA, R.A. Relação entre as medidas acústicas H1-H2 e mobilidade glótica em vozes adaptadas. In: anais do 19º Congresso Brasileiro e 8º Internacional de Fonoaudiologia, São Paulo, p. 145. 2011.

11. DAJER, M.E.; ANDRADE, F.A.S.; MONTAGNOLI, A.N.; PEREIRA, J.C.; TSUJI, D.H. Vocal Dynamic Visual Pattern for voice characterization. **Journal of Physics: Conference Series**, Mar del Plata, v. 332, n. 012026, p. 1 – 8, Set. 2011. Disponível em: < <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/332/1/012026/pdf>>. Acesso em: 04 Jan. 2016.

12. CURTIN, H.D. The larynx. In: Som PM, Curtin HD, editors. Head and neck imaging. 4th ed. St. Louis: Mosby, 2003.

13. CRUMLEY, R.J. Unilateral reccurrent nerve paralysis. **J. Voice**. Philadelphia, v. 8, n. 1, p.79 – 83. 1994.

14. HEUER, R.J.; SATALOFF, R.T.; EMERICH, K.; RULNICK, R.; BAROODY, M.; SPIEGEL, J.R.; DURSON, G.; BUTLER, L. Unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis: the importance of “preoperative” voice therapy. **J Voice**. Pennsylvania, v. 11, n. 1, p. 88 – 94. 1997.

15. MANGILLI, L.D.; AMOROSO, M.R.M.; NISHIMOTO, I.N.; BARROS, A.P.B.; CARRARA-de-ANGELIS, E. Voz, deglutição e qualidade de vida – imobilidade de prega vocal. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**. São Paulo, v.13, n. 2, p. 103 – 12. 2008.

16. MELO, E.C.M.; BRITO, L.L.; BRASIL, O.C.O.; BEHLAU, M.S.; MELO, D.M. Incidência de lesões laríngeas não neoplásicas em pacientes com queixas vocais. **Rev Bras Otorrinolaringol**. São Paulo, v. 67, n. 6, p. 788 – 942. 2001.

17. AHMAD, S.; MUZAMIL, A.; LATEEF, M. A Study of incidence and etiopathology of vocal cord paralysis. **Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.** v. 54, n. 4, p. 294 – 6. 2002.

18. HOGIKYAN, N.D.; WODCHIS, W.R.; TERRELL, J.E.; BRADFORD, C.R.; ESCLAMADO, I.M. Voice-Related Quality of Life (V-RQOL) following type I thyroplasty for unilateral vocal fold paralysis. **J Voice.** Philadelphia, v.14, n. 3, p. 378 – 86. 2000.

19. RUBIN, A.D.; SATALOFF, R.T. Vocal fold paresis and paralysis: what the thyroid surgeon should know. **Surg Oncol Clin.** v. 17, n. 1, p. 175 – 96. 2008.

20. YAMASAKI, R; BEHLAU, M. S. Comparação de medidas acústicas obtidas em três diferentes padrões fonatórios. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O livro do especialista**, 2ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 201-13.

21. MENDES, A.L.S; BEHLAU, M.S. Avaliação perceptivo-auditiva de vozes de desenhos animados da televisão brasileira. In: BEHLAU, M. S. **Voz: O livro do especialista**. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter 2004. p. 155-71.

22. SIMBERG, S.; SALA, E.; LAINE, A.; RÖNNEMAA, A.M. A fast and easy screening method for voice disorders among teacher students. **Logoped Phoniatr Vocol.** v. 26, p. 1, p.10 – 6. 2001.

23. AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. **Consensus auditory-perceptual evaluation of voice CAPE-V** [text on the internet]. Disponível em: <http://www.asha.org/NR/rdonlyres/79EE699E-DAEE-4E2C-A69E-C11BDE6B1D67/0/22560_1.pdf> Acesso em: 10 Mai. 2004.

24. KASAMA, S.T.; BRASOLOTTO, A.G. Percepção vocal e qualidade de vida. **Pró-Fono R. Atual. Cient.** Barueri, v.19, n. 1, p. 19 – 28. 2007.

25. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Measuring Quality of Life - The World Health Organization Quality of Life Instruments.** WHO/MSA/MNH/PSF, 1997.15p.

26. MORAIS, E.P.G.; AZEVEDO, R.R.; CHIARI, B.M. Correlação entre voz, auto-avaliação vocal e qualidade de vida em voz de professoras. **Rev. CEFAC.** São Paulo, v. 14, n. 5, p. 892-900. 2012.

27. BEHLAU, M.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, L.M.A.; RICARTE, A. Validação no Brasil de protocolos de auto-avaliação do impacto de uma disfonia. **Pró-Fono R. Atual. Cient.** Barueri, v. 21, n. 4, p.326 – 32. 2009.

28. JOTZ, G.P.; DORNELLES, S. Auto-avaliação da voz: Voice Handicap Index. **Arq Méd ULBRA.** v. 3, n. 2, p. 43 – 50. 2000.

29. BEHLAU, M.; SANTOS, L.M.A.; OLIVEIRA, G. Cross-cultural adaptation and validation of the Voice Handicap Index into Brazilian Portuguese. **J Voice.** Philadelphia, v. 25, n. 3, p. 354 – 9. 2011.

30. JACOBSON, H.B.; JOHNSON, A.; GRYWALSKI, C.; SILLBERGLEIT, A.K.; JACOBSON, G.P.; BENNINGER, M.; NEWMAN, C.W. The voice Handicap Index (VHI): development and validation. **Amer J Speech Lang Pathol.** v. 6, n. 3, p. 66-70. 1997.

31. BEHLAU, M, MADÁZIO, G.; MORETI, F.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, L.M.A.; PAULINELLI, B.R.; JUNIOR, E.B.C. Efficiency and cutoff values of self-assessment instruments on the impact of a voice problem. **J Voice.** Philadelphia, in press.

32. OLIVEIRA, A.G.; PINHO, M.M. Amiotrofia Nevralgica Estendida: fonoterapia em um caso de paralisia de prega vocal. **CoDAS.** São Paulo, v. 26, n. 2, p. 175 – 80. 2014.

33. DAVIS, B.S. Acoustic characteristics of normal and pathological voices. **ASHA Reports.** v. 11, s/n, p. 97-115. 1979.

34. KOIKE, Y. Application of inverse filtering for detecting laryngeal dysfunction. **Studia Phonologia.** v. 7, s/n, p.17- 23. 1975.

35. SEDAR, R.C.M.; HANAYAMA, E.M. Considerações teóricas sobre a abordagem acústica da voz infantil. **Rev. CEFAC,** São Paulo, v. 6, n. 3, p. 312 – 8. 2004.

36. WERTZNER, H.F.; SCHREIBER, S.; AMARO, L. Análise da frequência fundamental, *Jitter*, *Shimmer* e intensidade vocal em crianças com transtorno fonológico **Rev. Bras. Otorrinolaringol,** São Paulo, v. 71, p. 582 – 88. 2005.

37. PIMENTA, R.A.; DAJER, M.E.; MONTAGNOLI, A.N. Análise acústica de vozes normais e patológicas usando o método de correlação e de derivada do sinal de voz. In: anais do 18º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Curitiba, p. 3114. 2010.

38. PIMENTA, R.A.; DAJER, M.E.; MONTAGNOLI, A.N. Uso das ferramentas de análise acústica para avaliação da voz sob efeitos imediatos de exercícios vocais. In: 18º Congreso Argentino de Bioingeniería y 7º Jornadas de Ingeniería Clínica, Mar del Plata, p. 28 – 30. 2011.

39. SCALASSARA, P.R.; DAJER, M.E.; MACIEL, C.D.; GUIDO, R.C.; PEREIRA, J.C. Relative entropy measures applied to healthy and pathological voice characterization. **Applied Mathematics and Computation**. v. 207, n.1, p. 95–108. 2009.

40. DAJER, M.E. **Análise de sinais de voz por padrões visuais de dinâmica vocal**. 2010. 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia elétrica). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

41. KANTZ, H.; SCHREIBER, T. Nonlinear Time Series Analysis. Cambridge University Press, Cambridge, Second Edition, 2004.

42. YAMASAKI, R.; MADAZIO, G.; LEÃO, S.H.; PADOVANI, M.; AZEVEDO, R.; BEHLAU, M. S. Auditory-perceptual evaluation of normal and dysphonic voices using the voice deviation scale. **J Voice**. Philadelphia, 2016 – in press.
Disponível em:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199716000102>> Acesso: 19 fev. 2016.

43. SPECTOR, B.C.; NETTERVILLE, J.L.; BILLANTE, C.; CLARY, J.; REINISCH, L.; SMITH, T.L. Quality-of-life assessment in patients with unilateral vocal cord paralysis. **Otolaryngol Head Neck Surg**. Edmonton. v. 125, n. 3, p. 176 – 82. 2001.

44. FRASE, A.M.; SWINNER, H.L. Independent coordinates for strange attractors from mutual informations. **Phys Rev**. v. 33, n. 2, p. 1134 – 40. 1986.

45. MONTAGNOLI, A.N. **Cirurgia virtual da laringe**. 2006. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia elétrica). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

46. JÚNIOR, J.F.N.; HERMANN, D.R.; AMÉRICO, R.R.; FILHO, STAMM I.S.B.; PIGNATARI A.E.C.S.S.N. Breve história da otorrinolaringologia: otologia, laringologia e rinologia. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo, v. 73, n. 5, p. 693 – 703. 2007.

47. LARSSON, H.; HERTEGARD, S.; LINDESTAD, P.A.; HAMMARBERG, B. Vocal fold vibrations: high-speed imaging, kymography, and acoustic analysis: a preliminary report. **Laryngoscope**. Malden. v. 110, n. 12, p. 2117 – 22. 2000.

48. BLESS, D. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO CEV, 14, São Paulo. Centro de Estudos da Voz. 2011 - CD-ROM.

49. YAN, Y.; DAMROSE, E.; BLESS, D. Functional Analysis Of Voice Using Simultaneous High-Speed Imaging and Acoustic Recordings. **J Voice**. Philadelphia, v. 21, n. 5, p. 604 – 16. 2007.

50. TSUJI, D.H.; SENNES, L.U.; PINHO, S.M.R.; FIGUEIREDO, L.A.P.; IAMAMURA, R. Videoestroboscopia e videoquimografia da laringe. In: ISSHIKI N., TSUJI D. H., SENNES L. U. **Tireoplastias**, São Paulo: Fundação Otorrinolaringologia, 1999. p. 59 – 67.

51. KOISHI, H.U.; TSUJI, D.H.; IMAMURA, R.; SENNES, L.U. Variação da intensidade vocal: estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia. **Rev. Bras. Otorrinolaringol**. São Paulo, v. 69, n. 4, p. 464-70. 2003.

52. TSUTSUMI, M. **Avaliação da Videolaringoscopia de Alta Velocidade de sujeitos normais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2015.

53. YAMASAKI, R.; LEÃO, S.H.S.; MADAZIO, G.; PADOVANI, M.; AZEVEDO, R. “Correspondência entre escala analógico-visual e a escala numérica na avaliação perceptivo-auditiva de vozes”. In: anais do 16º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Campos do Jordão, p. 24 – 27. 2008.

54. MONTAGNOLI, A.N.; PEREIRA, J.C. [Análise de Voz, Versão 4.10] Sistema de Auxílio à Análise Acústica da Voz. (2009).

55. BEBER, B.C.; CIELO, C.A. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais. **Pró-Fono**. Barueri, v. 22, n. 3, p.299 – 304. 2011.

56. FINGER, L.S.; CIELO, C.A.; SCHWARZ, K. Acoustic vocal measures in women without voice complaints and with normal larynxes. **Braz J Otorrinolaryngol.** São Paulo, v. 75, n. 3, p. 432 – 40. 2009.

57. PIMENTA, R. A. **Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivo-auditiva, acústica e de imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade.** 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2012.

58. DAJER, M. E. **Padrões visuais de sinais de voz através de técnica de análise não linear.** 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2006.

59. DAJE, M.E.; ANDRADE, F.S.; MONTAGNOLI, A.N.; PEREIRA, J.C.; TSUJI, D.H. Voice characterization with vocal dynamic visual patterns and perturbation measures. In: annals of the 9th Pan European Voice Conference and 8th Workshop of the European Laryngological Society. Marseille, France, p. 70 – 1. 2011.

60. SIMÕES-ZENARI, M.; DAJER, M.E.; NEMR, K. Análise vocal acústica tradicional e por modelo não linear em mulheres com diferentes diagnósticos laringológicos. In: anais do 20º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Brasília, Distrito Federal, p. 2438. 2012.

61. NARECE, I.L.; TELES, L.C.S. A teoria do caos e a análise acústica não linear da voz: Revisão Bibliográfica. In: anais do 20º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia. Brasília, Distrito Federal, p. 1879. 2012.

62. COSTA, W.C.A.; COSTA, S.L.N.C.; ASSIS, F.M.; NETO, B.G.A. Classificação de sinais saudáveis e patológicos por meio da combinação entre medidas da análise dinâmica não linear e codificação preditiva linear. **Rev. Bras. Engenharia Biomédica.** Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 3 – 14. 2013.

63. COSTA, S.C.; COSTA, W.C.A.; CORREIA, S.E.N.; ARAUJO, J.M.F.R.; VIEIRA, V.J.D. Análise de sinais de voz para caracterização de patologias na laringe. **Rev. Tecnologia da Informação e Comunicação.** Campina Grande, v. 4, n. 2, p 63 – 70. 2014.

64. SVEC, J.G.; SCHUTTE, H.K. Kymographic imaging of laryngeal vibrations. **Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.** California, v. 20, n. 6, p. 458 – 65. 2012.

65. FERNANDES, M.A.F.; AYACHE, S.; GARREL, R.; OUAKNINE, M.; GIOVANNI, A. Visualização de movimentos vibratórios das pregas vocais em condição de assimetria com um aparelho de detecção a laser. **Rev. Bras. Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 67, n. 2, p. 148 – 51. 2001.

66. BONILHA, H.S.; DELIYSKI, D.D.; GERLACH, T.T. Phase Asymmetries in Normophonic Speakers: Visual Judgments and Objective Findings. **Am J Speech Lang Pathol**. v. 17, n. 4, p. 367 – 76. 2008.

ANEXOS

ANEXO A

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

PROJETO DE PESQUISA

Título: MÉTODOS MODERNOS DE AVALIAÇÃO DA VOZ NO TRATAMENTO DA PARALISIA DE PREGA VOCAL.

Pesquisador Responsável: Domingos Hiroshi Tsuji

Versão: 3

Pesquisador Executante: Regina Aparecida Pimenta

CAAE: 12396213.7.0000.0068

Co-autores: Arlindo Neto Montagnoli; Maria Eugenia Dájer; Adriana Hachiya.

Finalidade Acadêmica: Doutorado

Instituição: HCFMUSP

Departamento: OTALMOLOGIA E OTORRINOLARINGOLOGIA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Registro on-line: 10292

Número do Parecer: 502.925

Data da Relatoria: 20/12/13 – *ad referendum*

Apresentação do Projeto: Bom projeto, com finalidade de doutorado. No geral bem apresentado com objetivos e métodos bem delineados.

Objetivo da Pesquisa: Utilizar métodos modernos de avaliação da voz para identificar efeitos na qualidade vocal e na vibração glótica de pregas vocais tratadas com hidroxiapatita de cálcio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Os riscos são baixos e o estudo poderá trazer benefícios futuros.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: A pesquisa é boa e bem delineada, os autores apresentam estudo estatístico para cálculo amostral, a casuística foi ajustada no projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: O TCLE foi ajustado conforme solicitação.

Recomendações: N.d.a.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Sem pendências.

Situação do Parecer: Aprovado.

Necessita Apreciação da CONEP: Não.

Considerações Finais a critério do CEP: Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

São Paulo, 20 de Dezembro de 2013

Prof. Dr. Alfredo José Mansur
Vice-Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar
CEP 05403-010 - São Paulo - SP.
55 11 2661-7585 - 55 11 2661-6442 ramais: 16, 17, 18 | marcia.carvalho@hc.fm.usp.br

ANEXO B

ESCALA ANALÓGICA VISUAL BASEADA NOS CONCEITOS DO CONSENSO DE AVALIAÇÃO PERCEPTIVO AUDITIVA DA VOZ (CAPE-V - ASHA 2003, SID3). CONGRESSO BRASILEIRO DE FONOAUDIOLOGIA (2008).

nº do sinal
de voz

DATA: _____

VNQV: variedade normal da qualidade vocal

L: grau leve

MO: grau moderado

Legenda: C = consistente I
= Intermitente

Grau Geral

Rugosidade

Soprosidade

Tensão

*Características
Adicionais

Descrever: _____

*Características adicionais: comentários sobre ressonância (normal ou alterada/ tipo de ressonância) ou outras observações relevantes (por exemplo: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, voz molhada).

ANEXO C

Instruções para o preenchimento do Protocolo de análise qualitativa não linear da dinâmica vocal.

Análise Não-Linear da Dinâmica Vocal

A voz é um fenômeno que como um sistema evolui no tempo apresentando ciclos repetitivos, porém há segmentos mais aperiódicos nesta produção. A análise não-linear é uma avaliação que considera estes aspectos envolvidos nos mecanismos de produção de voz (SCALASSARA et al, 2009).

Desta forma, os métodos de avaliação que abordam a dinâmica não linear de um sinal acústico poder ser apropriado para analisar um sinal de voz (DAJER, 2010). Os parâmetros para esta análise são embasados nos conceitos propostos por Dajer (2011). São eles:

- **Número de Loops:** definido pela quantidade de laços que a configuração do gráfico projetado apresenta. Sua classificação é dada por uma escala de graus decrescente de 4 a 0. O grau 4 corresponde a uma configuração com quatro ou mais números de laços. O grau 3 corresponde à três laços, o grau 2 à dois laços, o grau 1 à um laço e o grau 0 à uma configuração onde não é possível realizar esta análise.
- **Regularidade dos traçados:** definida ao longo do percurso de cada ciclo projetado. A escala gradativa de 0 a 4 indica o grau de regularidade com relação aos aspectos de continuidade, homogeneidade e retilineariedade. O grau 4 corresponde a uma configuração com completa regularidade ao longo de todo o traçado. O grau 3 corresponde à regularidade global dos traçados com presença de uma porção mais irregular ao longo da trajetória. O grau 2 corresponde à irregularidade global com presença de mais de uma porção dos traçados com maior regularidade, o grau 1 corresponde à irregularidade global com presença de uma porção dos traçados com maior regularidade e o grau 0 corresponde à completa irregularidade presente nos traçados por toda a trajetória.

- **Convergência da trajetória:** definida pelo comportamento convergente apresentado nas trajetórias do gráfico. Uma escala de 0 a 4 classifica o quanto as convergências de traçados tendem a passar por um único ponto. O grau 4 corresponde à forte convergência ao longo de toda a trajetória dos traçados. O grau 3 corresponde à convergência forte para média da trajetória com um trecho de espalhamento evidente nos traçados. O grau 2 corresponde à média convergência da trajetória com mais de um trecho de espalhamento evidente dos traçados. O grau 1 corresponde a convergência de média para fraca dos traçados com espalhamento evidente na maior parte da trajetória, sendo que há um trecho de maior convergência dos traçados. E o grau 0 corresponde à fraca convergência com espalhamento dos traçados ao longo de toda a trajetória.

A seguir, exemplos da avaliação segundo os critérios da análise não-linear da dinâmica vocal:

<p>Exemplo 01</p>	<p>Loops: Grau 4 (configuração com 4 ou mais loops).</p> <p>Regularidade: Grau 4 (completa regularidade dos traçados ao longo da trajetória).</p> <p>Convergência: Grau 4 (forte convergência dos traçados ao longo de toda a trajetória).</p>
<p>Exemplo 02</p>	<p>Loops: Grau 4 (configuração com 4 ou mais loops).</p> <p>Regularidade: Grau 3 (regularidade global com uma porção dos traçados com maior irregularidade ao longo da trajetória).</p> <p>Convergência: Grau 4 (forte convergência dos traçados ao longo de toda a trajetória).</p>

<p>Exemplo 03</p>	<p>Loops: Grau 3 (configuração com 3 loops).</p> <p>Regularidade: Grau 4 (completa regularidade dos traçados ao longo da trajetória).</p> <p>Convergência: Grau 2 (média convergência dos traçados ao longo de toda a trajetória).</p>
<p>Exemplo 04</p>	<p>Loops: Grau 2 (configuração com 2 loops).</p> <p>Regularidade: Grau 2 (irregularidade global com mais de uma porção dos traçados com maior regularidade ao longo da trajetória).</p> <p>Convergência: Grau 1 (média para fraca dos traçados ao longo de toda a trajetória).</p>
<p>Exemplo 05</p>	<p>Loops: Grau 1 (configuração com 1 loop).</p> <p>Regularidade: Grau 3 (completa regularidade com uma porção dos traçados com maior irregularidade ao longo da trajetória).</p> <p>Convergência: Grau 3 (forte para média dos traçados ao longo de toda a trajetória).</p>

Exemplo 06

Loops: Grau 0 (não é possível identificar a quantidade de loops).

Regularidade: Grau 0 (completa irregularidade de todos os traçados ao longo da trajetória).

Convergência: Grau 0 (fraca com espalhamento dos traçados ao longo de toda a trajetória).

ANEXO D

PROTOCOLO DO ÍNDICE DE DESVANTAGEM VOCAL – IDV

VALIDAÇÃO: SANTOS LM, GASPARINI G, BEHLAU M - 2007

Instruções: “As afirmações abaixo são usadas por muitas pessoas para descrever suas vozes e o efeito de suas vozes na vida. Circule a resposta que indica o quanto você compartilha da mesma experiência”.

0 = Nunca
1 = Quase nunca
2 = Às vezes
3 = Quase sempre
4 = Sempre

F1. As pessoas têm dificuldade em me ouvir por causa da minha voz	0	1	2	3	4
O2. Fico sem ar quando falo	0	1	2	3	4
F3. As pessoas têm dificuldade de me entender em lugares barulhentos	0	1	2	3	4
O4. Minha voz varia ao longo do dia	0	1	2	3	4
F5. Minha família tem dificuldade em me ouvir quando os chamo de um outro cômodo da casa	0	1	2	3	4
F6. Uso menos o telefone do que eu gostaria	0	1	2	3	4
E7. Fico tenso quando falo com os outros por causa da minha voz	0	1	2	3	4
F8. Tenho tendência a evitar grupos de pessoas por causa da minha voz	0	1	2	3	4
E9. As pessoas parecem se irritar com a minha voz	0	1	2	3	4
O10. As pessoas perguntam: “O que você tem na voz?”	0	1	2	3	4
F11. Falo menos com amigos, vizinhos e parentes por causa da minha voz	0	1	2	3	4
F12. As pessoas pedem para eu repetir o que falo quando conversamos pessoalmente	0	1	2	3	4
O13. Minha voz parece rouca e seca	0	1	2	3	4
O14. Sinto que tenho que fazer força para a minha voz sair	0	1	2	3	4
E15. Acho que as pessoas não entendem o meu problema de voz	0	1	2	3	4
F16. Meu problema de voz limita minha vida social e pessoal	0	1	2	3	4
O17. Não consigo prever quando minha voz vai sair clara	0	1	2	3	4
O18. Tento mudar minha voz para que ela saia diferente	0	1	2	3	4
F19. Eu me sinto excluído nas conversas por causa da minha voz	0	1	2	3	4
O20. Faço muito esforço para falar	0	1	2	3	4
O21. Minha voz é pior no final do dia	0	1	2	3	4
F22. Meu problema de voz me causa prejuízos econômicos	0	1	2	3	4
E23. Meu problema de voz me chateia	0	1	2	3	4
E24. Fiquei menos expansivo por causa do meu problema de voz	0	1	2	3	4
E25. Minha voz faz com que eu me sinta em desvantagem	0	1	2	3	4
O26. Minha voz falha no meio da fala	0	1	2	3	4
E27. Fico irritado quando as pessoas me pedem para repetir o que falei	0	1	2	3	4
E28. Fico constrangido quando as pessoas me pedem para repetir o que falei	0	1	2	3	4
E29. Minha voz me faz sentir incompetente	0	1	2	3	4
E30. Tenho vergonha do meu problema de voz	0	1	2	3	4

Observação: As letras que precedem cada número correspondem à subescala do protocolo, sendo: E = emocional, F = funcional e O = orgânica.

TOTAL: _____ **Pontos**
E = _____ **Pontos**
F = _____ **Pontos**
O = _____ **Pontos**

Jacobson HB, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit AK, Jacobson GP, Benninger M, Newman CW. The Voice Handicap Index (VHI): development and validation. Amer J Speech Lang Pathol; 1997; 6:66-70.

CEV - Rua Machado Bittencourt 361, 10º, andar
 Telefax (+11) 5575-1710
 E-mail: mbehlau@uol.com.br, cevfono@uol.com.br

ANEXO E

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. 256/2010**

CAAE: 0048.0.135.000-10

Título do projeto: AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EXERCÍCIOS VOCAIS EM VOZES NORMAIS COM ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA, ACÚSTICA E COMPARAÇÃO COM AS IMAGENS OBTIDAS COM VIDEOLARINGOSCOPIA DE ALTA VELOCIDADE

Pesquisadores (as): REGINA APARECIDA PIMENTA, ARLINDO NETO MONTAGNOLI

Parecer

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

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

Normas a serem seguidas

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

São Carlos, 14 de julho de 2010.

Prof. Dr. Daniel Vendruscolo
Coordenador do CEP/UFSCar

APÊNDICES.

APÊNDICE A

Tabelas de resultados da análise perceptivo-auditiva e da estatística de comparação intra e inter-avaliadores. As tabelas 1 e 2 correspondem aos resultados médios da análises perceptivo-auditivas realizadas pelos três avaliadores, participantes desta pesquisa. A tabela 3 corresponde aos resultados estatísticos da análise de consistência intra-avaliador. A tabela 4 aos resultados de concordância inter-avaliadores para parâmetros perceptivos. E a tabela 5 aos resultados de concordância inter-avaliadores para a classificação dos parâmetros entre consistentes ou inconsistentes.

Tabela 1. Resultados médios das análises perceptivo-auditivas realizadas pelos três avaliadores participantes desta pesquisa.

Amostras vocais masculinas	Prega vocal paralisada	G	R	S	T	CA
1	Direita	61,93	59,23	0,00	50,63	54,13
2	Esquerda	39,27	0,00	0,00	38,93	14,13
3	Esquerda	56,13	55,67	0,00	49,70	48,17
4	Esquerda	52,33	49,43	19,00	41,83	0,00
5	Esquerda	46,77	25,57	46,07	38,23	0,00
6	Esquerda	78,47	78,50	23,23	34,47	0,00
7	Esquerda	90,07	89,53	78,70	76,27	55,43
8	Esquerda	45,43	32,43	45,27	43,07	0,00
9	Esquerda	100,00	97,37	97,83	92,10	0,00
10	Esquerda	59,57	32,83	59,43	51,57	0,00
11	Esquerda	96,07	93,63	92,87	89,77	0,00

G: grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão; **CA:** Característica Adicional

Tabela 2. Resultados médios das análises perceptivo-auditivas realizadas pelos três avaliadores participantes desta pesquisa.

Amostras vocais femininas	Prega vocal paralisada	G	R	S	T	CA
1	Direita	64,63	31,47	50,30	60,60	47,20
2	Direita	66,27	58,67	40,93	53,50	0,00
3	Esquerda	93,93	94,30	67,83	87,60	60,40
4	Esquerda	97,97	97,00	93,67	90,57	0,00
5	Direita	62,37	51,70	62,43	46,47	0,00
6	Esquerda	83,53	70,67	82,93	75,47	0,00
7	Esquerda	47,73	39,10	43,13	33,07	31,00
8	Esquerda	69,93	46,27	69,63	49,97	0,00
9	Esquerda	77,43	61,17	77,30	72,17	60,63
10	Esquerda	94,93	79,37	94,60	81,47	0,00
11	Esquerda	87,07	82,37	80,57	77,93	0,00
12	Direita	91,57	78,93	88,10	76,03	0,00
13	Direita	44,77	35,20	32,03	44,63	35,23
14	Esquerda	37,43	0,00	32,20	35,23	0,00
15	Esquerda	61,20	36,63	61,17	50,73	56,50
16	Direita	97,73	92,07	95,47	93,30	0,00
17	Esquerda	64,37	60,93	52,27	52,47	0,00
18	Esquerda	43,80	14,63	36,10	43,43	0,00
19	Direita	99,70	94,50	99,17	98,93	0,00
20	Direita	87,77	82,87	83,00	87,53	0,00
21	Esquerda	76,53	0,00	74,57	74,80	63,27
22	Esquerda	35,73	0,00	35,73	32,33	0,00
23	Direita	32,13	0,00	31,27	22,33	0,00
24	Esquerda	43,53	0,00	41,67	42,33	28,80

G: grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão; **CA:** Característica Adicional

Tabela 3: Consistência entre avaliação e reavaliação da análise perceptivo-auditiva:

Intra-Avaliador			Média	Desvio Padrão	P-valor
G (%)	Avaliador 1	Aval	73,5	21,8	0,428
		Reav	68,4	26,1	
	Avaliador 2	Aval	71,5	20,6	0,819
		Reav	70,4	21,7	
	Avaliador 3	Aval	71,8	20,3	0,666
		Reav	68,7	27,9	
R (%)	Avaliador 1	Aval	65,6	26,4	0,939
		Reav	66,5	30,7	
	Avaliador 2	Aval	66,6	22,9	0,692
		Reav	69,9	25,4	
	Avaliador 3	Aval	67,8	28,5	0,276
		Reav	63,4	31,7	
S (%)	Avaliador 1	Aval	74,6	31,2	0,987
		Reav	74,4	24,5	
	Avaliador 2	Aval	73,1	21,6	0,497
		Reav	76,9	20,6	
	Avaliador 3	Aval	71,0	17,9	0,926
		Reav	71,6	24,8	
T (%)	Avaliador 1	Aval	66,6	24,0	0,309
		Reav	62,0	25,3	
	Avaliador 2	Aval	68,4	20,4	0,459
		Reav	65,5	22,3	
	Avaliador 3	Aval	62,6	20,3	0,946
		Reav	62,0	30,7	

Teste estatístico: t-Student pareado. **G:** Grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão
Aval: avaliação; **Reav:** reavaliação.

Tabela 4: Concordância entre avaliadores na análise perceptivo-auditiva:

Comparação Inter-Avaliadores		Média	Desvio Padrão	P-valor
G (%)	Avaliador 1	68,7	23,1	0,901
	Avaliador 2	66,7	21,2	
	Avaliador 3	68,7	21,2	
R (%)	Avaliador 1	66,5	23,0	0,961
	Avaliador 2	64,9	23,3	
	Avaliador 3	65,0	25,2	
S (%)	Avaliador 1	64,3	27,6	0,886
	Avaliador 2	65,4	21,9	
	Avaliador 3	67,4	21,2	
T (%)	Avaliador 1	58,0	23,8	0,762
	Avaliador 2	61,9	20,8	
	Avaliador 3	60,3	22,7	
Características Adicionais (%)	Avaliador 1	47,5	15,2	0,087
	Avaliador 2	75,3	58,0	
	Avaliador 3	42,9	15,5	

Teste estatístico: ANOVA com medidas repetidas. **G:** Grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão; Adicionais: Características que os avaliadores julgaram importantes na presença da disfonia.

Tabela 5: Concordância entre avaliadores na análise perceptivo-auditiva para os parâmetros de consistência e inconsistência:

			Avaliador 1	Avaliador 2
G (%)	Avaliador 2	Kappa	1,000	
		P-valor	<0,001	
	Avaliador 3	Kappa	1,000	1,000
		P-valor	<0,001	<0,001
R (%)	Avaliador 2	Kappa	0,937	
		P-valor	<0,001	
	Avaliador 3	Kappa	0,827	0,776
		P-valor	<0,001	<0,001
S (%)	Avaliador 2	Kappa	1,000	
		P-valor	<0,001	
	Avaliador 3	Kappa	1,000	1,000
		P-valor	<0,001	<0,001
T (%)	Avaliador 2	Kappa	0,645	
		P-valor	<0,001	
	Avaliador 3	Kappa	0,790	0,790
		P-valor	<0,001	<0,001
Características adicionais (%)	Avaliador 2	Kappa	0,942	
		P-valor	<0,001	
	Avaliador 3	Kappa	0,942	1,000
		P-valor	<0,001	<0,001

Teste estatístico: Índice Kappa; **G:** Grau global; **R:** Rugosidade; **S:** Soprosidade; **T:** Tensão.

APÊNDICE B

Primeira página do protocolo digitalizado exemplificando a análise qualitativa não linear da dinâmica vocal.

Protocolo de análise do Padrão Visual da Dinâmica Vocal (PVDV)

Nas instruções constam imagens âncoras (modelos) para auxiliar na classificação dos gráficos bidimensionais gerados a partir de sinais de voz. A análise é embasada nos conceitos da dinâmica não linear de produção vocal proposta por Dajer, 2010.

<https://drive.google.com/open?id=0B2ENq5cu-ZKiRzJtemltOGVBaWc&authuser=0>

Gráfico_1

Classificação dos Laços ou Loops

Definido pela quantidade de laços que a configuração do gráfico apresenta.

- ☐ 4 (presença de quatro ou mais números de Loops).
- ☐ 3 (presença de três números de Loops)
- ☐ 2 (presença de dois números de Loops)
- ☒ 1 (presença de um número de Loop)
- ☐ 0 (não é possível avaliar a quantidade de Loops)

Classificação da Regularidade

Definida ao longo do percurso de cada traçado projetado com relação aos aspectos de continuidade, homogeneidade e retilinearidade.

- ☐ 4 (completa regularidade por todos os traçados da trajetória).
- ☐ 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade).
- ☒ 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade)
- ☐ 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade).
- ☐ 0 (completa irregularidade por todos os traçados da trajetória)

Classificação da Convergência

Definida pelo comportamento convergente apresentado nas trajetórias dos traçados.

- ☐ 4 (forte: convergência ao longo de todo o percurso).
- ☐ 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).
- ☒ 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).
- ☐ 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).
- ☐ 0 (fraca: espalhamento dos traçados ao longo de todo o percurso dos traçados).

Tabelas de resultados da análise não linear da dinâmica vocal e análise estatística para comparação intra e inter-avaliadores. Na tabela 6 estão os resultados estatísticos da comparação entre avaliação e reavaliação. E na tabela 7 os resultados da concordância inter-avaliadores.

Tabela 6: Comparação para verificar consistência entre as avaliações de análise qualitativa da Dinâmica não linear de produção vocal:

Intra-Avaliador			Média	Desvio Padrão	P-valor
Loops	Avaliador 1	Aval	1,63	0,92	1,000
		Reav	1,38	1,06	
	Avaliador 2	Aval	1,50	1,20	1,000
		Reav	1,50	1,20	
Regularidade	Avaliador 1	Aval	1,88	0,99	0,351
		Reav	1,63	0,92	
	Avaliador 2	Aval	1,25	1,04	1,000
		Reav	1,25	1,04	
Convergência	Avaliador 1	Aval	2,00	1,20	1,000
		Reav	2,13	1,25	
	Avaliador 2	Aval	1,69	1,06	0,750
		Reav	1,75	0,89	

Teste estatístico: t-Student pareado. **Aval:** Avaliação; **Reav:** REav.: Reavaliação.

Tabela 7: Análise da comparação entre avaliadores para a análise qualitativa da Dinâmica não linear da produção vocal.

			Avaliador 1
Loops	Avaliador 2	Kappa	0,785
		P-valor	<0,001
Regularidade	Avaliador 2	Kappa	0,113
		P-valor	0,150
Convergência	Avaliador 2	Kappa	0,460
		P-valor	<0,001

Teste estatístico: Índice Kappa.

Os resultados da análise qualitativa não linear da dinâmica vocal estão apresentados nos gráficos bidimensionais a seguir. Estes foram gerados a partir da reconstrução do espaço de fase de cada sinal vocal amostrado neste estudo.

Gráfico 01: Amostra vocal feminina, 71 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 1 (presença de um número de Loop);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 02: Amostra vocal feminina, 70 anos com paralisia de prega vocal à direita.
 Loops: grau 3 (presença de três números de Loops);
 Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);
 Convergência: grau 4 (forte: convergência ao longo de todo o percurso).

Gráfico 03: Amostra vocal feminina, 61 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.
 Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);
 Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);
 Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 04: Amostra vocal feminina, 75 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.
 Loops: grau 0 (não é possível avaliar a quantidade de Loops);
 Regularidade: grau 0 (completa irregularidade por todos os traçados da trajetória);
 Convergência: grau 0 (fraca: espalhamento dos traçados ao longo de todo o percurso dos traçados).

Gráfico 05: Amostra vocal masculina, 72 anos com paralisia de prega vocal à direita.
 Loops: grau 1 (presença de um número de Loop);
 Regularidade: grau 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);
 Convergência: grau 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).

Gráfico 06: Amostra vocal feminina, 68 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 2 (presença de dois número de Loop);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 4 (forte: convergência ao longo de todo o percurso).

Gráfico 07: Amostra vocal feminina, 66 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença de dois número de Loop);

Regularidade: grau 0 (completa irregularidade por todos os traçados da trajetória);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 08: Amostra vocal feminina, 41 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença de um número de Loop);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 4 (forte: convergência ao longo de todo o percurso).

Gráfico 09: Amostra vocal masculina, 73 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 4 (presença de quatro ou mais número de Loops);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 10: Amostra vocal feminina, 56 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 0 (completa irregularidade por todos os traçados da trajetória);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 11: Amostra vocal feminina, 76 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 12: Amostra vocal feminina, 62 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 1 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 13: Amostra vocal feminina, 44 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 14: Amostra vocal masculina, 60anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados)

Gráfico 15: Amostra vocal masculina, 68 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 16: Amostra vocal masculina, 41 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 17: Amostra vocal masculina, 40 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).

Gráfico 18: Amostra vocal homem, 69 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 1 (presença de um número de Loop);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).

Gráfico 19: Amostra vocal feminina, 66 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 2 (presença dois números de Loops);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 20: Amostra vocal feminina, 65 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 21: Amostra vocal feminina, 43 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença de um número de Loop);

Regularidade: grau 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 22: Amostra vocal feminina, 47 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença dois números de Loops);

Regularidade: grau 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 23: Amostra vocal feminina, 36 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).

Gráfico 24: Amostra vocal feminina, 57 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença de um número de Loop);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 25: Amostra vocal masculina, 80 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 4 (presença de quatro ou mais números de Loops);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 26: Amostra vocal masculina, 80 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).

Gráfico 27: Amostra vocal feminina, 43 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 28: Amostra vocal feminina, 58 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 29: Amostra vocal feminina, 75 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 30: Amostra vocal feminina, 49 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença de dois números de Loops);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 1 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados)

Gráfico 31: Amostra vocal masculina, 15 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 0 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 32: Amostra vocal feminina, 66 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença dois números de Loops);

Regularidade: grau 2 irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 1 (média à fraca: espalhamento evidente na maior parte do percurso com um trecho de convergência nos traçados).

Gráfico 33: Amostra vocal feminina, 23 anos com paralisia de prega vocal à direita.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 2 (irregularidade global com mais uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 2 (média: a convergência está presente longo do percurso com mais de um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

Gráfico 34: Amostra vocal masculina, 36 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 2 (presença dois números de Loops);

Regularidade: grau 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados da trajetória com maior regularidade);

Convergência: grau 0 (fraca: espalhamento dos traçados ao longo de todo o percurso)

Gráfico 35: Amostra vocal feminina, 56 anos com paralisia de prega vocal à esquerda.

Loops: grau 1 (presença um número de Loop);

Regularidade: grau 3 (regularidade global com uma porção de traçados da trajetória com maior irregularidade);

Convergência: grau 3 (forte à média: convergência ao longo da maior parte do percurso com um trecho de espalhamento evidente nos traçados).

APÊNDICE C

Resultados da análise de auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais. A tabela 8 apresenta os resultados de amostras masculinas e a tabela 9 os resultados de amostras femininas.

Tabela 8. Resultados da auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes com paralisia unilateral. Protocolo: Índice de Desvantagem Vocal.

Amostras vocais masculinas	Prega vocal paralisada	Domínios				Classificação do impacto da disfonia (domínio total)
		Físico	Emocional	Orgânico	Total	
1	Direita	3,00	13,00	9,00	25,00	Baixo impacto
2	Esquerda	0,00	0,00	0,00	0,00	Baixo impacto
3	Esquerda	4,00	1,00	8,00	13,00	Baixo impacto
4	Esquerda	2,00	2,00	10,00	14,00	Baixo impacto
5	Esquerda	18,00	24,00	27,00	69,00	Alto impacto
6	Esquerda	24,00	13,00	16,00	53,00	Impacto moderado
7	Esquerda	8,00	14,00	23,00	45,00	Impacto moderado
8	Esquerda	4,00	1,00	2,00	7,00	Baixo impacto
9	Esquerda	27,00	13,00	34,00	74,00	Impacto moderado
10	Esquerda	11,00	5,00	17,00	33,00	Impacto moderado
11	Esquerda	10,00	4,00	6,00	20,00	Baixo impacto

Tabela 9. Resultados da auto-avaliação do impacto da disfonia na qualidade de vida dos pacientes com paralisia unilateral. Protocolo: Índice de Desvantagem Vocal.

Amostras vocais femininas	Prega vocal paralisada	Domínios				Classificação do impacto da disfonia (domínio total)
		Físico	Emocional	Orgânico	Total	
1	Direita	17,00	24,00	19,00	60,00	Alto impacto
2	Direita	12,00	0,00	24,00	36,00	Impacto moderado
3	Esquerda	28,00	32,00	37,00	97,00	Alto impacto
4	Esquerda	21,00	18,00	17,00	56,00	Impacto moderado
5	Direita	15,00	13,00	18,00	46,00	Impacto moderado
6	Esquerda	0,00	0,00	1,00	1,00	Baixo impacto
7	Esquerda	10,00	9,00	22,00	41,00	Impacto moderado
8	Esquerda	16,00	8,00	30,00	54,00	Impacto moderado
9	Esquerda	0,00	1,00	8,00	9,00	Baixo impacto
10	Esquerda	22,00	23,00	19,00	64,00	Alto impacto
11	Esquerda	34,00	20,00	8,00	62,00	Alto impacto
12	Direita	24,00	12,00	20,00	56,00	Impacto moderado
13	Direita	4,00	14,00	26,00	44,00	Impacto moderado
14	Esquerda	16,00	12,00	27,00	55,00	Impacto moderado
15	Esquerda	23,00	20,00	25,00	68,00	Alto impacto
16	Direita	18,00	7,00	11,00	36,00	Impacto moderado
17	Esquerda	1,00	0,00	1,00	2,00	Baixo impacto
18	Esquerda	16,00	12,00	30,00	58,00	Impacto moderado
19	Direita	34,00	38,00	39,00	111,00	Alto impacto
20	Direita	27,00	15,00	28,00	70,00	Alto impacto
21	Esquerda	10,00	0,00	18,00	28,00	Baixo impacto
22	Esquerda	8,00	12,00	12,00	32,00	Impacto moderado
23	Direita	17,00	19,00	37,00	73,00	Alto impacto
24	Esquerda	14,00	11,00	23,00	48,00	Impacto moderado

APÊNDICE D

Os resultados da análise de videolaringoscopias em alta velocidade estão apresentados nas imagens quimográficas a seguir:

Figura 1. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 72 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,12; RF: 0 e Assimetria: 5,95°.

Figura 2. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 70 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,25; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 3. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 61 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,20; RF: 0,28 e Assimetria: 10,85°.

Figura 4. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 75 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,51; RF: 0,46 e Assimetria: 12,99°.

Figura 5. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 72 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 2,70; RF: 0 e Assimetria: 9,47°.

Figura 6. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 68 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,20; RF: 0 e Assimetria: 4,04°.

Figura 7. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 66 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,16; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 8. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 41 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,05; RF: 0 e Assimetria: 18,03°.

Figura 9. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 73 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,34; RF: 0 e Assimetria: 12,46°.

Figura 10. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 56 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,64; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 11. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 76 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,65; RF: 0,73 e Assimetria: 12,36°.

Figura 12. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 62 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,37; RF: 0,33 e Assimetria: 7,44°.

Figura 13. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 44 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 2,17; RF: 0 e Assimetria: 7,94°.

Figura 14. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 60 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,42; RF: 0 e Assimetria: 10,35°.

Figura 15. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 68 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,65; RF: 2,16 e Assimetria: 90°.

Figura 16. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 41 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,36; RF: 0,06 e Assimetria: 2,66°.

Figura 17. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 40 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,52; RF: 0,49 e Assimetria: 8,760°.

Figura 18. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 69 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,19; RF: 0 e Assimetria: 20,70°.

Figura 19. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 66 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 3,26; RF: 0,62 e Assimetria: 9 0°.

Figura 20. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 65 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,17; RF: 0 e Assimetria: 4,98°.

Figura 21. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 43 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,14; RF: 0 e Assimetria: 9,69°.

Figura 22. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 47 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,17; RF: 0 e Assimetria: 3,07°.

Figura 23. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 36 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,97; RF: 0,64 e Assimetria: 1,69°.

Figura 24. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 57 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,23; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 25. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 80 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,56; RF: 0 e Assimetria: 6,02°.

Figura 26. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 80 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,44; RF: 0,46 e Assimetria: 10,02°.

Figura 27. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 43 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,09; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 28. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 58 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 3,18; RF: 0,72 e Assimetria: 4,21°.

Figura 29. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 75 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,26; RF: 0,45 e Assimetria: 0,83°.

Figura 30. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 49 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,30; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 31. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 15 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,73; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 32. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 66 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,31; RF: 0 e Assimetria: 18,48°.

Figura 33. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 23 anos com paralisia de prega vocal à direita. RA: 1,19; RF: 0 e Assimetria: 0°.

Figura 34. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais masculinas. Paciente de 36 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,10; RF: 0,89 e Assimetria: 90°.

Figura 35. Imagem quimográfica em alta velocidade extraída de pregas vocais femininas. Paciente de 56 anos com paralisia de prega vocal à esquerda. RA: 1,52; RF: 0 e Assimetria: 23,96°.