MONIKE TSUTSUMI

**AVALIAÇÃO DA VIDEOLARINGOSCOPIA DE ALTA
VELOCIDADE DE SUJEITOS NORMAIS**

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

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli

São Carlos

2015

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.

T877a   Tsutsumi, Monike
                                Avaliação da videolaringoscopia de alta velocidade
                                de sujeitos normais / Monike Tsutsumi; orientador
                                Arlindo Neto Montagnoli. São Carlos, 2015.

                                Dissertação (Mestrado) - 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,
                                2015.

                                1. videolaringoscopia de alta velocidade. 2. onda
                                da área glótica. 3. quimografia de alta velocidade. 4.
                                normalidade. I. Título.

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

Monike Tsutsumi

Título: "Avaliação da videolaringoscopia de alta velocidade de sujeitos normais"

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

Aprovado em: 30/04/2015

PROF. DR. ARLINDO NETO MONTAGNOLI
(ORIENTADOR)

Universidade Federal de São Carlos

Resultado: Aprovada

Assinatura: *Arlindo Neto Montagnoli*

PROFA. DRA. ADRIANA HACHIYA

Médica Assistente da Divisão Clínica do
Hospital das Clínicas da Faculdade de
Medicina - USP

Resultado: Aprovada

Assinatura: *Adriana Hachiya*

PROF. DR. MARIA EUGENIA DÁJER

Pesquisadora da Faculdade de Medicina da
USP

Resultado: Aprovada

Assinatura: *Maria Eugenia Dajer*

*Ao meu esposo, Seiji Isotani, com gratidão e amor, por me incentivar a
desbravar um lado meu até então desconhecido, e estar presente na
descoberta deste presente.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir enxergar os caminhos pelos quais posso caminhar e aprender, e pelas pessoas que surgem deles e neles me guiam.

Ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia, aos professores e funcionários, em especial, à Janete Ferreira Rodrigues dos Santos, pelo auxílio constante no aprendizado.

Aos pacientes que autorizam o uso de seus exames em benefício da ciência e da sociedade, tornando possível o crescimento acadêmico ao longo do tempo.

Ao meu orientador prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli, pelo acolhimento no grupo de pesquisa, pelas valiosas orientações e pelas preocupações além da pesquisa. Por respeitar meu lado “fonoaudióloga” no mundo da “engenharia”.

À fonoaudióloga Profa. Dra. Maria Eugenia Dajer, pelos importantes ensinamentos sobre a vida acadêmica, e pela constante disponibilidade em ajudar, em corrigir e melhorar nossa escrita, nossa fala, nosso ser.

À amiga fonoaudióloga Regina Aparecida Pimenta, pelos meus primeiros passos na Bioengenharia, e pelas inúmeras experiências compartilhadas, dentro e fora de bibliotecas. Por dividir tanto conhecimento e pelo incansável auxílio nas pesquisas.

Aos otorrinolaringologistas do Hospital das Clínicas - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em especial ao Dr. Domingos Hiroshi Tsuji e à Dra. Adriana Hachiya, pela coleta dos dados, matéria-prima dos nossos estudos. Pelas contribuições sempre construtivas nas bancas e por compartilhar vivência clínica aliada à pesquisa.

Aos otorrinolaringologistas Dr. Niro Tayama e à equipe de profissionais do *National Center for Global Health and Medicine-Tokyo* e aos pesquisadores da Universidade de Tokyo pela contribuição científica na área da Videolaringoscopia de Alta Velocidade e pela acolhida no Japão durante o estágio-sanduíche, no decorrer do mestrado.

À JICA- *Japan International Cooperation Agency* por tornar possível a realização do estágio no Japão, e a toda equipe pelo suporte financeiro e dedicação nos cuidados com os bolsistas.

Aos meus pais, Shizuo Tsutsumi e Etsuko Tsutsumi, pela minha vida, por me permitir ser sua filha e me ensinar a aprender a viver. Por me mostrar que, com amor incondicional, a distância não distancia. Obrigada pelos ensinamentos pela vida toda, em todo lugar.

Aos meus irmãos, Rodrigo Tsutsumi e Enio Tsutsumi, por todas as vivências da infância e a cada nova experiência vivida.

Ao Seiji Isotani, marido, companheiro, exemplo, por me mostrar o caminho acadêmico e seguir esta caminhada ao meu lado. Por compartilhar comigo nosso passado, nosso presente e nosso futuro.

Aos meus sogros, Sadao Isotani e Naoko Isotani pelas conversas recheadas de conselhos, e pelas correções dos primórdios dessa dissertação.

Aos amigos de coração, Kelyinha Yamamoto, Michele H. Ueno Guimarães, Karen Anne Pucci Ito e Ed Ito, agradeço pelas conversas nas horas em que mais precisava, pelo apoio de perto, de longe, de sempre.

Aos sobrinhos e afilhada, crianças na minha vida, Yuji Gabriel Tsutsumi e Shinji Felipe Tsutsumi, Akemi Pucci Ito, Bruno Shoiti Isotani e Lucas Shuji Isotani, por alegrarem minha vida pelo simples fato de existirem e iluminarem o mundo com a alegria da infância.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelos recursos financeiros destinados a este estudo.

Lista de Figuras

Figura 1. (a) OAG - normal (masculino); (b) OAG - normal (feminino); (c) OAG - pólipos.	30
Figura 2. (a) OAG - sulco vocal; (b) OAG* - cisto vocal; (c) OAG*—Fibrose cicatricial.....	30
Figura 3. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (masculino).	31
Figura 4. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (feminino).	31
Figura 5. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com pólipo laríngeo.	31
Figura 6. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com sulco vocal.....	31
Figura 7. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com fibrose cicatricial.	31
Figura 8. Imagem laríngea das pregas vocais de sujeito normal.	38
Figura 9. Definição das comissuras.....	38
Figura 10. Delimitação da área a ser analisada.	38
Figura 11 - Segmentação automática para obtenção das ondas da área glótica de um ciclo vibratório...	39
Figura 12. Ondas da área glótica de um sujeito normal.	40
Figura 13. Ondas da área glótica: descrição das fases do ciclo glótico.	41
Figura 14. Classificação para sinais acústicos proposto por Titze (1994). a) Sinal tipo 1. b) Sinal tipo 2. c) Sinal tipo 3.	42
Figura 15. Seleção do ponto médio da prega vocal.....	44
Figura 16. Imagem da quimografia de alta velocidade de sujeito normal.	45
Figura 17. Quimografia de alta velocidade exemplificando as fases do ciclo vibratório das pregas vocais. FF= fase fechada; Fa=fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório.	45
Figura 18. Análise da quimografia de alta velocidade dos parâmetros de 10 ciclos glóticos de sujeito normal.	46
Figura 19. Modelo de simetria e assimetria no padrão vibratório das pregas vocais (HIRANO, BLESS, 1997).	48
Figura 20. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (masculino).	49
Figura 21. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (feminino).	49
Figura 22. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com pólipo laríngeo.	49
Figura 23. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com sulco vocal.....	49
Figura 24. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com fibrose cicatricial.	49

Lista de Tabelas

Tabela 1. Caracterização dos sujeitos (vídeos) da amostra.....	36
Tabela 2. Frequência fundamental e intensidade vocal dos sujeitos normais.....	52
Tabela 3. Duração das fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero feminino (ms).....	52
Tabela 4. Duração das fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero masculino (ms).....	52
Tabela 5. Valores dos tempos de fase fechada das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	53
Tabela 6. Valores dos tempos de fase fechada das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	53
Tabela 7. Valores dos tempos de fase de abertura das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. Fa= fase de abertura, M=média, DP = desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	54
Tabela 8. Valores dos tempos de fase de abertura das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. Fa= fase de abertura, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	54
Tabela 9. Valores dos tempos de fase de fechamento das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	55
Tabela 10. Valores dos tempos de fase de fechamento das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	55
Tabela 11. Valores dos tempos de fase aberta das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	56
Tabela 12. Valores dos tempos de fase aberta das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	56
Tabela 13. Valores dos tempos do período total do ciclo vibratório das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. PTCV= período total do ciclo vibratório, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	57
Tabela 14. Valores dos tempos do período total do ciclo vibratório das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. PTCV= período total do ciclo vibratório, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	57
Tabela 15. Comparação dos tempos das fases das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino (ms).....	58

Tabela 16. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Min= mínimo; Q1=quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).	59
Tabela 17. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Min= mínimo; Q1=quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).	60
Tabela 18. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero feminino.	61
Tabela 19. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero masculino.	61
Tabela 20. Comparação dos valores dos coeficientes das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino.	61
Tabela 21. Parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica: Teste de confiabilidade entre os juízes-engenheiros, com valores do intervalo de confiança do Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI)	65
Tabela 22. Parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica: Teste de confiabilidade entre os juízes-fonoaudiólogos, com valores do intervalo de confiança do Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI).	66
Tabela 23. Duração dos tempos das fases do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino (ms).	66
Tabela 24. Duração dos tempos das fases do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino (ms).	66
Tabela 25. Valores dos tempos de fase fechada da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	67
Tabela 26. Valores dos tempos de fase fechada da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	67
Tabela 27. Valores dos tempos de fase de abertura da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. Fa= fase de abertura, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	68
Tabela 28. Valores dos tempos de fase de abertura da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. Fa= fase de abertura, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	68
Tabela 29. Valores dos tempos de fase de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	69
Tabela 30. Valores dos tempos de fase de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	69
Tabela 31. Valores dos tempos de fase aberta da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	70

Tabela 32. Valores dos tempos de fase aberta da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.....	70
Tabela 33. Valores dos tempos do período total do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. PTCV= período total do ciclo vibratório, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	71
Tabela 34. Valores dos tempos do período total do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. PTCV= período total do ciclo vibratório, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.	71
Tabela 35. Comparação dos tempos das fases das Quimografia de Alta Velocidade dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino (ms).....	72
Tabela 36. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Mín= mínimo; Q1= quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).	73
Tabela 37. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Mín= mínimo; Q1= quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).	74
Tabela 38. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino.	75
Tabela 39. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino.	75
Tabela 40. Comparação dos valores dos coeficientes da Quimografia de Alta Velocidade dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino.....	76
Tabela 41. Parâmetros qualitativos (amplitude) da Quimografia de Alta Velocidade: Teste de confiabilidade entre os juízes-médicos otorrinolaringologistas.	79
Tabela 42. Parâmetros qualitativos (fase) da Quimografia de Alta Velocidade: Teste de confiabilidade entre os juízes-médicos otorrinolaringologistas.....	80

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.....	53
Gráfico 2. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.....	53
Gráfico 3. Distribuição dos tempos de fase de abertura (Fa) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.	54
Gráfico 4. Distribuição dos tempos de fase de abertura (Fa) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.	54
Gráfico 5. Distribuição dos tempos de fase de fechamento (Ff) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.	55
Gráfico 6. Distribuição dos tempos de fase de fechamento (Ff) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.	55
Gráfico 7. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.....	56
Gráfico 8. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.....	56
Gráfico 9. Distribuição do período total do ciclo vibratório da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.	57
Gráfico 10. Distribuição do período total do ciclo vibratório da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.....	57
Gráfico 11. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).....	59
Gráfico 12. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).....	60
Gráfico 13. Comparação dos coeficientes de fechamento das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.....	62
Gráfico 14. Comparação dos coeficientes de abertura das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.....	62
Gráfico 15. Comparação dos coeficientes de velocidade das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.....	63
Gráfico 16. Distribuição dos parâmetros qualitativos das Ondas da área glótica (classificação de Titze ,1994).	64
Gráfico 17. Classificação dos parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica realizada pelos juízes engenheiros.	64

Gráfico 18. Classificação dos parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica realizada pelos juízes fonoaudiólogos.	65
Gráfico 19. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.	67
Gráfico 20. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.	67
Gráfico 21. Distribuição dos tempos de abertura (Fa) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.	68
Gráfico 22. Distribuição dos tempos de abertura (Fa) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.	68
Gráfico 23. Distribuição dos tempos de fechamento (Ff) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.	69
Gráfico 24. Distribuição dos tempos de fechamento (Ff) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.	69
Gráfico 25. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.	70
Gráfico 26. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.	70
Gráfico 27. Distribuição dos tempos do período total do ciclo vibratório (PTCV) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.	71
Gráfico 28. Distribuição dos tempos do período total do ciclo vibratório (PTCV) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.	71
Gráfico 29. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).	73
Gráfico 30. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).	74
Gráfico 31. Comparação dos coeficientes de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.	76
Gráfico 32. Comparação dos coeficientes de abertura da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.	77
Gráfico 33. Comparação dos coeficientes de velocidade da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.	77
Gráfico 34. Distribuição dos parâmetros qualitativos (amplitude) da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais.	78
Gráfico 35. Classificação dos parâmetros qualitativos da Quimografia de Alta Velocidade (amplitude) realizada pelos médicos otorrinolaringologistas.	78
Gráfico 36. Distribuição dos parâmetros qualitativos (fase) da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais.	79
Gráfico 37. Classificação dos parâmetros qualitativos (fase) da Quimografia de Alta Velocidade de acordo com a classificação realizada pelos juízes (médicos otorrinolaringologistas).	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. **FA:** fase aberta
2. **Fa:** fase de abertura
3. **FF:** fase de fechada
4. **Ff:** fase de fechamento
5. **GAW:** Glottal área waveforms = ondas da área glótica
6. **GPem/CNPq:** Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
7. **HSV:** High-Speed Videolaryngoscopy = Videolaringoscopia de alta velocidade
8. **LAST:** Laryngo-Analysing System of the University of Tokyo
9. **PTCV:** período total do ciclo vibratório
10. **QA:** quociente de abertura
11. **QF:** quociente de fechamento
12. **QV:** quociente de velocidade
13. **VIT:** voice initiation period = período de início da fonação
14. **VOT:** voice offset period = período de compensação da fonação

RESUMO

TSUTSUMI, M. **Avaliação da videolaringoscopia de alta velocidade de sujeitos normais.** 2015. pp. 123. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Estudos utilizando imagens laríngeas de sujeitos normais captadas por videolaringoscopia de alta velocidade revelam o uso de diversas ferramentas e métricas em diferentes populações. No entanto, é evidente a escassez de normatizações operacionais e de parâmetros vocais de referência. Os objetivos desse estudo foram obter parâmetros da dinâmica vocal utilizando ferramentas computacionais de uso corrente pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM - CNPq) e caracterizar o padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos normais por meio das ondas da área glótica e quimografia de alta velocidade do utilizando Videolaringoscopia de alta velocidade. Metodologia: A partir de imagens laríngeas captadas pela videolaringoscopia de alta velocidade foram extraídos os parâmetros quantitativos: i) tempos de fases e período total do ciclo vibratório das pregas vocais das ondas da área glótica, ii) tempos de fases e período total do ciclo vibratório das pregas vocais da quimografia de alta velocidade, iii) coeficientes (de abertura, de fechamento e de velocidade). Além disso, foram analisados os parâmetros qualitativos das ondas da área glótica e da quimografia de alta velocidade de acordo com a aplicação de protocolos elaborados para classificação de padrões visuais. Resultados: Das ondas da área glótica foram obtidos os valores médios, em milissegundos, de fase fechada: feminino=0.83 e masculino= 2.47; de abertura: feminino= 2.43 e masculino= 2.95; de fechamento: feminino=2.08 e masculino= 2.53; aberta: feminino= 6.15 e masculino= 6.18, período total do ciclo vibratório: feminino=6.98 e masculino= 8.65; coeficientes: de fechamento: feminino=0.14 e masculino=0.29, de abertura: feminino=0.85 e masculino=0.70, de velocidade: feminino=1.16 e masculino=1.19, além de 73% dos traçados apresentarem sinal periódico. Quanto à quimografia de alta velocidade os parâmetros quantitativos obtidos foram: fase fechada: feminino=1.75 e masculino=3.32, de abertura: feminino= 1.47 e masculino= 2.32; de fechamento: feminino= 1.51 e masculino= 2.22; aberta: feminino= 2.91 e masculino= 4.56, e período total do ciclo vibratório: feminino= 4.67 e masculino= 7.89. Os coeficientes obtidos foram: de fechamento: feminino= 0.37 e masculino= 0.42.; de abertura: feminino= 0.62 e masculino= 0.57; e de velocidade: feminino= 1.02 e masculino= 1.12. 59% de simetria em amplitude e 54% de assimetria de fase foram encontrados no traçado da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais. Conclusão: A partir do uso de ferramentas computacionais específicas para analisar imagens laríngeas da videolaringoscopia de alta velocidade foi possível obter parâmetros quantitativos e qualitativos das ondas da área glótica e quimografia de alta velocidade de sujeitos normais e obter dados de referência quanto à normalidade para futuros estudos.

Palavras-chaves: videolaringoscopia de alta velocidade, ondas da área glótica, quimografia de alta velocidade, normalidade.

ABSTRACT

TSUTSUMI, M. **Evaluation of high-speed videolaryngoscopy in normal subjects.** 2015. PP.123. MSc (Dissertation) - Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Several studies using laryngeal images from high-speed videolaryngoscopy of normal subjects reveals the diversity of tools and metrics used for different population. However, shortage of operational standardization and references of vocal fold parameters are evident. The main objectives of this study were to obtain parameters of vocal dynamics using computational tools of Medical Engineering Research Group (GPEM – CNPq) and to characterize the vocal fold's vibration pattern of normal subjects using glottal area waveforms and high-speed kymography. Methods: From laryngeal images of high-speed videolaryngoscopy we extracted the following quantitative parameters: i) phase time of glottal area waveforms, ii) phase time of vibratory cycle's total period, iii) quocients of high-speed kymography. Furthermore, qualitative parameters of glottal area waveform were analyzed according to visual pattern protocol. Results: Media values of glottal area waveforms, in milliseconds, of closed phase: female=0.83 and male= 2.47; opening phase: female= 2.43 and male= 2.95; closing phase: female= 2.08 and male= 2.53; opened phase: female=6.15 and male= 6.18, vibratory cycle of total period: female= 6.98 and male= 8.65, closing quotient: female= 0.14 and male= 0.29; opening quotient: female= 0.85 and male= 0.70; speed quotient: female= 1.16 and male= 1.19, besides 73% showed periodic signal. As the high-speed kymography the quantitative parameters obtained were: closed phase: female= 1.75 and male= 3.32; opening phase: female= 1.47 and male= 2.32; closing phase: female= 1.51 and male= 2.22; opened phase: female= 2.91 and male= 4.56, and vibratory cycle of total period: female= 4.67 and male= 7.89. The quotients obtained were: closing quotient: female= 0.37 and male= 0.42; opening quotient: female= 0.62 and male= 0.57; speed quotient: female= 1.02 and male= 1.12. 59% amplitude symmetry and 54% phase asymmetry were obtained in the high-speed kymography of normal subjects. Conclusion: using specific computational tools to analyse high-speed laryngeal images we obtained quantitative and qualitative parameters of glottal area waveforms and high-speed kymography that can be used as a standard reference data for normal subjects.

Keywords: High-speed videolaryngoscopy, glottal area waveforms, high-speed kymography, normality.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	24
2.	OBJETIVOS.....	27
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	28
4.	METODOLOGIA	35
4.1.	Seleção de dados	35
4.2.	Casuística	35
4.3.	Análise.....	36
4.3.1.	Parâmetros quantitativos: Ondas da área glótica.....	37
4.3.2.	Parâmetros qualitativos: Ondas da área glótica	41
4.3.3.	Parâmetros quantitativos: Quimografia de alta velocidade	43
4.3.4.	Parâmetros qualitativos: Quimografia de alta velocidade	47
4.4.	Análise estatística	50
5.	RESULTADOS	52
5.1.	Parâmetros quantitativos - Ondas da área glótica	52
5.2.	Parâmetros qualitativos- Ondas da área glótica.....	63
5.4.	Parâmetros qualitativos- Quimografia de alta velocidade	77
6.	DISCUSSÃO	81
7.	CONCLUSÕES.....	91
8.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	93
9.	REFERÊNCIAS	94
10.	ANEXO	98
11.	APÊNDICE	105

1. INTRODUÇÃO

A utilização da videolaringoscopia de alta velocidade como instrumento de captação de imagens laríngeas contribui cada vez mais para promover maior objetividade na caracterização da fisiologia laríngea e no monitoramento de terapias. Para otimizar sua utilização clínica faz-se necessário desenvolver diferentes técnicas para análise dos parâmetros vocais, uma vez que comumente os estudos consideram a quantificação de dados relacionados ao comportamento vibratório das pregas vocais como diferencial entre normalidade e patologias laríngeas (Qiu et al, 2003; Yan, Bless, Chen, 2005). Importantes informações a respeito das características dinâmicas da vibração das pregas vocais, como padrões de abertura e fechamento glótico são observadas por meio das Ondas da Área Glótica (Yan, Bless, Chen, 2005).

Apesar das vantagens apresentadas pela análise das ondas da área glótica geradas por imagens da Videolaringoscopia de Alta Velocidade, sua aplicação é restrita por consumir muito tempo no processo de gravação e análise das imagens laríngeas. No entanto, a quimografia de alta velocidade se revelou uma técnica mais acessível e possibilitou a análise da vibração das pregas vocais, acrescentando importantes informações aos dados da Videolaringoscopia de Alta Velocidade. Pela visualização do movimento das pregas vocais em uma linha perpendicular traçada geralmente na porção mediana da área glótica, por ser considerado de máxima amplitude de movimento, é possível observar irregularidades no comportamento vibratório das pregas vocais (Larsson et al, 2000). Além disso, a quimografia permite quantificar a vibração das pregas vocais numericamente bem como observar a presença de assimetria no padrão vibratório. (Svec et al., 2012).

Assim como assimetria no padrão vibratório das pregas vocais, outros aspectos subjetivos relacionados às imagens laríngeas são amplamente considerados na literatura. Deliyski et al (2008) verificaram a presença de irregularidades nos padrões dos traçados das ondas da área glótica em sujeitos normais e enfatizaram que a possibilidade de interpretar imagens conforme o conteúdo visual representa uma das

grandes vantagens no uso da Videolaringoscopia de Alta Velocidade, auxiliando os profissionais na detecção de alterações laríngeas de forma intuitiva.

Diversas pesquisas foram desenvolvidas utilizando a Videolaringoscopia de Alta Velocidade e quimografia nos últimos anos, no entanto ainda há escassez de dados para uma normatização quanto aos parâmetros quantitativos e qualitativos das informações laríngeas utilizando tais métricas. Lohscheller et al (2007) reafirmaram a falta de estudos e de uma padronização no procedimento de análise das imagens laríngeas capturadas por Videolaringoscopia de Alta Velocidade e acreditam que esta seja a justificativa para a restrição do aceite desta ferramenta por alguns pesquisadores. Yan et al (2005) conduziram um estudo utilizando dados das Ondas da Área Glótica por meio da Transformada de Hilbert e concordaram em relação à escassez de uma abordagem e de ferramentas analíticas para caracterizar o padrão vibratório das pregas vocais.

Frente a esta percepção, alguns autores desenvolveram estudos com sujeitos normais sob diferentes abordagens. Krausert et al (2011) quantificaram as propriedades da onda mucosa utilizando técnicas variadas como eletroglotografia, fotoglوتografia, videoquimografia, videolaringoscopia de alta velocidade, entre outros. Um estudo recente apresentou a comparação das características do ciclo glótico entre adultos normais e crianças considerando as variações fisiológicas (Patel et al, 2014). Pesquisadores da Universidade de Tokyo apresentaram uma normatização de diferentes fases do ciclo glótico em sujeitos normais, comparando critérios de gênero e idade (Yamauchi et al, 2014).

Foi constatada a existência de diversos estudos com foco na caracterização de sujeitos normais para estudos comparativos entre grupos (diferentes patologias laríngeas, gênero, idade) ou entre técnicas diferentes de análise, utilizando as ondas da área glótica e a quimografia de alta velocidade, bem como a utilização de parâmetros objetivos e subjetivos. Sendo assim observa-se uma crescente necessidade de apresentar parâmetros quantitativos e qualitativos das ondas da área glótica e da quimografia referentes à padronização da população sem queixa vocal e patologia laríngea.

Dentro do grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq) é possível exemplificar a

necessidade iminente de obter dados de referência sobre as informações das ondas da área glótica e da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais.

Tsutsumi et al (2013) desenvolveram um estudo comparativo dos parâmetros das ondas da área glótica com um grupo de 10 sujeitos e observaram diferença estatística na frequência fundamental e no tempo de fase fechada entre os diferentes gêneros. Também com a análise das ondas da área glótica Pinheiro et al (2014) publicaram um importante trabalho reportando os achados utilizando uma nova ferramenta semi automática para segmentação da área glótica. Pimenta et al (2013) publicaram um estudo combinando parâmetros acústicos e da quimografia de alta velocidade com objetivo de identificar efeitos na laringe após a realização de exercícios vocais. Baravieira et al (2014) utilizaram dados para comparar parâmetros da videolaringoscopia de alta velocidade e da quimografia de 18 sujeitos normais em recente estudo.

Todos os estudos envolveram análise de imagens laríngeas da videolaringoscopia de alta velocidade, parâmetros das ondas da área glótica e/ou da quimografia de alta velocidade. O ponto crucial consiste no fato de que foi necessário realizar a análise das métricas em todos os estudos, em sujeitos normais, para que fosse possível realizar os estudos comparativos. Além disso, percebe-se a recorrência da circunstância em todos os estudos mencionados neste trabalho, pois nenhum deles utilizou dados de padronização em suas pesquisas. Dessa forma, a motivação do presente estudo baseia-se na importância de se obter a padronização dos parâmetros de vibração das pregas vocais utilizando imagens de videolaringoscopia de alta velocidade no sentido de criar um padrão de referência de normalidade.

2. OBJETIVOS

Obter parâmetros da dinâmica vocal de sujeitos normais por meio da análise de imagens de Videolaringoscopia de Alta Velocidade utilizando as ferramentas computacionais desenvolvidas e/ou disponibilizadas ao Grupo de Engenharia Médica (GPEM/ CNPq).

Caracterizar os parâmetros quantitativos e qualitativos do padrão vibratório das pregas vocais das Ondas da Área Glótica e da Quimografia de Alta Velocidade de sujeitos normais, para obter um padrão de referência da normalidade.

Comparar os parâmetros quantitativos e qualitativos das Ondas da Área Glótica e da Quimografia de Alta Velocidade de sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino.

Verificar a viabilidade de obtenção de respostas na classificação de parâmetros qualitativos de imagens da Videolaringoscopia de Alta Velocidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção vocal ocorre por meio da interação de vários órgãos e estruturas do corpo humano. A laringe é a estrutura responsável pela fonação e corresponde ao órgão onde estão situadas as pregas vocais. A voz, por sua vez, é o som produzido pela vibração das pregas vocais, que sofre modificações ao longo de outras estruturas que compõem o trato vocal (Behlau, Azevedo e Madazio, 2001).

Há muito tempo se realizam pesquisas sobre os parâmetros de vibração das pregas vocais como meio de compreender a relação existente entre o mecanismo de produção da voz e as características vocais (Sakakibara et al, 2010). No entanto a rápida velocidade com que as pregas vocais vibram não permite a observação detalhada dos ciclos glóticos sem o uso de equipamentos específicos (Behlau, Azevedo e Madazio, 2001).

Em virtude da necessidade de se recorrer à tecnologia, muitos equipamentos e diferentes métodos de análise foram desenvolvidos com o passar do tempo. Estudos recentes (Baravieira, 2014, Bonilha 2007; Ikuma, 2013,; Pimenta 2013; Sakakibara et al 2010) apontam a eficácia no uso da videolaringoscopia de alta velocidade (HSV) para obtenção dos parâmetros laríngeos com maior objetividade. Esta câmera de alta velocidade consiste num equipamento para exame laríngeo cuja câmera captura 4000 quadros por segundo, resultando na visualização real da fonação, possibilitando a análise da vibração ciclo por ciclo. Dessa forma a videolaringoscopia de alta velocidade possibilita inclusive visualizar as irregularidades no padrão de vibração das pregas vocais e esta vantagem a torna uma promissora ferramenta para análise de imagens laríngeas

Em consonância com a aquisição de equipamentos tecnologicamente avançados faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas computacionais capazes de analisar os dados obtidos pela videolaringoscopia de alta velocidade. Para análise automática da vibração das pregas vocais considera-se o bordo da prega vocal como parte anatômica a ser analisada.

O bordo representa a porção mais medial da prega vocal, ou seja, a parte mais interna que pode ser visualizada, cujo movimento horizontal permite ser quantificado. Esta estrutura realiza movimentos verticais e longitudinais, no entanto de difícil mensuração, uma vez que a imagem é capturada pela visão superior. A área glótica é formada pelo espaço cercado pelos bordos das pregas vocais, que durante a vibração das mesmas formam a chamada onda da área glótica (Hirano, Bless, 1997).

Com a utilização da videolaringoscopia de alta velocidade como ferramenta de captura de imagens digitais laríngeas é possível realizar diversos tipos de análise, dentre as quais as funções da área glótica (ondas da área glótica) e quimografias de alta velocidade.

Os parâmetros obtidos pela análise das ondas da área glótica e da quimografia de alta velocidade fornecem importantes dados que contribuem para a compreensão da fisiologia laríngea com maior precisão, tanto de forma quantitativa (informações objetivas) quanto qualitativa (padrão de visualização).

Os tempos de duração de cada etapa e seus coeficientes são extraídos para obtenção dos dados quantitativos.

Cada ciclo de vibração das pregas vocais é composto por quatro etapas sendo elas: aberta, de fechamento, fechada e de abertura. Pelo fato da sucessão dos ciclos glóticos apresentarem modificações, a análise de parâmetros objetivos permite captar perturbações nos mesmos, como, por exemplo, a duração curta da fase fechada sugere a presença de fadiga vocal e disfonia (Behlau, Azevedo e Madazio, 2001).

Quanto à análise qualitativa obtém-se informações visuais intuitivas durante a análise das ondas da área glótica e das quimografias de alta velocidade.

Os dados visuais são coletados pela observação das formas das ondas glóticas, a partir das quais são caracterizadas pela periodicidade, ou seja, pela presença de regularidade no traçado durante a sucessão dos ciclos vibratórios (Hirano, Bless, 1997).

Com a finalidade de ilustrar a caracterização dos parâmetros por meio do padrão visual, a seguir são apresentados exemplos de ondas da área glótica de sujeitos normais para visualização dos parâmetros qualitativos, comparados com ondas da área glótica de sujeitos com patologias laríngeas. As figuras 1(a) e 1(b) representam ondas da área glótica de sujeitos normais, sendo um exemplo do gênero masculino e outro do gênero

feminino, respectivamente. As patologias laríngeas exemplificadas são: pólipos laríngeos (figura 1(c)), sulco vocal (figura 2(a)), cisto vocal (figura 2(b)) e fibrose cicatricial (figura 2(c)).

Figura 1. (a) OAG¹ - normal (masculino); (b) OAG - normal (feminino); (c) OAG - pólipos.

Figura 2. (a) OAG - sulcus vocalis; (b) OAG* - cisto vocal; (c) OAG* - Fibrose cicatricial.

¹ *OAG= Ondas da área glótica

A partir dos exemplos comparativos das ondas da área glótica apresentados é possível observar a ausência de periodicidade do traçado na presença de patologias laríngeas (figuras 1(c), 2(a), 2(b), 2(c)), característica que contribui na decisão profissional e direciona a conduta diagnóstica ao permitir verificar, visualmente, a presença de alteração no traçado.

A caracterização por meio do padrão visual também pode ser realizada com as quimografias de alta velocidade. São representadas algumas imagens de quimografia de alta velocidade para exemplificar, visualmente, a presença de simetria ou assimetria. As figuras 3 e 7 representam quimografias de sujeitos normais, sendo um do gênero masculino e outro feminino, respectivamente. As patologias laríngeas são representadas por exemplos de quimografias de alta velocidade, cujo padrão visual apresenta assimetria. (figura 5: pólipos laríngeos; figura 6: sulco vocal e figura 7: fibrose cicatricial).

Figura 3. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (masculino).

Figura 4. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (feminino).

Figura 5. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com pólipos laríngeos.

Figura 6. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com sulco vocal.

Figura 7. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com fibrose cicatricial.

Nas figuras 3 e 4 é possível observar a presença de simetria no padrão vibratório das pregas vocais dos sujeitos normais. Visualmente os tempos de abertura e fechamento de ambas as pregas vocais são iguais, o que caracteriza a simetria descrita por Hirano, Bless (1997). Ao contrário, na figura 5 é difícil visualizar a abertura das pregas vocais devido à presença do pólipó e na figura 6 não há fechamento glótico, uma vez que é evidente o distanciamento entre as pregas vocais. No caso do sujeito com fibrose cicatricial a assimetria ocorre devido à diferença de fases entre as pregas vocais.

Para viabilizar a aplicação destas duas métricas (ondas da área glótica e quimografia de alta velocidade) diversos autores desenvolveram diferentes ferramentas computacionais nos últimos anos. Pinheiro et al. (2014) desenvolveram um método computacional semi automático para segmentação da área glótica utilizando imagens da videolaringoscopia de alta velocidade, com objetivo de estimar a forma de onda do fluxo glótico e reconheceram a análise das ondas da área glótica como uma importante ferramenta para avaliar os ciclos glóticos. Granqvist et al (2001) propuseram um novo método para visualizar oscilações periódicas ou quasiperiódicas na área laríngea baseado na Transformada de Fourier. Outra plataforma analítica foi apresentado por Yan et al (2005) para analisar a vibração das pregas vocais a partir das ondas da área glótica. A proposta destes autores envolveu a segmentação de imagens, detecção das bordas das pregas vocais a cada quadro e uma inovadora forma de análise dos sinais das ondas glóticas utilizando uma metodologia baseada na Transformada de Hilbert. Zhang et al (2010) apresentaram um novo algoritmo para detecção automática da área glótica com imagens coletadas de laringes excisadas.

A combinação entre dados obtidos indireta (medidas acústicas) e diretamente (imagens laríngeas capturadas pela videolaringoscopia de alta velocidade) foi apresentada por Yan et al. (2007) utilizando informações de vozes normais e patológicas. Os autores referiram que as informações obtidas pelas ondas da área glótica são mais simples e confiáveis em relação às obtidas pelos dados acústicos, no entanto a combinação de ambos permitiu gerar informações mais robustas na presença de patologia vocal.

Kunduk et al (2006) reafirmaram em seu estudo o uso dos parâmetros das ondas da área glótica comparando período de início (VIT-voice initiation period) e de

compensação (VOT-voice offset period) de fonação entre um sujeito jovem e um idoso como meio de obter informações importantes para a caracterização do padrão vibratório das pregas vocais. Outros parâmetros objetivos, como valores de coeficientes são relatados na literatura na análise das ondas da área glótica e também da quimografia de alta velocidade.

Deliyski et al (2008) desenvolveram um estudo a partir da análise das ondas da área glótica utilizando imagens de videolaringoscopia de alta velocidade cuja maior contribuição foi descrever imagens laríngeas com alta resolução de cores, apresentar um método de segmentação dinâmica, incluindo dados sobre o coeficiente de abertura e contínuos esforços para implementar o uso da videolaringoscopia em microcirurgias laríngeas. Padrões vibratórios das pregas vocais de sujeitos idosos saudáveis foram apresentados por Ahmad, Yan e Bless (2011), em que analisaram parâmetros quantitativos como coeficiente de abertura, jitter e shimmer, além de parâmetros qualitativos. A análise do coeficiente de abertura das ondas da área glótica também foi relatado por Bhandari et al (2012), além do coeficiente de fechamento, utilizando videolaringoscopia de alta velocidade e eletroglotografia. O coeficiente de abertura foi um dos parâmetros analisados no estudo desenvolvido por Bohr et al (2013) cujo objetivo foi identificar parâmetros objetivos na produção de voz saudável e com disfonia orgânica.

Qiu et al (2003) analisaram os coeficientes por meio de técnica semelhante, a videoquimografia, e apresentaram valores de coeficientes de abertura, de fechamento e de velocidade.

Os tempos de fases são comumente utilizados também para análise de quimografias. Koishi et al (2003) submeteram sujeitos com vozes normais ao exame de telolaringoscopia e à videoquimografia. Desta, utilizaram os tempos de fase aberta, fechada e coeficiente de abertura, para avaliar as variações do padrão vibratório durante emissão vocal habitual e em intensidade elevada. Pontes et al (2005) apresentaram um estudo mostrando a importância na padronização no processo de exposição laríngea uma vez que detectou diferenças importantes na análise da videoquimografia de acordo com a angulação da câmera no momento da captação das imagens.

Pimenta et al. (2013), com a utilização da videolaringoscopia de alta velocidade, utilizaram parâmetros acústicos (*Jitter* e *Shimmer*) associadas a informações

quantitativas da quimografia de alta velocidade (fases aberta, fechada, de abertura e de fechamento) com o objetivo de identificar efeitos imediatos de exercícios de vibração sonorizada e som basal. A partir desta métrica os autores concluíram aumento da eficácia na produção vocal no gênero feminino além de aumento do fechamento glótico no masculino, após a realização dos exercícios de vibração sonorizada e de som basal.

Os parâmetros quantitativos obtidos pela quimografia de alta velocidade foram comparados com os obtidos pela videolaringoscopia de alta velocidade em sujeitos do gênero feminino sem queixa vocal em estudo desenvolvido por Baravieira et al (2014). Foram encontradas diferenças significativas na duração das fases dos ciclos vibratórios entre as duas formas de análise deste estudo.

Aliando os parâmetros objetivos e de visualização direta da quimografia de alta velocidade, um estudo de Chen et al. (2014) apresentou a análise da forma do espectro de sujeitos normais, dos gêneros masculino e feminino. Configuração inclinada, influenciável pela frequência e pelo gênero e com presença de assimetria descreveram o espectro de vibração das pregas vocais de adultos normais.

Novas métricas para análise de parâmetros vocais, como as ondas da área glótica e a quimografia de alta velocidade, resultantes da aliança existente entre tecnologia e saúde, possibilitam novos estudos na área de laringologia e voz. O presente estudo parte dessa premissa e busca contribuir com o avanço na área, com maior precisão diagnóstica.

4. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado sob Dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, por se tratar de utilização de informações coletadas em banco de dados, portanto não havendo contato direto com os participantes. O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Vivos, em respeito à Resolução nº 196/96, da Universidade Federal de São Carlos sob o Parecer Consubstanciado número 868.263 (Anexo A). A pesquisa foi conduzida com suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - processo número 130385/ 2013-1.

4.1. Seleção de dados

Foram selecionados 45 vídeos de videolaringoscopia de alta velocidade de sujeitos normais de ambos os gêneros (idade de 17 a 58 anos), pertencentes ao banco de dados do Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica do CNP (GPEM/CNPq).

Os vídeos da videolaringoscopia de alta velocidade foram obtidos por sistema de gravação de imagens em alta velocidade da marca Richard Wolf (Knittling, Alemanha) com câmara de cabeça HRES ENDOCAM 5562, fonte de luz de alta execução AUTO LP 5132, laringoscópio rígido HRES de ângulo de visão de 90°. As imagens foram armazenadas à taxa de 4000 quadros por segundo com resolução espacial de 256x256 pixels. Os arquivos foram convertidos à extensão “.AVI” para o processamento das imagens.

4.2. Casuística

Todos os vídeos de videolaringoscopia de alta velocidade registrados como “normais” no banco de dados do Grupo de Engenharia Médica do CNPq (GPEM- CNPq) foram selecionados. A classificação de normalidade foi realizada de acordo com os

seguintes critérios: avaliação otorrinolaringológica normal, ausência de queixa vocal e ausência de alteração vocal (parecer fornecido por fonoaudiólogos com experiência em diagnóstico vocal). Para o presente estudo foram excluídos os vídeos de sujeitos normais com idade igual ou superior a 60 anos, por caracterizar a população idosa, de acordo com a Lei 8.842/94, com o intuito de evitar possíveis interferências de mudanças vocais características da idade avançada.

É importante ressaltar que, na coleta dos dados, a intensidade e a frequência fundamental de emissão dos sujeitos participantes foram controladas. Um decibelímetro posicionado a 30 centímetros da comissura labial do indivíduo, com aceite de variação máxima de 2dB durante a emissão foi utilizado para controle da intensidade, e o software *SpeechPitch* para monitoramento com auxílio visual, para controle da frequência fundamental, que foi extraída da primeira vogal sustentada emitida de forma confortável pelo sujeito. Os valores de intensidade e frequência fundamental foram tabulados e organizados de acordo com os gêneros.

Do total de 45 vídeos de sujeitos normais da amostra, 26 são do gênero feminino, e 19 do masculino, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos sujeitos (vídeos) da amostra.

Gênero	Feminino	Masculino	Total
N	26	19	45
Média de idade dos sujeitos	27.30	31.42	29.04

4.3. Análise

A análise das imagens laríngeas foi realizada por fonoaudiólogos e engenheiros do Programa Interunidades em Bioengenharia da Universidade de São Paulo e por médicos otorrinolaringologistas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Foi utilizado o programa computacional *LAST (Laryngo-Analysing System of the University of Tokyo)* desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Toquio/Japão para obtenção dos parâmetros das ondas da área glótica.

O algoritmo X-CAD, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq) foi a ferramenta utilizada para a análise das quimografias de alta velocidade.

10 ciclos glóticos da porção mais estável de cada vídeo foram considerados para extração dos dados e convertidos em extensão “.AVI”. A mesma porção dos vídeos das imagens laríngeas foi utilizada para realizar as análises das ondas da área glótica e também da quimografia de alta velocidade.

4.3.1. Parâmetros quantitativos: Ondas da área glótica

A partir da segmentação das imagens laríngeas captadas pela videolaringoscopia de alta velocidade a análise das ondas da área glótica fornece informações da dinâmica geral da fonte glótica e, dessa forma, permite a obtenção de parâmetros quantitativos relacionados ao comportamento vibratório das pregas vocais (IKUMA, KUNDUK, McWHORTER, 2013; YAN et al, 2005; YAN, DAMROSE, BLESS, 2007).

Para analisar os parâmetros das ondas da área glótica utilizou-se o software LAST (Laryngo-Analysing System of the University of Tokyo) gentilmente cedido para uso científico, pela equipe de otorrinolaringologistas da National Center for Global Health and Medicine e pesquisadores da Universidade de Toquio.

A figura 8 apresenta a imagem de pregas vocais de um sujeito normal do gênero feminino. A linha vermelha representa o bordo livre da prega vocal direita e a linha azul, o bordo livre da prega vocal esquerda. As extremidades superior e inferior representam as comissuras posterior e anterior, respectivamente.

Figura 8. Imagem laríngea das pregas vocais de sujeito normal.

O processo inicial da segmentação da imagem para se obter os parâmetros das ondas da área glótica consiste na definição manual dos limites das comissuras anterior e posterior das pregas vocais (figura 9) e subsequente delimitação da área a ser analisada (figura 10).

Figura 9. Definição das comissuras.

Figura 10. Delimitação da área a ser analisada.

Em seguida o software automaticamente define os limites dos bordos das pregas vocais, além de possibilitar ajustes manuais, caso haja necessidade. Esta etapa ocorre de forma automática e dinâmica, ou seja, os bordos se movimentam de acordo com os movimentos das imagens no vídeo. A sequência de imagens representativas da

segmentação automática de um ciclo vibratório para a obtenção das ondas da área glótica encontra-se exemplificada na figura 11.

Figura 11 - Segmentação para obtenção das ondas da área glótica de um ciclo vibratório.

As ondas da área glótica (figura 12) são obtidas e seus parâmetros numéricos são apresentados de forma automática de todos os ciclos selecionados no vídeo.

Figura 12. Ondas da área glótica de um sujeito normal.

Neste estudo foram analisadas as fases do ciclo vibratório (figura 13), composto pelas seguintes etapas de acordo com a proposta de Hirano e Bless (1997):

- fase fechada (FF)
- fase de abertura (Fa)
- fase de fechamento (Ff)
- fase aberta (FA)
- período total to ciclo vibratório (PTCV)

Vale ressaltar que a fase aberta (FA) é composta pelas fases de abertura (Fa) e de fechamento (Ff) do ciclo vibratório das pregas vocais; e o período total do ciclo vibratório é composto pelas fases fechada (FF) e aberta (FA).

Além dos parâmetros descritos acima, foram calculados os seguintes coeficientes propostos por Hirano et al, (1975):

- CF- coeficiente de fechamento, representado pela relação entre FF e PTCV:

$$CF = \frac{FF}{PTCV}$$

- CA- coeficiente de abertura, representado pela relação entre FA e PTCV:

$$CA = \frac{FA}{PTCV}$$

- CV – coeficiente de velocidade, representado pela relação entre Fa e Ff:

$$CV = \frac{Fa}{Ff}$$

Figura 13. Ondas da área glótica: descrição das fases do ciclo glótico.

Além disso, foram considerados os parâmetros mínimos e máximos das ondas da área glótica dos sujeitos desta amostra.

Os parâmetros numéricos de cada fase foram organizados e submetidos à análise estatística, separadamente por gêneros e comparativamente entre os mesmos.

4.3.2. Parâmetros qualitativos: Ondas da área glótica

Os dados coletados por meio da videolaringoscopia de alta velocidade permitem uma variedade grande de técnicas de análise, incluindo a possibilidade de avaliar qualitativamente as imagens (YAMAUCHI et al, 2014). A análise qualitativa das imagens

laríngeas é dependente de critérios subjetivos dos avaliadores, cuja formação e experiência permitem classificar traçados resultantes do padrão vibratório das pregas vocais. Sendo assim, é importante ressaltar que, neste estudo o parâmetro qualitativo considerado foi o padrão visual das ondas da área glótica, de acordo com a classificação para sinais acústicos proposta por Titze (1994), com a intenção de utilizar as características espaciais da área glótica para auxiliar na distinção apenas entre normalidade e anormalidade (YAMAUCHI et al., 2014), não com objetivo diagnóstico.

A classificação para sinais acústicos proposta por Titze (1994) segue descrita abaixo (Figura 14):

- Sinal tipo 1: Não há modificações qualitativas no sinal. O sinal quasiperiódico também é considerado sinal tipo 1.
- Sinal tipo 2: Há presença de mudança qualitativa (bifurcações) e não há traçado da frequência fundamental única.
- Sinal tipo 3: O sinal não apresenta estrutura periódica aparente.

Figura 14. Classificação para sinais acústicos proposto por Titze (1994). a) Sinal tipo 1. b) Sinal tipo 2. c) Sinal tipo 3.

Para a obtenção dos parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica foi elaborado um protocolo para preenchimento quanto ao padrão visual, denominado: Onda

da Área Glótica: Protocolo para análise do parâmetro qualitativo. Este protocolo encontra-se disponível na internet por meio do link <http://goo.gl/tEw29q>, e as imagens laríngeas apresentadas no Anexo B (Onda da Área Glótica: Protocolo para análise do parâmetro qualitativo).

O protocolo é composto por um total de 54 imagens de ondas da área glótica extraídos da análise realizada a partir dos vídeos laríngeos de sujeitos normais. As imagens das ondas da área glótica foram obtidas pela análise dos vídeos laríngeos utilizando o software *LAST*, sendo selecionados 200 quadros, o que permitiu visualização satisfatória das ondas. Sua composição envolve as 45 imagens das ondas da área glótica que compuseram a amostra, sendo acrescida de 20% de imagens repetidas, ordenadas de forma aleatória. Apenas uma resposta é permitida por meio de um clique na alternativa escolhida. As alternativas possíveis são baseadas na classificação de Titze, em que se classifica os sinais como sendo do tipo 1, do tipo 2 ou do tipo 3.

O link de acesso ao protocolo foi enviado a três engenheiros e três fonoaudiólogos, que foram selecionados para contribuir com o estudo na função de juízes, classificando as imagens das ondas da área glótica, não sabendo tratar-se de imagens laríngeas de sujeitos normais. Ter conhecimento na área de voz não foi critério de escolha dos juízes, apesar dos 3 fonoaudiólogos apresentarem grande experiência prévia na área. As respostas foram automaticamente enviadas ao pesquisador, tabuladas em planilha Excel.

Após preenchimento do protocolo em questão, as respostas foram organizadas e submetidas ao teste de concordância interjuízes Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI).

4.3.3. Parâmetros quantitativos: Quimografia de alta velocidade

Sabe-se que a partir da análise da quimografia é possível analisar o comportamento vibratório das pregas vocais, bem como a presença de assimetria ou irregularidades no padrão de vibração (SVEC, SCHUTTE, 2012). Tsuji, Sennes (1998) citaram a frequência fundamental, a periodicidade dos ciclos vibratórios, o fechamento

glótico, as fases e seus respectivos tempos de duração como alguns dos parâmetros característicos dos ciclos obtidos pela análise da videoquimografia.

A quimografia de alta velocidade possibilitou a análise de uma única linha a partir de uma imagem da prega vocal inteira eliminando a instabilidade que ocorria com a videoquimografia (BONILHA, DELIYSKI, 2008).

Utilizou-se o software próprio do sistema de captura das imagens (HRES) para o processamento das imagens e conversão em “.AVI”. Selecionou-se um ponto médio na imagem laríngea (figura 15) a partir do qual ocorreram as justaposições dos quadros ao longo do tempo para obtenção da imagem quimográfica (figura 16).

Figura 15. Seleção do ponto médio da prega vocal.

Para obtenção da quimografia a imagem é rotacionada 90° para direita, portanto a prega vocal direita está representada na parte superior da imagem, e consequentemente, a prega vocal esquerda, na parte inferior.

Figura 16. Imagem da quimografia de alta velocidade de sujeito normal.

Para extração dos parâmetros foi utilizado o software de pesquisa X-CAD, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq). Este algoritmo extrai os seguintes parâmetros em milissegundos (Figura 17):

- fase fechada (FF)
- fase de abertura (Fa)
- fase de fechamento (Ff)
- fase aberta (FA)
- período total do ciclo vibratório (PTCV)

Figura 17. Quimografia de alta velocidade exemplificando as fases do ciclo vibratório das pregas vocais. FF= fase fechada; Fa=fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório.

Além disso foram calculados os seguintes coeficientes propostos por Hirano et al, (1975):

- CF- coeficiente de fechamento, representado pela relação entre FF e PTCV:

$$CF = \frac{FF}{PTCV}$$

- CA- coeficiente de abertura, representado pela relação entre FA e PTCV:

$$CA = \frac{FA}{PTCV}$$

- CV – coeficiente de velocidade, representado pela relação entre Fa e Ff:

$$CV = \frac{Fa}{Ff}$$

Neste estudo foi analisada uma sequência de 10 ciclos glóticos para a obtenção dos parâmetros quantitativos das ondas da área glótica. A figura 18 representa um exemplo da obtenção dos parâmetros da quimografia de alta velocidade de 10 ciclos vibratórios de um sujeito normal do gênero masculino.

Figura 18. Análise da quimografia de alta velocidade dos parâmetros de 10 ciclos glóticos de sujeito normal.

Os parâmetros numéricos das quimografias de alta velocidade foram organizados e submetidos à análise estatística (média e desvio padrão).

4.3.4. Parâmetros qualitativos: Quimografia de alta velocidade

Conforme foi relatado na análise dos parâmetros qualitativos das ondas da área glótica, o mesmo propósito se aplica à análise dos parâmetros qualitativos da quimografia de alta velocidade. Neste estudo observar o padrão visual da vibração das pregas vocais não incide sobre um objetivo diagnóstico, e sim, obter um parâmetro para auxiliar na distinção entre normalidade ou presença de patologia de forma rápida e eficiente. A análise visual de quimografias de alta velocidade compete aos médicos otorrinolaringologistas, cuja habilidade aliada ao uso de sistemas categorizados, permite detectar sinais sugestivos para diagnosticar patologias mesmo durante a captação das imagens.

Para esta análise visual foi considerada a descrição proposta por Hirano, Bless (1997) sobre simetria.

“A simetria baseia-se no grau em que duas pregas vocais fornecem imagens idênticas uma da outra durante a vibração” (HIRANO, BLESS, 1997).

A presença de simetria é observada na igualdade dos tempos de abertura e fechamento das pregas vocais, e também no fechamento ou extensão da excursão látero-medial no decorrer da vibração. Na ocorrência de assimetria, os autores propuseram caracterizar sobre a alteração: na amplitude e ou fase, e descrever o lado da alteração (prega vocal direita ou esquerda).

Na figura 19 há exemplos de simetria e assimetria. No esboço, o traçado superior representa o padrão vibratório da prega vocal esquerda, e o inferior, da prega vocal direita. O esboço A representa um movimento simétrico. O B, assimetria em amplitude, sendo o movimento da prega vocal direita menor que da esquerda. O esboço C apresenta assimetria na fase e o D, assimetria em amplitude e fase (HIRANO, BLESS, 1997).

Figura 19. Modelo de simetria e assimetria no padrão vibratório das pregas vocais (HIRANO, BLESS, 1997).

A partir deste critério um protocolo (Quimografia de Alta Velocidade: Protocolo para análise do parâmetro qualitativo) foi especialmente elaborado para preenchimento quanto ao padrão visual das quimografias de alta velocidade. O link de acesso ao protocolo foi enviado a dois juízes médicos otorrinolaringologistas, que classificaram 54 imagens de quimografias de alta velocidade, sendo 45 dos vídeos analisados acrescidos de 20% de repetição dispostos de maneira aleatória. As imagens das quimografias de alta velocidade foram extraídas do programa HResEndoCam. Uma visualização satisfatória foi obtida em 500 quadros da quimografia de alta velocidade de cada vídeo analisado. Em seguida, as imagens foram convertidas em .jpg. Neste protocolo, as alternativas foram divididas em amplitude (simétrico, assimétrico com menor movimento

de prega vocal direita, ou assimétrico com menor movimento de prega vocal esquerda) e fase (simétrico ou assimétrico), sendo permitida apenas uma resposta para cada, que foram automaticamente enviadas ao pesquisador. O protocolo para análise dos parâmetros qualitativos das quimografias de alta velocidade encontra-se disponível na internet (<http://goo.gl/UHynnR>), e também representadas no Anexo C (Quimografia de alta velocidade: Protocolo para análise de parâmetro qualitativo).

As respostas foram organizadas e submetidas ao teste de concordância interjuízes Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI).

Figura 20. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (masculino).

Figura 21. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito normal (feminino).

Figura 22. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com pólipos laríngeos.

Figura 23. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com sulco vocal.

Figura 24. Padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeito com fibrose cicatricial.

Nas figuras 20 e 21 é possível observar a presença de simetria no padrão vibratório das pregas vocais dos sujeitos normais. Visualmente os tempos de abertura e fechamento de ambas as pregas vocais são iguais, o que caracteriza a simetria descrita por Hirano, Bless, 1997. Ao contrário, na figura 22 é difícil visualizar a abertura das

pregas vocais devido à presença do pólipso e na figura 23 não há fechamento glótico, uma vez que é evidente o distanciamento entre as pregas vocais. No caso do sujeito com fibrose cicatricial (figura 24) a assimetria ocorre devido à diferença de fases entre as pregas vocais.

Semelhante à análise do parâmetro anterior, um protocolo (Quimografia de Alta Velocidade: Protocolo para análise do parâmetro qualitativo) foi especialmente elaborado para preenchimento quanto ao padrão visual das quimografias de alta velocidade. O link de acesso ao protocolo foi enviado a dois juízes médicos otorrinolaringologistas, que classificaram 54 imagens de quimografias de alta velocidade, sendo 45 dos vídeos analisados acrescidos de 20% de repetição dispostos de maneira aleatória. As imagens das quimografias de alta velocidade foram extraídas do programa HResEndoCam. Uma visualização satisfatória foi obtida em 500 quadros da quimografia de alta velocidade de cada vídeo analisado. Em seguida, as imagens foram convertidas em .jpg. Neste protocolo, as alternativas foram divididas em amplitude (simétrico, assimétrico com menor movimento de prega vocal direita, ou assimétrico com menor movimento de prega vocal esquerda) e fase (simétrico ou assimétrico), sendo permitida apenas uma resposta para cada, que foram automaticamente enviadas ao pesquisador. O protocolo para análise dos parâmetros qualitativos das quimografias de alta velocidade encontra-se disponível na internet (Protocolo para análise de parâmetro qualitativo: <http://goo.gl/RvrzUZ>).

As respostas foram organizadas e submetidas ao teste de concordância intra e interjuízes Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI).

4.4. Análise estatística

Os parâmetros quantitativos (numéricos) referentes à análise das ondas da área glótica e das quimografias de alta velocidade foram organizados e tratados estatisticamente (média e desvio padrão).

Os dados numéricos que passaram no teste de normalidade e de variância equivalente foram submetidos ao teste paramétrico de comparação entre duas amostras relacionadas Teste T- Student, com nível de significância de 0,05.

Os dados que não passaram no teste de normalidade e de variância equivalente foram submetidos ao teste não-paramétrico *Mann-Whitney*, também com nível de significância 0,05.

Os parâmetros qualitativos (padrão visual) das ondas da área glótica e das quimografias de alta velocidade foram organizados e submetidos à análise de concordância intra e interjuízes por meio do Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) (Relatórios das análises estatísticas - Anexo D), cuja classificação segue abaixo:

CCI inferior a 0,4 representa concordância fraca.

CCI entre 0,4 e 0,75 representa concordância boa

CCI acima de 0,75 representa reprodutibilidade excelente

Nos intervalos de confiança em que o zero não está contido nele, conclui-se que existem significativas diferenças estatísticas com relação às taxas médias dos juízes. Caso contrário, não existe tal diferença para um nível de significância nominal de 5%.

Ao final, foi realizada confirmação das análises por meio do método Cohen's Kappa.

5. RESULTADOS

A respeito da caracterização da amostra dos sujeitos normais foi possível observar a presença de diferença estatisticamente significativa na comparação das vozes femininas e masculinas quanto à frequência fundamental ($p \leq 0.001$). Ao contrário, não houve diferença significativa quanto à intensidade entre os gêneros ($p=0.110$) como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Frequência fundamental e intensidade vocal dos sujeitos normais.

Parâmetros	f0 (Hz)		Intensidade (dB)	
	Fem	Masc	Fem	Masc
M	217.8	131.6	71.30	77.89
DP	33.4	26.0	11.97	15.31

f0= frequência fundamental; M= média; DP= desvio padrão; Fem= feminino; Masc= masculino

5.1. Parâmetros quantitativos - Ondas da área glótica

Os parâmetros numéricos das ondas da área glótica analisados neste estudo foram: *fase fechada (FF)*, *fase de abertura (Fa)*, *fase de fechamento (Ff)*, *fase aberta (FA)*, *período total do ciclo vibratório (PTCV)*.

Tabela 3. Duração das fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero feminino (ms).

Parâmetros	Fase fechada	Fase de abertura	Fase de fechamento	Fase aberta	PTCV
M	0.83	2.43	2.08	6.15	6.98
DP	0.66	0.78	0.46	2.89	2.64
Mín	0.27	1.24	1.14	2.65	4.74
Máx	2.47	3.93	3.08	16.76	17.67

M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo; ms= milissegundos.

Tabela 4. Duração das fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero masculino (ms).

Parâmetros	Fase fechada	Fase de abertura	Fase de fechamento	Fase aberta	PTCV
M	2.47	2.95	2.53	6.18	8.65
DP	1.38	0.92	0.85	1.88	1.45
Mín	0.33	1.44	1.37	3.20	6.12
Máx	4.90	4.26	4.17	9.45	10.65

M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo, ms=milissegundos.

Ondas da área glótica - Fase fechada (FF)

No histograma de distribuição dos tempos de duração da fase fechada das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino observa-se o valor médio de duração da fase fechada do ciclo glótico feminino de 0.83 milissegundos.

Gráfico 1. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.

FF (feminino)(ms)	
M	0.83
DP	0.66
Mín	0.27
Máx	2.47

Tabela 5. Valores dos tempos de fase fechada das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms=milissegundos.

É possível observar uma distribuição com média de 2.47 milissegundos no histograma de distribuição dos tempos de duração da fase fechada das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

Gráfico 2. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

FF (masculino)(ms)	
M	2.47
DP	1.38
Mín	0.33
Máx	4.90

Tabela 6. Valores dos tempos de fase fechada das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Ondas da área glótica - Fase de abertura (Fa)

Em se tratando da fase de abertura verificou-se a média de 2.43 milissegundos na análise de sujeitos normais do gênero feminino (Tabela 7).

Gráfico 3. Distribuição dos tempos de fase de abertura (Fa) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.

Fa (feminino)(ms)	
M	2.43
DP	0.78
Mín	1.24
Máx	3.93

Tabela 7. Valores dos tempos de fase de abertura das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. Fa= fase de abertura, M=média, DP = desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms=milissegundos.

A tabela 8 apresenta o valor médio de 2.95 milissegundos de tempo de duração da fase de abertura do ciclo vibratório de sujeitos normais do gênero masculino.

Gráfico 4. Distribuição dos tempos de fase de abertura (Fa) das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

Fa (masculino)(ms)	
M	2.95
DP	0.92
Mín	1.44
Máx	4.26

Tabela 8. Valores dos tempos de fase de abertura das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. Fa= fase de abertura, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Ondas da área glótica - Fase de fechamento (Ff)

A partir das informações apresentadas na Tabela 9, verificou-se a média de 2.08 milissegundos de tempo de duração da fase de fechamento do ciclo vibratório feminino.

Gráfico 5. Distribuição dos tempos de fase de fechamento (Ff) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.

Ff (feminino)(ms)	
M	2.08
DP	0.46
Mín	1.14
Máx	3.08

Tabela 9. Valores dos tempos de fase de fechamento das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

O tempo médio de duração da fase de fechamento do ciclo vibratório de sujeitos normais do gênero masculino foi de 2.53 milissegundos, conforme apresentado na tabela 10.

Gráfico 6. Distribuição dos tempos de fase de fechamento (Ff) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

Ff (masculino)(ms)	
M	2.53
DP	0.85
Mín	1.37
Máx	4.17

Tabela 10. Valores dos tempos de fase de fechamento das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Ondas da área glótica - Fase aberta (FA)

Quanto ao tempo de duração da fase aberta (tabela 11) do ciclo vibratório nos sujeitos normais do gênero feminino, observou-se a duração média de 6.15 milissegundos.

Gráfico 7. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.

FA (feminino)(ms)	
M	6.15
DP	2.89
Mín	2.65
Máx	16.76

Tabela 11. Valores dos tempos de fase aberta das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Na análise da duração da fase aberta do ciclo vibratório dos sujeitos normais do gênero masculino observou-se uma média de 6.18 milissegundos, conforme apresentado na tabela 12.

Gráfico 8. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

FA (masculino)(ms)	
M	6.18
DP	1.88
Mín	3.20
Máx	9.45

Tabela 12. Valores dos tempos de fase aberta das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Ondas da área glótica – Período Total do Ciclo Vibratório (PTCV)

Os valores médios de duração do período total do ciclo vibratório de 6.98 e 8.65 milissegundos foram encontrados na análise das ondas da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino e masculino, respectivamente.

Gráfico 9. Distribuição do período total do ciclo vibratório da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero feminino.

Gráfico 10. Distribuição do período total do ciclo vibratório da onda da área glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

Comparação dos tempos das fases das Ondas da Área Glótica entre os gêneros

Na comparação dos ciclos vibratórios das pregas vocais das Ondas da Área Glótica de sujeitos dos gêneros feminino e masculino, é possível observar importante diferença no tempo de duração da fase fechada, com diferença estatisticamente significativa (valor de $p \leq 0.001$), assim como na duração da fase de abertura (valor de $p = 0.047$) e no período total do ciclo vibratório das pregas vocais (valor de $p \leq 0.001$). Estes resultados estão disponíveis na Tabela 15.

Tabela 15. Comparação dos tempos das fases das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino (ms).

Parâmetros	Fase fechada		Fase de abertura		Fase de fechamento		Fase aberta		PTCV	
	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc
M	0.83	2.47	2.43	2.95	2.08	2.53	6.15	6.18	6.98	8.65
DP	0.66	1.38	0.78	0.92	0.46	0.85	2.89	1.88	2.64	1.45
Mín	0.27	0.33	1.24	1.44	1.14	1.37	2.65	3.20	4.74	6.12
Máx	2.47	4.90	3.93	4.26	3.08	4.17	16.76	9.45	17.67	10.65
Valor de p	p≤0.001		p=0.047		p=0.093		p=0.462		p≤0.001	
M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo, Fem=feminino, Masc=masculino, ms= milissegundos.										

As fases do ciclo vibratório das pregas vocais de sujeitos normais são apresentadas de acordo com os gêneros feminino (tabela 16 e gráfico 11) e masculino (tabela 17 e gráfico 12).

Tabela 16. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Min= mínimo; Q1=quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).

	FF	Fa	Ff	FA	PTCV
Min	0.27	1.24	1.14	2.65	4.74
Q1	0.3525	1.825	1.8775	4.1575	5.47
Mediana	0.555	2.45	2.065	5.98	6.34
Q3	1.0075	2.965	2.35	6.785	7.445
Max	2.47	3.93	3.08	16.76	17.67

Gráfico 11. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).

Tabela 17. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Min= mínimo; Q1=quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).

	FF	Fa	Ff	FA	PTCV
Min	0.33	1.44	1.37	3.2	6.12
Q1	1.72	2.22	2.01	4.815	7.345
Median	2.44	3.23	2.27	6.18	9.32
Q3	3.495	3.615	3.01	7.32	9.885
Max	4.9	4.26	4.17	9.45	10.65

Gráfico 12. Fases do ciclo vibratório das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).

Ondas da área glótica- Coeficientes

Os coeficientes de fechamento, de abertura e de velocidade foram calculados a partir da análise das Ondas da área glótica de sujeitos normais (tabelas 18 e 19).

Tabela 18. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero feminino.

Parâmetros	CF	CA	CV
M	0.14	0.85	1.16
DP	0.13	0.13	0.25
Mín	0.02	0.51	0.65
Máx	0.48	0.97	1.66

CF= coeficiente de fechamento, CA= coeficiente de abertura, CV= coeficiente de velocidade, M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo.

Tabela 19. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais do gênero masculino.

Parâmetros	CF	CA	CV
M	0.29	0.70	1.19
DP	0.16	0.16	0.31
Mín	0.03	0.47	0.85
Máx	0.52	0.96	1.72

CF= coeficiente de fechamento, CA= coeficiente de abertura, CV= coeficiente de velocidade, M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo.

Comparação dos coeficientes das Ondas da área glótica entre os gêneros.

Tabela 20. Comparação dos valores dos coeficientes das Ondas da Área Glótica dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino.

Parâmetros	CF		CA		CV	
	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc
M	0.14	0.29	0.85	0.70	1.16	1.19
DP	0.13	0.16	0.13	0.16	0.25	0.31
Mín	0.02	0.03	0.51	0.47	0.65	0.85
Máx	0.48	0.52	0.97	0.96	1.66	1.72
Valor de p	p=0.004		p=0.004		p=0.827	

CF= coeficiente de fechamento, CA= coeficiente de abertura, CV= coeficiente de velocidade, M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo.

Foram observadas diferenças estatisticamente significantes na comparação dos coeficientes de fechamento e de abertura (valor de $p=0.004$) das ondas da área glótica de sujeitos normais entre gêneros (Tabela 20).

Os gráficos 13, 14 e 15 representam a análise comparativa dos coeficientes de fechamento, de abertura e de velocidade das ondas da área glótica de sujeitos normais, entre os gêneros feminino e masculino.

Gráfico 13. Comparação dos coeficientes de fechamento das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.

Gráfico 14. Comparação dos coeficientes de abertura das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.

Gráfico 15. Comparação dos coeficientes de velocidade das Ondas da Área Glótica de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.

5.2. Parâmetros qualitativos- Ondas da área glótica

Titze (1994) propôs a classificação para sinais acústicos como tipos 1, 2 ou 3, de acordo com características quanto à periodicidade do sinal acústico, conforme descrito:

- Sinal tipo 1: Não há modificações qualitativas no sinal. O sinal *quasiperiódico* também é considerado sinal tipo 1.
- Sinal tipo 2: Há presença de mudança qualitativa (bifurcações) e não há traçado da frequência fundamental única.
- Sinal tipo 3: O sinal não apresenta estrutura periódica aparente

No presente estudo esta referência foi considerada para classificar as ondas da área glótica dos sujeitos da pesquisa.

Gráfico 16. Distribuição dos parâmetros qualitativos das Ondas da área glótica (classificação de Titze ,1994).

Os resultados da análise total dos parâmetros qualitativos das ondas da área glótica por meio da visualização do padrão vibratório apresentaram 73% de sinal do tipo 1 e 26% do sinal tipo 2. O sinal tipo 3 foi obtido em 1% das imagens analisadas.

Gráfico 17. Classificação dos parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica realizada pelos juízes engenheiros.

Gráfico 18. Classificação dos parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica realizada pelos juízes fonoaudiólogos.

A análise estatística revelou o Coeficiente de Correlação IntraClasse CCI= 0.655 entre os juízes engenheiros e os juízes fonoaudiólogos, o que representa a existência de boa reprodutibilidade entre as respostas na classificação dos parâmetros qualitativos das ondas da área glótica entre os avaliadores. Em seguida apresentam-se as correlações intraclasse dos juízes participantes do estudo.

Tabela 21. Parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica: Teste de confiabilidade entre os juízes-engenheiros, com valores do intervalo de confiança do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI)

Juízes- Engenheiros		
A e B	A e C	B e C
p-valor= 0.0485	p-valor= 9.47e-05	p-valor= 0.000292
CCI= 0.3	CCI= 0.456	CCI= 0.621
CCI [-0.048:0.574]	CCI [0.209: 0.654]	CCI [0.306: 0.795]
Confiabilidade fraca	Confiabilidade moderada	Confiabilidade moderada

Tabela 22. Parâmetros qualitativos das Ondas da Área Glótica: Teste de confiabilidade entre os juízes-fonoaudiólogos, com valores do intervalo de confiança do Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI).

Juízes- Fonoaudiólogos		
D e F	E e F	D e E
p-valor= 0.00722	p-valor= 0.0374	p-valor= 0.000695
CCI= 0.235	CCI= 0.29	CCI= 0.45
CCI [0.04: 0.442]	CCI [- 0.027: 0.551]	CCI [0.186: 0.654]
Confiabilidade fraca	Confiabilidade fraca	Confiabilidade moderada

5.3. Parâmetros quantitativos - Quimografia de alta velocidade

Para analisar quantitativamente a quimografia de alta velocidade foram considerados os seguintes parâmetros numéricos: *fase fechada (FF)*, *fase de abertura (Fa)*, *fase de fechamento (Ff)*, *fase aberta (FA)*, *período total do ciclo vibratório*, dado pela soma das fases aberta e fechada (**PTCV**).

Os parâmetros numéricos da quimografia de alta velocidade (FF, Fa, Ff, FA e PTCV) e os valores mínimos e máximos de cada fase do ciclo vibratório de sujeitos normais são apresentados nas tabelas seguintes, separados de acordo com o gênero.

Tabela 23. Duração dos tempos das fases do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino (ms).

Parâmetros	FF	Fa	Ff	FA	PTCV
M	1.75	1.47	1.51	2.91	4.67
DP	0.38	0.24	0.36	0.43	0.54
Mín	0.85	1.02	0.83	1.94	2.79
Máx	2.59	1.86	2.38	3.69	5.77

M= média; DP= desvio padrão; Mín=mínimo; Máx=máximo; FF=fase fechada; Fa=fase de abertura; Ff=fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório, ms= milissegundos.

Tabela 24. Duração dos tempos das fases do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino (ms).

Parâmetros	FF	Fa	Ff	FA	PTCV
M	3.32	2.32	2.22	4.56	7.89
DP	0.75	0.57	0.72	1.08	1.59
Mín	2.34	1.34	1.02	2.81	5.59
Máx	4.98	3.74	4.31	6.95	11.52

M= média; DP= desvio padrão; Mín=mínimo; Máx=máximo; FF=fase fechada; Fa=fase de abertura; Ff=fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório, ms= milissegundos.

Quimografia de alta velocidade - Fase fechada (FF)

No gráfico 19 pode-se observar o histograma de distribuição dos tempos de duração da fase fechada da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. A média obtida da duração da fase fechada da quimografia de alta velocidade em sujeitos do gênero feminino foi de 1.75 milissegundos (Tabela 25).

Gráfico 19. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.

FF (feminino)(ms)	
M	1.75
DP	0.38
Mín	0.85
Máx	2.59

Tabela 25. Valores dos tempos de fase fechada da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Foi observado valor médio de 3.32 milissegundos de duração da fase fechada da quimografia de alta velocidade no gênero masculino (Tabela 26).

Gráfico 20. Distribuição dos tempos de fase fechada (FF) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.

FF (masculino)(ms)	
M	3.32
DP	0.75
Mín	2.34
Máx	4.98

Tabela 26. Valores dos tempos de fase fechada da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. FF= fase fechada, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Quimografia de alta velocidade - Fase de abertura (Fa)

O valor médio de 1.47 milissegundos de tempo de fase de abertura da quimografia de alta velocidade foi encontrado na análise do ciclo vibratório dos sujeitos normais do gênero feminino, conforme apresentado na tabela 27.

Gráfico 21. Distribuição dos tempos de abertura (Fa) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.

Fa (feminino)(ms)	
M	1.47
DP	0.24
Mín	1.02
Máx	1.86

Tabela 27. Valores dos tempos de fase de abertura da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. Fa= fase de abertura, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Na análise das quimografias de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero masculino observou-se valor superior de tempo de abertura em relação ao gênero feminino (Tabela 28).

Gráfico 22. Distribuição dos tempos de abertura (Fa) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.

Fa (masculino)(ms)	
M	2.32
DP	0.57
Mín	1.34
Máx	3.74

Tabela 28. Valores dos tempos de fase de abertura da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. Fa= fase de abertura, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Quimografia de alta velocidade - Fase de fechamento (Ff)

Em relação ao tempo de duração da fase de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino observou-se uma média de 1.51 milissegundos (tabela 29).

Gráfico 23. Distribuição dos tempos de fechamento (Ff) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.

Ff (feminino)(ms)	
M	1.51
DP	0.36
Mín	0.83
Máx	2.38

Tabela 29. Valores dos tempos de fase de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Na análise do tempo da fase de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino obteve-se uma média com valor superior ao encontrado no gênero feminino, conforme descrito na tabela 30.

Gráfico 24. Distribuição dos tempos de fechamento (Ff) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.

Ff (masculino)(ms)	
M	2.22
DP	0.72
Mín	1.02
Máx	4.31

Tabela 30. Valores dos tempos de fase de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. Ff= fase de fechamento, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Quimografia de alta velocidade - Fase aberta (FA)

A média de 2.91 milissegundos foi observado quanto ao tempo de fase aberta nos ciclos vibratórios das pregas vocais das quimografias de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino (Tabela 31).

Gráfico 25. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.

FA (feminino)(ms)	
M	2.91
DP	0.43
Mín	1.94
Máx	3.69

Tabela 31. Valores dos tempos de fase aberta da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Foi obtida a média de 4.56 milissegundos na duração da fase aberta da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino, de acordo com a tabela 32, valor superior à média obtida no gênero feminino.

Gráfico 26. Distribuição dos tempos de fase aberta (FA) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.

FA (masculino)(ms)	
M	4.56
DP	1.08
Mín	2.81
Máx	6.95

Tabela 32. Valores dos tempos de fase aberta da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. FA= fase aberta, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Quimografia de alta velocidade - Período total do ciclo vibratório (PTCV)

Observa-se valor médio de 4.67 milissegundos encontrado a partir da mensuração do ciclo vibratório de sujeitos normais do gênero feminino (Tabela 33).

Gráfico 27. Distribuição dos tempos do período total do ciclo vibratório (PTCV) da quimografia de sujeitos normais do gênero feminino.

A média de duração do período total do ciclo vibratório dos sujeitos normais do gênero masculino obtida foi de 7.89 milissegundos (tabela 34).

Gráfico 28. Distribuição dos tempos do período total do ciclo vibratório (PTCV) da quimografia de sujeitos normais do gênero masculino.

PTCV (feminino)(ms)	
M	4.67
DP	0.54
Mín	2.79
Máx	5.77

Tabela 33. Valores dos tempos do período total do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino. PTCV= período total do ciclo vibratório, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

PTCV (masculino)(ms)	
M	7.89
DP	1.59
Mín	5.59
Máx	11.52

Tabela 34. Valores dos tempos do período total do ciclo vibratório da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino. PTCV= período total do ciclo vibratório, M= média, DP= desvio padrão, Mín=mínimo, Máx=máximo, ms= milissegundos.

Comparação dos tempos das fases das Quimografias de Alta Velocidade entre os gêneros

Foram observadas diferenças estatísticas nos tempos de duração de todas as fases do ciclo vibratório das pregas vocais entre os gêneros feminino e masculino, utilizando a Quimografia de Alta Velocidade dos sujeitos normais, com valor de $p \leq 0.001$ na comparação das fases fechada, de abertura, de fechamento, aberta e do período total do ciclo vibratório (Tabela 35).

Tabela 35. Comparação dos tempos das fases das Quimografia de Alta Velocidade dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino (ms).

Parâmetros	Fase fechada		Fase de abertura		Fase de fechamento		Fase aberta		PTCV	
	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc
M	1.75	3.32	1.47	2.32	1.51	2.22	2.91	4.56	4.67	7.89
DP	0.38	0.75	0.24	0.57	0.36	0.72	0.43	1.08	0.54	1.59
Mín	0.85	2.34	1.02	1.34	0.83	1.02	1.94	2.81	2.79	5.59
Máx	2.59	4.98	1.86	3.74	2.38	4.31	3.69	6.95	5.77	11.52
Valor de p	p≤0.001		p≤0.001		p≤0.001		p≤0.001		p≤0.001	
M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo, Fem=feminino, Masc=masculino, ms= milissegundos.										

Os tempos das fases do ciclo vibratório das pregas vocais a partir da análise da quimografia de alta velocidade são apresentados de acordo com os gêneros feminino (tabela 36 e gráfico 29) e masculino (tabela 37 e gráfico 30).

Tabela 36. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Mín= mínimo; Q1= quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).

	FF	Fa	Ff	FA	PTCV
Min	0.85	1.02	0.83	1.94	2.79
Q1	1.5825	1.305	1.275	2.5875	4.4225
Mediana	1.805	1.45	1.475	2.965	4.73
Q3	1.9475	1.6575	1.665	3.1775	4.9025
Max	2.59	1.86	2.38	3.69	5.77

Gráfico 29. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero feminino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).

Tabela 37. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório; Mín= mínimo; Q1= quartil1; Q3= quartil 3; Max= máximo).

	FF	Fa	Ff	FA	PTCV
Min	2.34	1.34	1.02	2.81	5.59
Q1	2.7	1.94	1.875	3.96	6.67
Median	3.24	2.36	2.02	4.31	7.77
Q3	3.815	2.48	2.6	5.155	8.87
Max	4.98	3.74	4.31	6.95	11.52

Gráfico 30. Fases do ciclo vibratório da Quimografia de alta velocidade dos sujeitos normais do gênero masculino (FF= fase fechada; Fa= fase de abertura; Ff= fase de fechamento; FA= fase aberta; PTCV= período total do ciclo vibratório).

Quimografia de alta velocidade – Coeficientes

Além dos tempos de fases apresentados, foram calculados os coeficientes: de fechamento (CF), de abertura (CA) e de velocidade CV) a partir da análise da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais.

Tabela 38. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero feminino.

Parâmetros	CF	CA	CV
M	0.37	0.62	1.02
DP	0.06	0.06	0.26
Mín	0.25	0.50	0.53
Máx	0.54	0.74	1.78
CF= coeficiente de fechamento, CA= coeficiente de abertura, CV= coeficiente de velocidade, M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo.			

Tabela 39. Valores médios (M), desvios-padrão (DP), mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos coeficientes extraídos da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais do gênero masculino.

Parâmetros	CF	CA	CV
M	0.42	0.57	1.12
DP	0.05	0.05	0.42
Mín	0.34	0.44	0.61
Máx	0.55	0.65	2.18
CF= coeficiente de fechamento, CA= coeficiente de abertura, CV= coeficiente de velocidade, M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo.			

Comparação dos coeficientes das Quimografias de Alta Velocidade entre os gêneros

Diferenças estatísticas foram observadas na comparação dos coeficientes de fechamento ($p=0.013$) e de abertura ($p=0.013$) entre os gêneros.

Tabela 40. Comparação dos valores dos coeficientes da Quimografia de Alta Velocidade dos sujeitos normais entre os gêneros feminino e masculino.

Parâmetros	CF		CA		CV	
	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc
M	0.37	0.42	0.62	0.57	1.02	1.12
DP	0.06	0.05	0.06	0.05	0.26	0.42
Mín	0.25	0.34	0.50	0.44	0.53	0.61
Máx	0.54	0.55	0.74	0.65	1.78	2.18
Valor de p	p=0.013		p=0.013		p=0.756	
CF= coeficiente de fechamento, CA= coeficiente de abertura, CV= coeficiente de velocidade, M= média, DP= desvio padrão, Mín= mínimo, Máx= máximo.						

Os gráficos a seguir representam a análise comparativa dos coeficientes de fechamento, de abertura e de velocidade das quimografias de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros.

Gráfico 31. Comparação dos coeficientes de fechamento da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.

Gráfico 32. Comparação dos coeficientes de abertura da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.

Gráfico 33. Comparação dos coeficientes de velocidade da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais, entre os gêneros masculino e feminino.

5.4. Parâmetros qualitativos- Quimografia de alta velocidade

Quanto à análise dos parâmetros qualitativos da quimografia de alta velocidade foi considerada a presença de simetria ou assimetria, de acordo com a definição de Hirano, Bless, (1997). Neste estudo a classificação foi dividida em amplitude (simétrico, assimétrico com menor movimento de prega vocal direita, ou assimétrico com menor movimento de prega vocal esquerda) e fase (simétrico ou assimétrico).

Os resultados obtidos por meio da análise visual do padrão vibratório das pregas vocais da quimografia de alta velocidade apresentaram 59% de simetria quanto à amplitude e 30% de assimetria com menor movimento da prega vocal direita. Assimetria com menor movimento de prega vocal esquerda foi observada em 11% das quimografias de alta velocidade analisadas.

Gráfico 34. Distribuição dos parâmetros qualitativos (amplitude) da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais.

Gráfico 35. Classificação dos parâmetros qualitativos da Quimografia de Alta Velocidade (amplitude) realizada pelos médicos otorrinolaringologistas.

A análise estatística dos parâmetros qualitativos da quimografia de alta velocidade apresentou CCI= 0.451 para amplitude, e CCI= 0.394 para fase, ambos representando boa reprodutibilidade entre os juízes (Tabelas 41 e 24).

Tabela 41. Parâmetros qualitativos (amplitude) da Quimografia de Alta Velocidade: Teste de confiabilidade entre os juízes-médicos otorrinolaringologistas.

Amplitude	Juízes G e H
	p-valor= 0.000296
	CCI= 0.451
	Intervalo de confiança CCI [0.209: 0.65]
	Boa reprodutibilidade

Quanto à análise da fase do padrão visual da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais observou-se presença de simetria de fase em 46% dos vídeos analisados, e assimetria em 54%.

Gráfico 36. Distribuição dos parâmetros qualitativos (fase) da quimografia de alta velocidade de sujeitos normais.

Gráfico 37. Classificação dos parâmetros qualitativos (fase) da Quimografia de Alta Velocidade de acordo com a classificação realizada pelos juízes (médicos otorrinolaringologistas).

Tabela 42. Parâmetros qualitativos (fase) da Quimografia de Alta Velocidade: Teste de confiabilidade entre os juízes-médicos otorrinolaringologistas.

Fase	Juízes G e H
	p-valor= 0.00138
	CCI= 0.394
	Intervalo de confiança CCI [0.145: 0.597]
	Boa reprodutibilidade

6. DISCUSSÃO

Com a crescente contribuição da Videolaringoscopia de Alta Velocidade na captação de imagens laríngeas e sua utilização para diagnóstico de patologias vocais, tornou-se iminente a necessidade de se obter parâmetros de referência da normalidade por meio dessa atual métrica. Deliyski et al (2008) mencionaram a não efetividade no uso clínico da videolaringoscopia de alta velocidade devido ao tempo prolongado necessário para analisar as imagens, comprometimento da avaliação pela presença de artefatos como movimentação do endoscópio e reflexos de luz durante a coleta das imagens, a necessidade de ferramentas específicas para extração de dados e principalmente a falta de normatização dos padrões de referência.

A partir dessa problemática, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de obter parâmetros numéricos e qualitativos por meio da segmentação das ondas da área glótica e da quimografia de alta velocidade do padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos normais utilizando a videolaringoscopia de alta velocidade.

Na caracterização da amostra dos vídeos de sujeitos normais, foram encontrados valores médios de frequência fundamental para vozes femininas de 217.8 Hz e para vozes masculinas, 131.6Hz. Em estudo comparativo entre vozes roucas, ásperas e normais obtidas pela análise acústica espectrográfica Pontes et al (2002) encontraram o valor médio de 219,6Hz para vozes femininas normais e 122 Hz para vozes masculinas normais, valores semelhantes aos achados no presente estudo. Tais resultados corroboram também com os achados normatização de medidas acústicas em normais realizada por Felipe et al (2006) utilizando o programa CSL- 4300 da Kay-Elementrics, que relataram a média de 207 Hz para vozes femininas e 119Hz para vozes masculinas, com diferença estatística entre gêneros.

Quanto à intensidade na emissão oral foram obtidos os valores médios de 71.30 dB e 77.89dB para as vozes femininas e masculina respectivamente, achados superiores ao dos estudo de Koishi et al (2003) obtiveram a média de 63,45 dB para intensidade vocal na emissão habitual de 58 sujeitos de ambos os gêneros.

As técnicas de análise de imagens laríngeas, segmentação das ondas da área glótica e quimografia de alta velocidade foram aplicadas considerando-se os tempos das

fases do ciclo vibratório das pregas vocais. Um ciclo vibratório das pregas vocais é composto por quatro etapas, sendo denominadas de fases: aberta, de fechamento, de abertura e fechada. (HIRANO, BLESS, 1997; BEHLAU, AZEVEDO, MADAZIO, 2001). Os mesmos autores citaram que, durante a sucessão dos ciclos glóticos ocorrem modificações passíveis de mensuração, e foram estes os parâmetros numéricos considerados para esta pesquisa.

Parâmetros quantitativos das Ondas da Área Glótica

A partir da análise dos parâmetros numéricos das ondas da área glótica dos sujeitos normais do gênero feminino, observou-se que os tempos de duração de todas as fases do ciclo glótico obtidos neste estudo foram menores em relação ao estudo comparativo entre mulheres com e sem nódulo de prega vocal desenvolvido por Baravieira (2012). Um exemplo encontrado no presente estudo foi a média de 0.83 milissegundos para a fase fechada, valor inferior ao apresentado no referido estudo em que foi relatado o valor médio de 1.47 milissegundos para o grupo controle.

Em relação ao tempo das fases de abertura e de fechamento do ciclo vibratório das pregas vocais das ondas da área glótica, foram obtidas as médias de 2.43 e 2.08 milissegundos, respectivamente, no grupo do gênero feminino. No gênero masculino foram obtidos valores semelhantes, sendo 2.95 milissegundos para a fase de abertura e 2.53 milissegundos para a fase de fechamento. Os tempos destas fases do ciclo glótico são semelhantes dentro do mesmo grupo e os resultados convergem com outros estudos relacionados às fases de abertura e de fechamento das ondas da área glótica, como por exemplo, Yan et al (2005) referiram comportamento vibratório das pregas vocais quase idênticas nas fases de abertura e de fechamento, enfatizando que, nas vozes normais a variação ciclo-a-ciclo é muito pequena. Ainda no mesmo ano, Yan, Bless e Chen (2005) reafirmaram a uniformidade na abertura e no fechamento das pregas vocais durante a fonação comparando as ondas da área glótica e o padrão vibratório das pregas vocais pelo diagrama de Nyquist.

Foi possível observar na literatura que além dos tempos de fase do ciclo vibratório, outros parâmetros numéricos foram utilizados para realizar estudos na área. Kunduk et

al (2006) desenvolveram um estudo analisando a influência da idade no tempo de início de fonação utilizando as ondas da área glótica da videolaringoscopia de alta velocidade. O resultado encontrado foi um tempo de início de fonação de 77 milissegundos, considerando o sujeito com 23 anos de idade, e de 122 milissegundos para que o mais idoso, com 78 anos atingisse 90% de abertura glótica.

Outros parâmetros numéricos das ondas da área glótica e comparadas entre gêneros são os coeficientes. Pesquisadores do Departamento de Foniatria e Audiologia Pediátrica na Alemanha desenvolveram um software para analisar os coeficientes de abertura e de fechamento a partir da análise das ondas da área glótica de adultos e crianças. Encontraram valores médios do coeficiente de abertura em adultos femininos de 0.859, e o coeficiente de fechamento de 0.352. Nos adultos masculinos os valores obtidos foram: 0.736 para coeficiente de abertura e 0.379 para de fechamento (Patel, Dubrovskiy, Dollinger, 2014). Outros parâmetros numéricos para analisar as ondas geográficas da área glótica foram apresentados por Yamauchi et al (2014), que propuseram a utilização das áreas glóticas mínima e máxima, comprimento da prega vocal, ponto médio da fase de abertura e de fechamento, com o objetivo de fornecer dados normativos geográficos e vibratórios utilizando a videolaringoscopia de alta velocidade, em sujeitos normais, de diferentes idades e gêneros.

Deliyski et al (2008) referiram valores entre 0.5 e 0.6 para o coeficiente em questão. Um estudo desenvolvido por Ahmad et al (2012) obtiveram o coeficiente de abertura de 0.7 em sujeitos idosos. Estudos recentes de Bhandari et al (2012) referiram valores médios entre 0.54 e 0.97, semelhante ao valor de coeficiente de abertura encontrado por Borh et al (2013) (coeficiente de abertura das ondas da área glótica= 0.95)

Inwald et al (2010) desenvolveram um estudo analisando o coeficiente de fechamento e obtiveram valores médios de 0.37 para o gênero feminino e 0.53 para o masculino. No presente estudo foram encontrados os valores de 0.14 para o gênero feminino e 0.29 para o masculino quanto ao coeficiente de fechamento das ondas da área glótica. Valor superior foi apresentado por Bohr et al (2013) (valor médio de 0.45 para o coeficiente de fechamento).

Os mesmos autores publicaram o valor médio do coeficiente de velocidade de 1.17, corroborando com os achados no presente estudo, que apresentou valores de coeficientes de velocidade das ondas da área glótica de 1.16 para o gênero feminino, e 1.19 para o masculino.

Os resultados numéricos obtidos a partir da análise do tempo de duração das fases do ciclo vibratório das pregas vocais das ondas da área glótica mostraram importantes diferenças na comparação entre os gêneros no presente estudo. A média encontrada do tempo de duração da fase fechada do ciclo vibratório das ondas da área glótica feminino (média= 0.83 milissegundos) foi estatisticamente inferior (valor de $p \leq 0.001$) à média do gênero masculino (média= 2.47 milissegundos) assim como no estudo desenvolvido por Tsutsumi et al (2013) com 10 sujeitos saudáveis com idade entre 18 e 45 anos, em que foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p=0,005$) na duração da fase fechada do ciclo glótico entre os gêneros.

Parâmetros Qualitativos das Ondas da Área Glótica

Na análise do parâmetro qualitativo das ondas da área glótica, foi considerado o padrão visual como critério, de acordo com a Classificação para sinais acústicos proposta por Titze (1994). Tal classificação foi utilizada em estudo desenvolvido por Ikuma, Kunduk e McWhorter (2013) em que apresentaram um modelo de análise de comportamento não harmônico das pregas vocais utilizando a videolaringoscopia de alta velocidade.

No presente estudo a grande maioria dos sinais foram classificados como tipo 1 (73%) e 26% do tipo 2, em que não há modificações qualitativas no traçado ou há presença de bifurcações, respectivamente. O sinal do tipo 3 foi encontrado em 1% das imagens laríngeas analisadas.

O aparecimento de irregularidades no padrão visual das ondas da área glótica coincide com outros achados na literatura. Yan, Damrose e Bless (2007) encontraram sinais *quasi* periódicos, indicando oscilações próximas ao periódico, tanto na análise das ondas da área glótica quanto dos sinais acústicos de sujeitos normais. Neste mesmo estudo encontraram sinais do tipo 2 com bifurcações na análise de voz de sujeitos com

disfonia por tensão muscular. Com este estudo enfatizaram a importância da combinação da análise de voz utilizando as imagens da videolaringoscopia de alta velocidade a sinais acústicos para a obtenção de resultados mais robustos.

Um estudo com 8 sujeitos normais em fonação modal e falsetto desenvolvido por Murry, Xu e Woodson (1998) concluiu que o fechamento glótico incompleto pode ser considerado como configuração glótica normal. Apesar de não ter sido realizado com a mesma técnica do presente estudo, este resultado corrobora com a presença de alterações no padrão visual da área glótica em sujeitos normais, concordando com os obtidos nesta pesquisa.

Larsson et al (2000), a partir de uma nova ferramenta desenvolvida para apresentar na mesma tela as variações na área glótica e a quimografia de alta velocidade analisaram imagens laríngeas de um sujeito do gênero masculino sem queixa vocal e um do gênero feminino com alteração vocal. Apesar do objetivo do estudo ter sido a facilidade em relacionar as informações obtidas a partir da videolaringoscopia de alta velocidade, relataram regularidade, fechamento glótico completo e simetria na quimografia de alta velocidade no padrão vibratório das pregas vocais do sujeito normal, resultados coincidentes com a grande prevalência de sinais do tipo 1 no presente estudo.

Sinais atípicos nas ondas da área glótica, tanto em magnitude quanto em simetria foram encontrados com grande prevalência em sujeitos normais, de acordo com o estudo de Deliyski et al (2008). Os autores referiram grande número de períodos de irregularidade, dados que corroboram com os resultados dos parâmetros qualitativos das ondas da área glótica obtidos neste estudo. Enfatizaram a apresentação do padrão visual como sendo a grande vantagem na utilização da videolaringoscopia de alta velocidade, fato este que permite aos fonoaudiólogos, fonoatras e laringologistas interpretar as imagens de acordo com o conteúdo visual de maneira intuitiva.

A presença de sinal do tipo 3 na classificação das ondas da área glótica extraídas de imagens laríngeas de sujeitos normais representa um achado inesperado, e ressalta importantes questões para reflexão. A característica do sinal acústico do tipo 3 está na ausência de estrutura periódica aparente e é comumente encontrado em sinais caóticos, característicos de patologias laríngeas. Diversos fatores podem ter influenciado tal resultado, e existem hipóteses relacionadas à coleta dos vídeos, ao processo de análise,

assim como ao julgamento das ondas. Um dos possíveis fatores encontra-se na captação dos vídeos, devido a fatores externos como incidência e reflexo da luz, e angulação do laringoscópio, sendo este comprovado por Pontes et al (2005), cujo estudo comprovou que a diferença na angulação do equipamento evidencia modificações nos resultados da videoquimografia e conclui sobre a necessidade de se padronizar o método de expor a laringe no momento do exame. Da mesma forma, existem possíveis incorreções cuja ocorrência no momento da análise podem interferir nas imagens apresentadas, como por exemplo o uso do programa computacional, seja no sistema automático, seja na etapa manual, em que se delimitam as áreas de análise e se realizam pequenos ajustes na porção glótica manualmente. Todos estes procedimentos determinam a extração dos dados numéricos e também definem o “desenho” das ondas da área glótica. Na mesma linha de reflexão, por se tratar de uma análise subjetiva, é imprescindível considerar a influência da experiência individual de cada avaliador no julgamento das imagens. No presente estudo, o sinal do tipo 3 ocorreu na classificação realizada por 2 engenheiros, que participaram na função de juízes, sem conhecimento prévio de processamento de sinais no âmbito de parâmetros vocais. É inegável a influência de um rigor teórico mais objetivo e criterioso na atribuição de uma classificação, devido à formação na área de ciências exatas.

Apesar deste ponto de vista, a boa reprodutividade entre os juízes engenheiros e fonoaudiólogos ($CCI = 0.655$) conduz a outra reflexão, indicando que mesmo com formações acadêmicas e profissionais diferentes, houve compatibilidade significativa nas respostas quanto à classificação das ondas da área glótica.

Parâmetros quantitativos das Quimografias de Alta Velocidade

Na análise dos parâmetros numéricos da quimografia de alta velocidade foram encontradas algumas correlações com os valores médios obtidos no estudo de Pimenta et al (2013), em que foram extraídos valores médios das fases pré e pós realização de exercícios vocais. Em relação aos sujeitos do gênero feminino, os valores médios das fases fechada (2.42milissegundos), aberta (3.08 milissegundos) e de abertura (1.59 milissegundos) foram superiores ao do presente estudo (fases fechada= 1.75

milissegundos; aberta= 2.91 milissegundos, de abertura = 1.47 milissegundos), no momento antecedente à realização dos exercícios de vibração sonorizada. No entanto, no momento pré realização do som basal, apenas o valor médio encontrado da fase fechada (fase fechada- média= 2.41 milissegundos) foi superior ao do presente estudo (fase fechada- média= 1.75 milissegundos). Na correlação com os resultados encontrados na análise das quimografias de alta velocidade dos sujeitos do gênero masculino, os valores médios de todas as fases do ciclo vibratório (fase fechada= 3.20 milissegundos, fase aberta= 3.81 milissegundos, fase de fechamento= 1.74 milissegundos, e fase de abertura= 2.22 milissegundos) foram inferiores ao do presente estudo (fase fechada= 3.32 milissegundos, fase aberta=4.56 milissegundos, fase de fechamento= 2.22 milissegundos e fase de abertura= 2.32 milissegundos). No momento pré realização do som basal, os tempos das fases fechada e de fechamento (fase fechada- média= 3.84 milissegundos; fase de fechamento- média= 2.20 milissegundos) foram superiores ao do estudo atual no gênero masculino (fase fechada- média= 3.32 milissegundos; fase de fechamento = 2.22milissegundos).

Koishi et al (2003) avaliaram o padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos normais utilizando a telelaringoscopia e apresentaram valores de referência para videoquimografia para esta população. Os autores obtiveram valor médio do coeficiente de abertura de 0,75, valor superior ao encontrado no presente estudo, em que foram obtidos os valores médios de 0.57 para o gênero masculino, e 0.62 para o gênero feminino. É importante destacar que há diferenças no número de sujeitos da amostra e foram utilizadas diferentes técnicas para captura das imagens laríngeas, assim como para a realização das análises das mesmas.

Resultados semelhantes quanto ao coeficiente de abertura da quimografia de alta velocidade foram relatados por Lohscheller, Svec e Dollinger (2013). Os resultados apresentados foram valores médios de 0.66 para o gênero feminino, valor próximo ao encontrado na atual pesquisa (coeficiente de abertura=0.62); e média de 0.56, mesmo valor obtido neste estudo para os sujeitos masculinos (coeficiente de abertura= 0.57).

Com o objetivo de apresentar um método automático de quantificar parâmetros vocais utilizando a videoquimografia, Qiu et al (2003) obtiveram resultados semelhantes aos achados deste estudo, apesar de se tratar de técnicas diferentes de análise. Quanto

ao coeficiente de abertura obtiveram valores entre 0.62 e 0.76, valores superiores à média do presente estudo (média feminina= 0.62; média masculina= 0.57). Valores superiores também foram encontrados para o coeficiente de fechamento, que variou entre 0.24 e 0.38, maiores que a média feminina de 0.37, e a média masculina de 0.42. O menor valor relatado para o coeficiente de velocidade foi de 0.91 e máximo de 1.15. Os valores médios de coeficientes de velocidade obtidos foram de 1.12 e masculino de 1.02, resultantes do presente estudo.

Na análise comparativa dos resultados numéricos da quimografia de alta velocidade entre os gêneros feminino e masculino é possível observar a presença de diferença estatisticamente significativa em todos os parâmetros, exceto o coeficiente de velocidade (valor de $p=0.756$). Esta informação difere do apresentado por Lohscheller, Svec e Dollinger (2013), que encontraram diferença estatística na análise do coeficiente de velocidade entre os gêneros, e corrobora com o achado quanto ao coeficiente de abertura, cuja análise também confirmou a existência de diferença significativa nesta análise.

O valor de $p \leq 0.001$ foi obtido nas comparações entre gêneros em todas as fases do ciclo vibratório (fases fechada, de abertura, de fechamento, aberta), além do período total do ciclo vibratório, representando a existência de importante diferença estatística no comportamento do padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos dos gêneros feminino e masculino. Tais diferenças reforçam o conceito da existência de peculiaridades na anatomia e na fisiologia laríngea características de cada gênero, que culminam em marcadores diferenciais, e não necessariamente indicam presença de patologias laríngeas.

Parâmetros Qualitativos das Quimografias de Alta Velocidade

A classificação para análise dos parâmetros qualitativos da quimografia de alta velocidade utilizada foi quanto à presença de simetria, proposta por Hirano e Bless (1997). Neste estudo foi considerada a simetria em relação à amplitude e à fase.

No presente estudo os resultados quanto ao parâmetro qualitativo das quimografias de alta velocidade mostraram um grande número de assimetrias de

amplitude (30% assimetria com menor movimento de prega vocal direita, e 11% assimetria com menor movimento de prega vocal esquerda) e também de fase (54%) em sujeitos normais. Tais resultados corroboram com diversos achados na literatura.

A assimetria de pregas vocais em movimento é considerada um assunto frequente na literatura atual. A prevalência de 70% de algum tipo de assimetria durante adução das pregas vocais foi constatada em estudo desenvolvido por Lindestad et al (2004), com 109 sujeitos normais.

52 sujeitos normais participaram de um estudo de Bonilha, Deliyski e Gerlach (2008) em que foram utilizadas diferentes técnicas de visualização para comparar achados de assimetria de fase em imagens laríngeas. Os resultados obtidos foram 81% de assimetria no sentido ântero-posterior, e 79% apresentaram assimetria no sentido esquerda-direita.

Ainda com sujeitos normais, Yamauchi et al (2012) obtiveram 94% de diferença positiva de fase longitudinal nos sujeitos do gênero feminino, e no grupo masculino a análise revelou diferença de fase negativa em 56%, e longitudinal em 44%.

A presença de assimetrias em quimografias de alta velocidade em sujeitos normais representa uma importante motivação para outros estudos na área e revela a necessidade de novas formas de avaliação, envolvendo quantificação e mensuração de parâmetros qualitativos.

Krenmayr et al (2012) desenvolveram um estudo em que propuseram a quantificação das assimetrias por meio de um método baseado na Transformada de Fourier denominado Imagem de Fourier.

Em relação aos parâmetros qualitativos das quimografias de alta velocidade de sujeitos normais, a análise estatística do presente estudo revelou valores de Coeficientes de Correlação Intraclassa CCI= 0.451 para amplitude, e CCI= 0.40 para fase, indicando boa reprodutibilidade entre os juízes que avaliaram as imagens quimográficas.

É importante ressaltar que os protocolos para análise dos parâmetros qualitativos, tanto das Ondas da área glótica quanto das Quimografias de alta velocidade apresentavam instruções para preenchimento com imagens âncoras como modelos no intuito de auxiliar os juízes. No entanto, não houve treino formal para preenchimento dos mesmos. Nota-se a influência de diferentes fatores na obtenção de informações

subjetivas, como no caso deste estudo, os parâmetros qualitativos, uma vez que são dados coletados por meio do padrão visual e dependente da classificação por diferentes juízes. Valores encontrados por meio do coeficiente de correlação intraclasse nos parâmetros qualitativos ressaltam a riqueza da diversidade individual inerentes à formação acadêmica e profissional, ao mesmo tempo em que sugere a necessidade de um treinamento prévio para obtenção de padrões com maior concordância estatística.

Em resumo, a utilização de protocolos compostos por imagens laríngeas e de ondas representativas do padrão vibratório das pregas vocais, especialmente elaborados para fins de obtenção de parâmetros subjetivos, e direcionados a diferentes juízes mostraram ser instrumentos padronizados, capazes de captar resultados condizentes com a literatura. Questões reveladas pela análise estatística sugerem a inclusão de um treino formal a ser oferecido aos juízes em próximos estudos, no sentido de auxiliar os avaliadores com critérios mais específicos e detalhados.

7. CONCLUSÕES

Foi possível obter parâmetros da dinâmica vocal de sujeitos normais analisando imagens de Videolaringoscopia de Alta Velocidade utilizando as ferramentas computacionais desenvolvidas (software X-Cad) e disponibilizadas (software LAST) ao Grupo de Engenharia Médica (GPEM/CNPq).

Quanto à caracterização dos parâmetros quantitativos e qualitativos do padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos normais foi possível extrair as seguintes informações:

Ondas da área glótica- parâmetros quantitativos

- Há significativa diferença estatística entre os valores médios da duração das fases fechada ($p \leq 0.001$), de abertura ($p = 0.047$) e do período total do ciclo vibratório ($p \leq 0.001$), das ondas da área glótica, entre gêneros
- Há significativa diferença estatística entre os coeficientes de fechamento e de abertura entre gêneros ($p = 0.004$)

Ondas da área glótica- parâmetros qualitativos

- Predominância do Sinal do tipo 1 (Classificação para sinais acústicos proposta por Titze, 1994), caracterizado pela ausência de modificações qualitativas no traçado das ondas da área glótica em sujeitos normais (73%).
- Boa reprodutibilidade das respostas quanto aos parâmetros qualitativos das ondas da área glótica, apesar das diferentes formações acadêmicas e profissionais dos juízes.

Quimografia de alta velocidade- parâmetros quantitativos

- Há significativa diferença estatística entre os valores médios da duração de todas as fases do ciclo vibratório das pregas vocais (fechada, de abertura, de fechamento, aberta) e também do período total do ciclo vibratório das quimografias de alta velocidade, na análise entre gêneros ($p \leq 0.001$).
- Valores dos coeficientes de fechamento e de abertura também apresentaram diferença significativa entre gêneros ($p = 0.013$).

Quimografia de alta velocidade- parâmetros qualitativos

Amplitude:

- Predominância de simetria em amplitude nas quimografias de alta velocidade de sujeitos normais (59%).
- Presença de assimetria, no entanto, em menor ocorrência (assimetria com menor movimento em prega vocal direita: 30%; assimetria com menor movimento em prega vocal esquerda: 11%)

Fase:

- Predominância de assimetria de fase na análise dos parâmetros qualitativos de quimografias de alta velocidade de sujeitos normais (54%).
- Presença boa reprodutibilidade nas respostas entre os juízes na classificação dos parâmetros qualitativos das quimografias de alta velocidade.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Na busca por otimizar a aplicação de recursos tecnológicos avançados em prol da saúde, aliando clínica e pesquisa, de forma padronizada e interdisciplinar, algumas considerações foram elucidadas para estudos futuros:

- padronização da exposição laríngea no momento da coleta dos vídeos;
- elaboração de critérios e tutoriais para direcionar o uso das ferramentas computacionais durante a análise das imagens;
- utilização de instrumentos padronizados, como os protocolos para análise de parâmetros qualitativos associados a um treinamento prévio a ser oferecido aos juízes para classificação de imagens, permitindo a participação de diferentes profissionais (fonoaudiólogo, engenheiro ou médico otorrinolaringologista).

9. REFERÊNCIAS *

1. QIU, Q. et al. An automatic method to quantify the vibration properties of human vocal folds via videokymography. **Folia Phoniatr Logop.** v.55, p. 128-136. 2003.
2. YAN, Y.; BLESS, D.; CHEN X. Biomedical Image analysis in High-speed laryngeal imaging of voice production. In: **PROCEEDINGS OF THE 2005 IEEE. ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY 27th ANNUAL CONFERENCE.** China. September. p. 7684-7687. 2005.
3. LARSSON, H. et al. Vocal fold vibrations: high speed imaging, kymography, and acoustic analysis: a preliminary report. **The Laryngoscope.** p.2117-2122. December. 2000.
4. SVEC, J.G.; SCHUTTE, H.K. Kymography imaging of laryngeal vibrations. **Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.** v.20, n.6, p.458-465. December. 2012.
5. DELIYSKI, D.D. et al. Clinical Implementation of Laryngeal High-Speed Videoendoscopy: challenges and evolution. **Folia Phoniatrica et Logopaedica.** p.33-44. November. 2008.
6. LOHSCHELLER, J. et al. Clinically evaluated procedure for the reconstruction of vocal fold vibration from endoscopic digital high-speed videos. **Medical Image Analysis.** v.11, p. 400-413. 2007.
7. YAN, Y, et al. Analysis of vocal-fold vibrations from High-Speed laryngeal images using a Hilbert Transform-Based methodology. **Journal of Voice.** v.19, n. 2, p. 161-175. 2005.
8. KRAUSERT, C.R. et al. Mucosal wave measurement and visualization techniques. **Journal of Voice.** v.25, n.4, p.395-405. 2011.
9. PATEL, R.R.; DUBROVSKIY, D.; DOLLINGER, M. Measurement of glottal cycle characteristics between children and adults: physiological variations. **Journal of Voice.** v.28, n.4, p.476-486. 2014.
10. YAMAUCHI, A. et al. Age- and gender- related difference of vocal fold vibration and glottal configuration in normal speakers: analysis with glottal area waveform. **Journal of Voice.** V. 28, n.5, p-525-531. 2014.
11. TSUTSUMI, M. et al. Gender patterns of vocal fold vibration as determined using high-speed videolaryngoscopy. **International Archives of Otorhinolaryngology.** V.17, n.01, p. 152. August. 2013.

12. PINHEIRO, A.P., et al. Graphical evaluation of vocal fold vibratory patterns by high-speed videolaryngoscopy. **Journal of Voice**. v.28, n.1, p.106-111.2014.

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

13. PIMENTA, R.A. et al. Parameters acoustic and high-speed kymography identified effects of voiced vibration and vocal fry exercises. **CoDAS**. V.25, n.6, p.577-583. 2013.
14. BARAVIEIRA, P.B. et al. Comparative analysis of vocal fold vibration using high-speed videoendoscopy and digital kymography. **Journal of Voice**. V. 25, n. 5, p-603-607. 2014.
15. BEHLAU, M., AZEVEDO, R., MADAZIO G. Anatomia da laringe e fisiologia da produção vocal. In: **Voz: O livro do especialista**. Vol. 1. Rio de Janeiro: Revinter. 2001. 348p.
16. SAKAKIBARA, K-I. et al. Modal analysis of vocal fold vibration using laryngotopography. In: **Spoken Language Processing for All Proceedings. Interspeech**. Japan. September. P.917-920. 2010.
17. BONILHA, H.S.; DELIYSKI, D.D. Period and glottal width irregularities in vocally normal speakers. **Journal of Voice**. v.22, n.6, p.699-708.2008.
18. IKUMA, T.; KUNDUK, M.; McWHORTER, A.J. Advanced waveform decomposition for high-speed videoendoscopy analysis. **Journal of voice**. v.27, n.3, p. 369-375. 2013.
19. HIRANO, M.; BLESS, D.. A vibração das pregas vocais. In: **Exame videoestroboscópico da laringe**. Porto Alegre. Artes Médicas.1997. 267p.
20. GRANQVIST, S.; LINDESTAD, P-A. A method of applying Fourier analysis to high-speed laryngoscopy. **J. Acoust. Soc. Am.** v.110, n.6, p.3193-3197. December. 2001.
21. ZHANG, Y. et al. Efficient and effective extraction of vocal fold vibratory patterns from High-Speed Digital imaging. **Journal of voice**. v.24, n.1, p. 21-29. 2010.
22. YAN, Y.; DAMROSE, E.; BLESS, D. Functional analysis of voice using simultaneous High -Speed imaging and acoustic recordings. **Journal of voice**. v.21, n.5, p. 604-616.. 2007.
23. KUNDUK, M. et al. Investigation of voice initiation and voice offset characteristics with high-speed digital imaging. **Logopedics Phoniatrics Vocology**. v.31, p.139-144. 2006.
24. AHMAD, K.; YAN, Y.; BLESS, D. Vocal fold vibratory characteristics of healthy geriatric females-analysis of High-Speed digital images. **Journal of voice**. v.26, n.6, p.751-759. 2011.

25. BOHR, C. et al. Quantitative analysis of organic vocal fold pathologies in females by High-Speed endoscopy. **Laryngoscope**. 123:1686-1693, 2013.
26. KOISHI, H.U. et al. Variação da intensidade vocal: estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** v.69, n.4, p.464-470. 2003.
27. PONTES, P.A.L. et al. A influência da angulação na posição do telescópio na videoquimografia laríngea. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** V.71, n.6, p.803-812. 2005.
28. CHEN, W.; WOO, P.; MURRY, T. Spectral analysis of digital kymography in normal adult vocal fold vibration. **Journal of Voice**. V.28, n.3, p.356-361. May. 2014.
29. HIRANO, M. Phonosurgery. Basic and clinical investigation. **Otologia** (Fukuoka), v.21, p. 239-440. Supplement 1. 1975.
30. TITZE, I.R. Signal typing. In: **Workshop on Acoustic Voice Analysis: Summary Statement**. Denver, Colorado: National Center for Voice and Speech. p.18-23. 1994. [text on the internet]. Disponível em <http://www.ncvs.org/freebook/summary-statement.pdf>.
31. TSUJI, D.H.; SENNES, L.U. Videoquimografia de laringe: um novo método de avaliação da vibração cordal. *International Archives of otorhinolaryngology*. V.2, n.4. Out-Dez.1998.
32. PONTES, P.A.L. et al. Características das vozes roucas, ásperas e normais: análise acústica espectrográfica comparativa. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** V.68, n.2, p-182-188. 2002.
33. FELIPPE, A.C.N.; GRILLO, M.H.M.M.; GRECHI, T.H. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** V.72, n.5, p-659-664. 2006.
34. BARAVIEIRA, P.B. **Análise do padrão vibratório das pregas vocais em sujeitos com e sem nódulo vocal por meio da Videolaringoscopia de Alta Velocidade**. São Carlos. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia. Universidade de São Paulo.
35. BHANDARI, A. et al. Comparative analysis of normal voice characteristics using simultaneous electroglottography and high speed digital imaging. **Biomedical Signal Processing and Control**. 7: 20-26. 2012.
36. INWALD, E.C. et al. Multiparametric analysis of vocal fold vibrations in healthy and disorders voices in high-speed imaging. **Journal of Voice**. V.25, n. 5, p-576-590, 2010.

37. MURRY, T.; XU, J.J.; WOODSON, G.E. Glottal configuration associated with fundamental frequency and vocal register. **Journal of Voice**. V.12, n. 1, p-44-49, 1998.
38. LOHSCHELLER, J.; SVEC, J.G.; DOLLINGER, M. Vocal fold vibration amplitude, open quotient, speed quotient and their variability along glottal length: kymographic data from normal subjects. **Logopedics Phoniatrics Vocology**. V.38., p-182-192. 2013.
39. LINDESTAD, P-A.; HERTEGARD, S.; BJORCK, G. Laryngeal adduction asymmetries in normal speaking subjects. **Logopedics Phoniatrics Vocology**. V.20, p-128-134. 2004.
40. BONILHA, H.S.; GERLACH, T.T. Phase asymmetries in normophonic speakers: visual judgments and objective findings. **American Journal of Speech-Language Pathology**. V. 17, p- 367-376. 2008.
41. YAMAUCHI, A. et al. Phase difference of vocally healthy subjects in High-Speed Digital imaging analyzed with laryngotopography. **Journal of Voice**. V.27, n.1, p-39-45. 2013.
42. KRENMAYR, A. et al. Visualizing phase relations of the vocal folds by means of High-Speed Videoendoscopy. **Journal of Voice**. V.26, n.4, p-471-479. 2012.

10. ANEXO**ANEXO A****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Avaliação da Videolaringoscopia de Alta Velocidade de Sujeitos normais

Pesquisador: Monike Tsutsumi **Área Temática:** **Versão:** 1 **CAAE:** 37306414.1.0000.5504 **Instituição**

Proponente: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia **Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer:

868.263 **Data da Relatoria:**

27/10/2014

Apresentação do Projeto:

Na área de voz o desenvolvimento de novas ferramentas computacionais se reflete diretamente na coleta e análise de padrões vibratórios das pregas vocais. Existem na atualidade diversas métricas, no entanto, há escassez de normatização dos padrões vocais. O objetivo desse estudo é obter parâmetros quantitativos e qualitativos por meio das ondas da área glótica e quimografia de alta velocidade do padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos normais utilizando Videolaringoscopia de alta velocidade. Serão selecionados 40 vídeos de videolaringoscopia de alta velocidade de sujeitos normais de ambos os gêneros, pertencentes ao banco de dados do Grupo de Pesquisa em Engenharia médica do CNPq.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: O objetivo deste estudo é obter parâmetros quantitativos e qualitativos por meio das ondas da área glótica e quimografia de alta velocidade do padrão vibratório das pregas vocais de sujeitos normais utilizando Videolaringoscopia de alta velocidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo a pesquisadora, os riscos e benefícios são descritos conforme segue.

Página 01 de 03

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP **Município:** SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 868.263

Riscos: Não se aplica por se tratar de utilização de informações de banco de dados. Benefícios: Pretende-se obter padrões de referência da normalidade das ondas da área glótica e da quimografia de alta velocidade utilizando-se a Viodelaringoscopia de alta velocidade. Tais padrões de referência poderão auxiliar no diagnóstico laringológico e contribuir para futuros estudos na área

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante para a área que se destina e, além disso, os seguintes documentos foram apresentados. a) Folha de rosto assinada e preenchida corretamente; b) Arquivo contendo projeto de mestrado; c) Autorização para utilização do banco de dados do Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica – CNPq aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar sob parecer número 256/2010, assinada pelo Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli, orientador, e pela pesquisadora Regina Aparecida Pimenta; d) Curriculum Vitae da pesquisadora principal.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Propõe a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e justifica que “Trata-se de análise de imagens laringeas pertencentes a um banco de dados do Grupo de Engenharia Médica - CNPq, ou seja, não haverá contato com os sujeitos participantes da amostra.”.

Recomendações:

Recomendamos que as informações do banco de dados sejam repassadas ao pesquisador sem a identificação dos participantes. Desta forma, é possível aceitar que a pesquisa não ofereça riscos aos sujeitos da mesma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências ou inadequações.

Página 02 de 03

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP **Município:** SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR

Continuação do Parecer: 868.263

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO CARLOS, 12 de Novembro de 2014

Assinado por: Ricardo Carneiro Borra (Coordenador)

Página 03 de 03

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP **Município:** SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO B:

Análise estatística

Relatório de Análise Estatística – Ondas da área glótica

Novembro de 2014.

Pesquisadora: Monike Tsutsumi

Mestre em estatística (Responsável): Kelly Cristina Ramos da Silva

e-mail: lifekelly@gmail.com / lifekelly@grad.icmc.usp.br

Tel (016) 98214-0535

Análise estatística

Os resultados da confiabilidade interjuizes demonstraram confiabilidade moderada para a Quimografia, com CCI de 0.451 (p-valor 0.000296) e 0.394 (p-valor 0.00138) para amplitude e fase, respectivamente. Pelos níveis de significância dos testes da fase e da amplitude, podemos considerar que ambas as correlações são boas, porque os erros que se cometem a rejeitar a hipótese de não existência de correlação é bem próxima do zero, apesar estar mais próxima para a amplitude. O mesmo vale para as demais análises quanto mais próximo do zero estiver o nível de significância dos teste (p-valor) maior será a força contra a hipótese nula (H_0), isto é, mais evidências tem-se que a correlação é maior do que zero.

Teste Hipótese: Estatística F

H_0 : coeficiente=0 H_1 : coeficiente > 0,

em que coeficiente pertence ao intervalo entre [0:1].

2. Dados OAG

Há evidências estatísticas significativas de que a taxa média dos juízes: engenheiros e fonoaudiólogos se diferem para um nível de significância do teste, p-valor 3.31e-18, o valor do ICC é igual a 0.655 e intervalo de confiança de 95% para o valor do coeficiente ICC: [0.547 : 0.742], ou seja, existe boa reprodutividade.

Entre os engenheiros A e B não existe significativas diferenças estatísticas entre às suas taxa média (intervalo de confiança do ICC [-0.048: 0.574], o valor do ICC é igual a 0.3, p-valor = 0.0485). Os resultados da confiabilidade interexaminador demonstraram confiabilidade fraca.

Entre os engenheiros A e C (intervalo de confiança do ICC [0.209 :0.654], o valor do ICC é igual a 0.456 e p-valor = 9.47e-05) existem significativas diferenças estatísticas. Os resultados da confiabilidade interexaminador demonstraram confiabilidade moderada.

Entre os engenheiros B e C (intervalo de confiança do ICC [0.306 : 0.795], o valor do ICC é igual a 0.621, p-valor = 0.000292) existem significativas diferenças estatísticas. Os resultados da confiabilidade interexaminador demonstraram confiabilidade moderada.

Entre os fonoaudiólogos D e F (intervalo de confiança do ICC [0.04 : 0.442], valor do ICC é igual a 0.235, p-valor = 0.00722). Os resultados da confiabilidade interexaminador demonstraram confiabilidade fraca.

Entre E e F (intervalo de confiança do ICC [-0.027 : 0.551], valor do ICC é igual a 0.29, $p = 0.0374$), não existem significativas diferenças estatísticas entre às suas taxa média. Os resultados da confiabilidade interexaminador demonstraram confiabilidade fraca.

No entanto, entre os fonoaudiólogos D e E (intervalo de confiança [0.186: 0.654] , o valor do ICC é igual a 0.45 e $p\text{-valor} = 0.000695$), existem significativas diferenças estatísticas. Os resultados da confiabilidade interexaminador (engenheiros D e E) demonstraram confiabilidade moderada.

3. Dados Quimografia

Há evidências estatísticas significativas de que a taxa média dos juízes: G e H diferem com relação a amplitude para um nível de significância do teste, $p\text{-valor} = 0.000296$, o valor do ICC é igual a 0.451 e intervalo de confiança de 95% para o valor do coeficiente ICC: [0.209 : 0.64], ou seja, existe boa reprodutividade para amplitude.

Há evidências estatísticas significativas de que a taxa média dos juízes diferem com relação a fase para um nível de significância do teste, $p\text{-valor} = 0.00138$, o valor do ICC é igual a 0.394 e intervalo de confiança de 95% para o valor do coeficiente ICC:

[0.145 : 0.597], ou seja, existe boa reprodutividade para a fase.

Referências:

- 1 Rosner, B. (2006). *Fundamentals of Biostatistics*, 6 ed. International Student Edition.
- 2 Shrout, Patrick E. and Fleiss, Joseph L.(1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86, 420-3428.

11. APÊNDICE

APÊNDICE A:

Page 1 of 1

Onda da Área Glótica: Protocolo para análise do parâmetro qualitati

Nas instruções constam imagens âncora (modelos) para auxiliar o preenchimento.

Informações para preenchimento:

https://docs.google.com/document/d/1opvOSbXFwvNFdkTvtm43CQ_vTjmukuObl1J9WCro8lg/edit?usp=sharing

Fonte: Titze. Workshop on acoustic voice analysis, 1994

Assinalar o padrão visual das imagens das Ondas da Área Glótica em relação ao tipo do sinal.

Ondas da Área Glótica: OAG 1

Onda da Área Glótica: OAG 1

- ☐ Sinal tipo 1
- ☐ Sinal tipo 2
- ☐ Sinal tipo 3

APÊNDICE B:**Quimografia de Alta Velocidade: Protocolo para análise dos parâmetros qualitativos**

Page 1 of 1

Quimografia de alta velocidade: Protocolo para análise do parâmetro

Nas instruções constam imagens âncora (modelos) para auxiliar o preenchimento.

Informações para preenchimento:

https://docs.google.com/document/d/152Fw_WIDLEoL4G-tn77TY1nbwu2PJ1LA-tody0-8lE/edit?usp=sharing

Fonte: Hirano e Bless, "Exame Videostroboscópico da Laringe, Ed. Artes Médicas, 1997.
Considerar:

Assinalar o padrão visual das imagens de quimografias de alta velocidade em relação à AMPLITUDE e à FASE.

Quimografia de alta velocidade: QAV 1 **Amplitude: QAV 1:**

- ☐ Simétrico
- ☐ Assimétrico, com menor movimento da prega vocal direita
- ☐ Assimétrico, com menor movimento da prega vocal esquerda

Fase: QAV 1:

- ☐ Simétrico
- ☐ Assimétrico

APÊNDICE C:

Relação das Ondas da Área Glótica e das Quimografias de Alta Velocidade de sujeitos normais do gênero masculino.

(f_0 = frequência fundamental, OAG= Onda da área glótica)

M-3)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

M-4)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

M-5)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

M-9)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

M-10)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

M-11)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

APÊNDICE D:

Relação das Ondas da Área Glótica e das Quimografias de Alta Velocidade de sujeitos normais do gênero feminino.

(f0= frequência fundamental, OAG= Onda da área glótica)

F-6)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-7)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-8)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-18)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-19)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-20)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-24)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-25)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade

F-26)

OAG- 200 quadros

OAG- 100 quadros

Quimografia de Alta Velocidade