

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FACULDADE DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA

SCARLETT CRISPIM HORTA SANTIAGO

**ANÁLISE DA FORMA DE ONDA DA ÁREA GLÓTICA DE MULHERES E HOMENS
COM FECHAMENTO GLÓTICO COMPLETO**

*GLOTTAL AREA WAVEFORM ANALYSIS OF THE GLOTTIC AREA OF WOMEN
AND MEN WITH COMPLETE GLOTTIC CLOSURE*

BELO HORIZONTE

2025

SCARLETT CRISPIM HORTA SANTIAGO

**ANÁLISE DA FORMA DE ONDA DA ÁREA GLÓTICA DE MULHERES E HOMENS
COM FECHAMENTO GLÓTICO COMPLETO**

*GLOTTAL AREA WAVEFORM ANALYSIS OF THE GLOTTIC AREA OF WOMEN
AND MEN WITH COMPLETE GLOTTIC CLOSURE*

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca avaliadora como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Fonoaudiologia da
Faculdade de Medicina da Universidade
Federal de Minas Gerais.

Orientador: Ualisson Nogueira do
Nascimento

BELO HORIZONTE

2025

BANCA AVALIADORA

Ualisson Nogueira do Nascimento

(Orientador- Universidade Federal de Minas Gerais)

Elisa Meiti Ribeiro Lin Plec

(Parecerista- Universidade Federal de Minas Gerais)

RESUMO EXPANDIDO

Introdução: O exame da videolaringoscopia de alta velocidade (VAV) possibilita a visualização completa dos ciclos de vibração das pregas vocais (PPVV); permitindo uma maior compreensão da função glótica e diagnóstico diferencial em casos de alterações laríngeas. Além disso, é possível realizar análises quantitativas das imagens registradas pela VAV, sendo um desses cálculos a forma de onda da área glótica (GAW). Para isso, o investigador delimita nas imagens, as bordas livres das PPVV, e usando um programa de análise, gera o gráfico, nomeado de GAW, que possui como base a fase de abertura e a fase de fechamento das PPVV, em função do tempo. Essa análise é fundamental para o entendimento de como o fechamento glótico ou alterações nessa fase pode influenciar nos resultados da GAW, bem como promover maior acompanhamento na caracterização funcional da produção vocal dos pacientes. **Objetivo:** Comparar o padrão vibratório das PPVV de mulheres e homens com fechamento glótico completo a partir dos parâmetros da GAW extraídos da VAV. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional analítico transversal, com mulheres e homens sem alterações laríngeas e com fechamento glótico completo, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE 73545417700005149, parecer nº 2369018). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Um otorrinolaringologista realizou a avaliação com a VAV e a análise objetiva das imagens laríngeas foi realizada por um único avaliador, com o programa de processamento de imagens KIPS®. As imagens da VAV foram coletadas por 2000 imagens por segundo, registradas por endoscópio rígido de 70° com 300 W de luz xênon (KayPentax®, Lincoln Park, New Jersey), sistema de VAV colorido (modelo 9710), resolução de imagem de 512 x 512 pixels e modo de cor de 8 bit RGB. Foram utilizados os vídeos referentes a emissão /ε/. Do KIPS®, foram extraídos os parâmetros da GAW: área

mínima e máxima, abertura mínima e máxima e quociente de velocidade. Para análises descritivas dos dados: medidas de tendência central e dispersão, foi usado o software Jamovi. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) avaliou a confiabilidade intra-avaliador dos parâmetros analisados. O teste de Anderson-Darling verificou a normalidade dos dados. O teste t de Student e o teste U de Mann-Whitney compararam, respectivamente, os parâmetros da GAW com a distribuição normal e não normal de mulheres e homens. Foi considerado o nível de significância de 5%.

Resultados: Dos 36 vídeos da VAV, 5 foram excluídos devido à baixa nitidez dos arquivos. 31 vídeos foram analisados, sendo de 16 mulheres, com idade média de $25,3 \pm 8,58$ anos e de 15 homens, com idade média: $25,9 \pm 5,66$ anos. As mulheres apresentaram menores valores de área máxima e maiores valores de quociente de velocidade, quando comparadas aos homens. Os demais parâmetros não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos. **Conclusão:** Com a GAW o profissional consegue ter um olhar diferenciado para a dinâmica de funcionamento das PPVV, com as mulheres apresentando área máxima menor e quociente de velocidade maior que os homens.

Descritores: Voz, Laringe, Glote, Prega Vocal, Laringoscopia, Fonação.

REFERÊNCIAS

- 1 Korn GP, Gama ACC, Nascimento UN. Visual- perceptive assessment of glottic characteristics of vocal nodules by means of high-speed videoendoscopy. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2023 Jul 1;89(4). <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2023.05.002>.
- 2 Maryn Y, Verguts M, Demarsin H, van Dinther J, Gomez P, Schlegel P, Döllinger M. Intersegmenter Variability in High-Speed Laryngoscopy-Based Glottal Area Waveform Measures. *Laryngoscope*. 2020 Nov;130(11):E654-E661. doi: 10.1002/lary.28475. Epub 2019 Dec 16. PMID: 31840827.
- 3 Pinheiro AP, Dajer ME, Hachiya A, Montagnoli AN, Tsuji D. Graphical evaluation of vocal fold vibratory patterns by high-speed videolaryngoscopy. *Journal of Voice*. 2014 Jan;28(1):106–11. DOI: [10.1016/j.jvoice.2013.07.014](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.07.014)
- 4 Zacharias SRC, Deliyiski DD, Gerlach TT. Utility of Laryngeal High-speed Videoendoscopy in Clinical Voice Assessment. *Journal of Voice*. 2018 Mar 1;32(2):216–20. DOI: [10.1016/j.jvoice.2017.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.05.002).
- 5 Woo P. Objective measures of laryngeal imaging: What have we Learned since Dr. paul moore. *Journal of Voice*. 2014 Jan;28(1):69–81. DOI: [10.1016/j.jvoice.2013.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.02.001).
- 6 Kopczynski B, Niebudek-Bogusz E, Pietruszewska W, Strumillo P. Segmentation of Glottal Images from High-Speed Videoendoscopy Optimized by Synchronous Acoustic Recordings. *Sensors (Basel)*. 2022 Feb 23;22(5):1751. doi: 10.3390/s22051751. PMID: 35270897; PMCID: PMC8915112.

- 7 Hirano M, Bless DM. Exame videoestroboscópico da laringe . Artes Médicas. Porto Alegre; 1997.
- 8 Woo P. Objective measures of laryngeal imaging: What have we Learned since Dr. paul moore. Journal of Voice. 2014 Jan;28(1):69–81. DOI: [10.1016/j.jvoice.2013.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.02.001).
- 9 Mohd Khairuddin KA, Ahmad K, Mohd Ibrahim H, Yan Y. Analysis Method for Laryngeal High-Speed Videoendoscopy: Development of the Criteria for the Measurement Input. Journal of Voice. 2019 Jul 1;35(4):636–45. DOI: [10.1016/j.jvoice.2019.12.005](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.12.005).
- 10 Schlegel P, Kunduk M, Stingl M, Semmler M, Döllinger M, Bohr C, Schützenberger A. Influence of spatial camera resolution in high-speed videoendoscopy on laryngeal parameters. PLoS One. 2019 Apr 22;14(4):e0215168. doi: 10.1371/journal.pone.0215168. PMID: 31009488; PMCID: PMC6476512.
- 11 Timcke R, von Leden H, Moore P. Laryngeal Vibrations: Measurements of the Glottic Wave: Part I. The Normal Vibratory Cycle. Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 1958 Jul 1;68(1):1–19. DOI: [10.1001/archotol.1958.00730020005001](https://doi.org/10.1001/archotol.1958.00730020005001).
- 12 Timcke R, Leden H v., Moore P. Laryngeal Vibrations: Measurements of the Glottic Wave: Part II--physiologic Variations. Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 1959 Apr 1;69(4):438–44. DOI: [10.1001/archotol.1959.00730030448011](https://doi.org/10.1001/archotol.1959.00730030448011).
- 13 Woo P. Quantification of Videostrobolaryngoscopic Findings Measurements of the Normal Glottal Cycle. Laryngoscope. 1996;106(S79):1-27. DOI: [10.1097/00005537-199603001-00001](https://doi.org/10.1097/00005537-199603001-00001).

- 14 Noordzij JP, Woo P. Glottal Area Waveform Analysis of Benign Vocal Fold Lesions before and after Surgery. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2000;109(5):441-446. DOI: [10.1177/000348940010900501](https://doi.org/10.1177/000348940010900501).
- 15 Yamauchi A, Yokonishi H, Imagawa H, Sakakibara KI, Nito T, Tayama N, 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*. 2014;28(5):525–31. DOI: [10.1016/j.jvoice.2014.01.016](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.01.016)
- 16 Koo TK; Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2016. 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.
- 17 Woo P, Baxter P. Flexible Fiber-Optic High-Speed Imaging of Vocal Fold Vibration: A Preliminary Report. *Journal Of Voice*. 2017; Vol. 31, No. 2, pp. 175–181. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.07.015>
- 18 Poburka BJ, Patel RR, Bless DM. Voice-Vibratory Assessment With Laryngeal Imaging (VALI) Form: Reliability of Rating Stroboscopy and High-speed Videoendoscopy. *Journal Of Voice*, Volume 31, Issue 4, 513.e1 - 513.e14 DOI:: [10.1016/j.jvoice.2016.12.003](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.12.003)
- 19 Chen G, Kreiman J, Gerratt BR, Neubauer J, Shue YL, Alwan A. Development of a glottal area index that integrates glottal gap size and open quotient. *J Acoust Soc Am*. 2013 Mar;133(3):1656-66. PMID: 23464035; PMCID: PMC3606302. DOI: 10.1121/1.4789931.

- 20 Filho JAX, Melo ECM; Carneiro CG; Tsuji DH; Sennes LU. Correlação entre a altura e a dimensão das pregas vocais. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. V.69, n.3, 371-4, mai./jun. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-72992003000300012>.
- 21 Patel RR, Döllinger M, Jakubaß B, Pinhack H, Katz U, Semmler M. Analyzing Vocal Fold Frequency Dynamics Using High-Speed 3D Laser Video Endoscopy. *Laryngoscope*. 2024 Jul;134(7):3267-3276. doi: 10.1002/lary.31394. Epub 2024. Mar 13. PMID: 38481073; PMCID: PMC11182720.
- 22 Tsutsumi M, Isotani S, Pimenta RA, Dajer ME, Hachiya A, Tsuji DH, Tayama N, Yokonishi H, Imagawa H, Yamauchi A, Takano S, Sakakibara KI, Montagnoli AN. High-speed Videolaryngoscopy: Quantitative Parameters of Glottal Area Waveforms and High-speed Kymography in Healthy Individuals. *J Voice*. 2017 May;31(3):282-290. doi: 10.1016/j.jvoice.2016.09.026. Epub 2016 Oct 25. PMID: 27793519.
- 23 Kunduk M, Doellinger M, McWhorter AJ, Lohscheller J. Assessment of the variability of vocal fold dynamics within and between recordings with high-speed imaging and by phonovibrogram. *Laryngoscope*. 2010 May;120(5):981-7. doi: 10.1002/lary.20832. PMID: 20422695.
- 24 Zhang Z. Mechanics of human voice production and control. *J Acoust Soc Am*. 2016 Oct;140(4):2614. doi: 10.1121/1.4964509. PMID: 27794319; PMCID: PMC5412481.
- 25 Titze IR. The physics of small-amplitude oscillation of the vocal folds. *J Acoust Soc Am*. 1988 Apr;83(4):1536-52. doi: 10.1121/1.395910. PMID: 3372869.
- 26 . Andrade-Miranda, G., Stylianou, Y., Deliyski, D. D., Godino-Llorente, J. I., & Henrich Bernardoni, N. Laryngeal Image Processing of Vocal Folds Motion. *Applied Sciences*. 2020. 10(5), 1556. <https://doi.org/10.3390/app10051556>.

- 27 Ahmad K, Yan Y, Bless D. Vocal fold vibratory characteristics of healthy geriatric females--analysis of high-speed digital images. *J Voice*. 2012 Nov;26(6):751-9. doi: 10.1016/j.jvoice.2011.12.002. Epub 2012 May 26. PMID: 22633334.
- 28 Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski D, Eadie T, Paul D, Švec JG, Hillman R. Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. *Am J Speech Lang Pathol*. 2018 Aug 6;27(3):887-905. doi: 10.1044/2018_AJSLP-17-0009. PMID: 29955816.
- 29 Schützenberger A, Kunduk M, Döllinger M, Alexiou C, Dubrovskiy D, Semmler M, Seger A, Bohr C. Laryngeal High-Speed Videoendoscopy: Sensitivity of Objective Parameters towards Recording Frame Rate. *Biomed Res Int*. 2016;2016:4575437. doi: 10.1155/2016/4575437. Epub 2016 Nov 21. PMID: 27990428; PMCID: PMC5136634.
- 30 Deliyski DD, Powell ME, Zacharias SR, Gerlach TT, de Alarcon A. Experimental Investigation on Minimum Frame Rate Requirements of High-Speed Videoendoscopy for Clinical Voice Assessment. *Biomed Signal Process Control*. 2015 Mar;17:21-28. doi: 10.1016/j.bspc.2014.11.007. Epub 2014 Dec 29. PMID: 28989342; PMCID: PMC5630145.