



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E GESTÃO EM
SAÚDE

Gabriele Pessoa da Silva

Uma Metodologia para Classificação de Sinais Acústicos de Deglutições de
Indivíduos com e sem Disfagia Via Deep Learning

Porto Alegre

2024

Gabriele Pessoa da Silva

**Uma Metodologia para Classificação de Sinais Acústicos de Deglutições de
Indivíduos com e sem Disfagia Via Deep Learning**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Acadêmico em Tecnologias da Informação e Gestão em Saúde na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de Concentração: Tecnologias da Informação Inteligente.

Linha de Pesquisa: Sistemas Inteligentes e Aplicações na Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Carla Diniz Lopes Becker

Coorientadora: Profa. Dra. Rafaela Soares Rech

Porto Alegre

2024

Catálogo na Publicação

Silva, Gabriele Pessoa da

Uma Metodologia para Classificação de Sinais Acústicos de Deglutições de Indivíduos com e sem Disfagia Via Deep Learning / Gabriele Pessoa da Silva. -- 2024.

75 p. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Gestão em Saúde, 2024.

Orientador(a): Profa. Dra. Carla Diniz Lopes Becker ;
coorientador(a): Profa. Dra. Rafaela Soares Rech.

1. disfagia. 2. sinais acústicos. 3. rede neural convolucional. 4. aprendizado profundo. 5. espectrograma.
I. Título.

Gabriele Pessoa da Silva

**Uma Metodologia para Classificação de Sinais Acústicos de Deglutições de
Indivíduos com e sem Disfagia Via Deep Learning**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Tecnologias da Informação e Gestão em Saúde da Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito parcial para a obtenção do título
de Mestre em Tecnologias da Informação e Gestão em Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Diniz Lopes Becker

Coorientadora: Profa. Dra. Rafaela Soares Rech

Aprovada em: _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando Neves Hugo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Monalise Costa Batista Berbert
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Prof. Dr. Mirko Salomón Alva Sánchez
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

AGRADECIMENTOS

À UFCSPA, pelo ensino público de qualidade.

À minha família, meu pai João Pedro, meus irmãos Douglas e Bruno e minha avó Jussara por estarem sempre presentes, me apoiando e incentivando desde o início. Tudo isso seria muito mais difícil sem vocês. Obrigada!

Aos meus filhos de quatro patas, Spock e Branca, que me fizeram companhia durante as noites de estudos.

À minha segunda família, Luciana, Eduardo e Antonia, que me receberam de braços abertos desde o início.

À minha orientadora Carla, que me acompanha desde a graduação: obrigada pela paciência, pelos ensinamentos e pelo companheirismo. É uma honra estar concluindo mais uma etapa acadêmica contigo. Tenho grande admiração pela pessoa e profissional que és.

À minha coorientadora Rafaela, obrigada pelo suporte, pelos ensinamentos. Você foi fundamental nessa minha jornada. Imensão gratidão a ti que muitas vezes me deu suporte emocional e sempre me incentivou a persistir.

Ao Prof. Tiago Becker, teus ensinamentos foram fundamentais durante o meu processo de aprendizagem e suas colaborações foram essenciais.

Às minhas amigas, Isabela e Laura, que acompanharam minhas crises, meus choros e minhas lamentações.

À minha mãe Gisela, *in memoriam*, obrigada por ter sido a principal incentivadora. Espero que esteja orgulhosa, de onde quer que esteja.

Ao meu amor, meu companheiro de vida, Pedro Marinho. Obrigada pelo apoio, pelos abraços, pelos consolos e por estar sempre ao meu lado. Tu esteve sempre junto comigo, desde o início me fazendo companhia enquanto eu estudava. Obrigada por entender e respeitar a minha ausência para que eu pudesse realizar mais este sonho. Desculpa pelo mau humor, pelo estresse e pela ausência nos últimos meses. Eu te amo!

RESUMO

Introdução: A disfagia é um sintoma resultante de algum comprometimento no processo de deglutição, diagnosticado tradicionalmente por videofluoroscopia ou avaliação endoscópica com nasofibrolaringoscópio. Apesar de serem consideradas técnicas padrão-ouro devido à alta precisão na identificação de casos de disfagia, ambas são invasivas e desconfortáveis para o paciente. A ausculta cervical surge como uma técnica auxiliar aos exames de imagem padrão-ouro e é amplamente utilizada na prática clínica. Assim, é uma técnica auxiliar que pode qualificar a identificação de pessoas com alteração na deglutição. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho é propor um modelo de rede neural convolucional capaz de classificar espectrogramas de sinais acústicos de deglutição, obtidos via ausculta cervical digital, de indivíduos com e sem disfagia. **Materiais e Métodos:** Foram utilizados sinais de áudios de deglutição via ausculta cervical de indivíduos adultos com e sem disfagia coletados pela equipe do projeto Sistema de Diagnóstico da Disfagia Apoiado por Inteligência Artificial (DIGDIS). Durante a coleta de dados, são auscultados o processo de deglutição em 7 condições diferentes: saliva, líquido controlado e livre, pastosos controlado e livre e sólido controlado e livre. Optou-se por trabalhar com os sinais de áudio da condição pastoso controlado, devido ao número de dados mais expressivo. **Resultados:** Os eventos de deglutição foram isolados dos sinais completos, gerando um banco de dados com 1888 eventos de deglutição. Foram obtidos 1888 espectrogramas referentes aos eventos de deglutição isolados de indivíduos com e sem disfagia. As imagens foram usadas como dados de entrada de uma rede neural convolucional associada a uma validação cruzada. Os resultados experimentais obtidos pelo modelo proposto de rede neural convolucional apresentaram uma acurácia de 75,13%, uma sensibilidade de 75,47%, uma especificidade de 75% e uma precisão de 54,5%, um F-score de 62,99% e a Curva ROC de 0,7524. **Conclusões:** Os resultados obtidos são similares com aqueles encontrados na literatura e evidenciam a potencialidade do diagnóstico de indivíduos com disfagia via ausculta cervical assistido por um modelo de inteligência artificial.

Palavras-chaves: disfagia · sinais acústicos · rede neural convolucional · espectrograma · aprendizado profundo

ABSTRACT

Introduction: Dysphagia is a symptom resulting from some impairment in the swallowing process, traditionally diagnosed by videofluoroscopy or endoscopic evaluation with a nasofibrolaryngoscope. Although they are considered gold standard techniques due to their high accuracy in identifying cases of dysphagia, both are invasive and uncomfortable for the patient. Cervical auscultation appears as an auxiliary technique to the gold standard imaging exams and is widely used in clinical practice. Thus, it is an auxiliary technique that can qualify the identification of people with swallowing alterations. **Objective:** The objective of this work is to propose a convolutional neural network model capable of classifying spectrograms of acoustic swallowing signals, obtained via digital cervical auscultation, of individuals with and without dysphagia. **Materials and Methods:** Acoustic signals of swallowing via cervical auscultation of adult individuals with and without dysphagia collected by the team of the Artificial Intelligence-Supported Dysphagia Diagnostic System (DIGDIS) project were used. During data collection, the swallowing process was auscultated in 7 different conditions: saliva, controlled and free liquid, controlled and free pasty, and controlled and free solid. It was decided to work with the audio signals of the controlled pasty condition, due to the more expressive number of data. **Results:** The swallowing events were isolated from the complete signals, generating a database with 1888 swallowing events. A total of 1888 spectrograms were obtained referring to the isolated swallowing events of individuals with and without dysphagia. The images were used as input data for a convolutional neural network associated with cross-validation. The experimental results obtained by the proposed convolutional neural network model presented an accuracy of 75.13%, a sensitivity of 75.47%, a specificity of 75% and a precision of 54.5%, an F-score of 62.99% and a ROC curve of 0.7524. **Conclusions:** The results obtained are similar to those found in the literature and demonstrate the potential for diagnosing individuals with dysphagia via cervical auscultation assisted by an artificial intelligence model.

Keywords: dysphagia · acoustic signals · convolutional neural network · spectrogram · deep learning

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA E OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos	15
1.2	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	15
2	ESTADO DA ARTE	17
2.1	ANÁLISE E SÍNTESE DOS TRABALHOS SELECIONADOS	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1	FISIOLOGIA DA DEGLUTIÇÃO	23
3.2	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA DISFAGIA	24
3.3	ESPECTROGRAMA	27
3.4	REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	29
3.4.1	Redes Neurais Convolucionais	32
3.5	VALIDAÇÃO CRUZADA	34
3.6	MÉTRICAS DE DESEMPENHO DO MODELO	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1	COLETA DE DADOS	38
4.2	BANCO DE DADOS <i>DIGDIS</i>	41
4.3	PRÉ-PROCESSAMENTO E EXTRAÇÃO DOS ESPECTROGRAMAS	41
4.4	TREINAMENTO DA REDE NEURAL CONVOLUCIONAL VIA K-FOLDS	44
5	ARTIGO CIENTÍFICO	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67

REFERÊNCIAS

ARKSEY, H; O'MALLEY, L. (2005) Scoping studies: towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 8, n.1, p. 19-32, 2005

AROMATARIS, E.; MUNN, Z. (Editors). JBI Manual for Evidence Synthesis. **JBI**, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>. <https://doi.org/10.46658/JBIMES20-01>

ARTILES, Constantino E.; REGAN, Julie; DONNELLAN, Claire. Dysphagia screening in residential care settings: A scoping review. **Int J Nurs Stud**. 2021 Feb;114:103813. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2020.103813. Epub 2020 Oct 28. PMID: 33220569.

ARVEDSON, J. C.; LEFTON-GREIF, M. A. Instrumental assessment of pediatric dysphagia. **Seminars in Speech and Language**, v. 38, n. 2, p. 135-146, abr. 2017. DOI: 10.1055/s-0037-1599111. Epub 2017 mar. 21. PMID: 28324903.

ASSUMPÇÃO, D.; DOMENE, S. M. A.; FISBERG, R. M.; BARROS, M. B. A. Qualidade da dieta e fatores associados entre idosos: estudo de base populacional em Campinas, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 8, p. 1680-1694, 2014.

AUDAG, Nicolas; et al.. Screening and evaluation tools of dysphagia in adults with neuromuscular diseases: a systematic review. **Therapeutic Advances in Chronic Disease**. v. 10, 2019. doi:10.1177/2040622318821622

BASIRI, Babak, VALI, Mansour, AGAH, Shahram. Classification of normal and dysphagia in patients with GERD using swallowing sound analysis. **2017 Artificial Intelligence and Signal Processing Conference (AISP)**, pp. 268-274, Out 2017.

BRADY, Susan; DONZELLI, Joseph. The modified barium swallow and the functional endoscopic evaluation of swallowing. **Otolaryngol Clin North Am**. 2013 Dec;46(6):1009-22. doi: 10.1016/j.otc.2013.08.001. Epub 2013 Oct 8. PMID: 24262956.

BRAGA, Antônio de Pádua; DE CARVALHO, André Ponce de Leon F.; LUDERMIR, Teresa Bernarda. **Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BÜLOW, Margareta. Videofluoroscopic swallow study: techniques, signs and reports. **Nestle Nutr Inst Workshop Ser**. 2012;72:43-52. doi: 10.1159/000339980. Epub

2012 Sep 24. PMID: 23051999.

CHOLLET, F. Deep Learning with Python. **Manning Publications Co. USA**. 2018. ISBN:9781617294433.

COSTANTINI Giovanni et. al. Deep learning and machine learning-based voice analysis for the detection of COVID-19: A proposal and comparison of architectures. **Knowl Based Syst**. 2022 Oct 11;253:109539. doi: 10.1016/j.knosys.2022.109539. Epub 2022 Jul 28. PMID: 35915642; PMCID: PMC9328841.

COUNCIL, R.; DOBIE, R. A.; VAN HEMEL, S. Basics of Sound, the Ear, and Hearing. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK207834/>>.

CUENCA, R. M.; MALAFAIA, D. T.; SOUZA, G. D.; DE SOUZA, L. R. Q.; DA MOTTA, V. P.; LIMA, M. R. A.; GARCIA, C. J. F. S. Síndrome disfágica. **ABCD Arq Bras Cir Dig**, v. 20, n. 2, p. 116-118, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-67202007000200011>.

DARWISH, Abdel; HALKON, Benjamin, OBSERST, Sebastian. Non-Contact Vibro-Acoustic Object Recognition Using Laser Doppler Vibrometry and Convolutional Neural Networks. **Sensors (Basel)**. 2022 Dec 1;22(23):9360. doi: 10.3390/s22239360. PMID: 36502060; PMCID: PMC9740744.

DING, R.; LOGEMANN, J. A. Pneumonia in stroke patients: a retrospective study. **Dysphagia**, v. 15, n. 2, p. 51-57, 2000.

DODDS, Wylie J. Physiology of swallowing. **Dysphagia**. 1989;3(4):171-8. doi: 10.1007/BF0240 PMID: 2700955.

DODRILL P., GOSA M.M. Pediatric Dysphagia: Physiology, Assessment, and Management. **Ann Nutr Metab**. v.66, n.5, p. 24-31. 2015

DOMENECH Edgar; KELLY, James. Swallowing disorders. **Med Clin North Am**. 1999 Jan;83(1):97-113, ix. doi: 10.1016/s0025-7125(05)70090-0. PMID: 9927963.

DUDIK, Joshua M.; COYLE, James L.; SEJDIĆ, Ervin. Dysphagia Screening: Contributions of Cervical Auscultation Signals and Modern Signal-Processing Techniques. **IEEE Trans Hum Mach Syst**. Pittsburgh, v. 45, n.4, p. 465-477, Aug 2015.

DUDIK, Joshua M. et al. A statistical analysis of cervical auscultation signals from adults with unsafe airway protection. **J Neuroeng Rehabil**. v 13, n 7, p. 1 - 10, Jan 2016.

DUDIK, Joshua M. et al. Dysphagia and its effects on swallowing sounds and vibrations in adults. **BioMed Eng OnLine**. v 17, n. 69, p. 1 - 18, May 2018.

DUDIK, Joshua M et al. Deep Learning for Classification of Normal Swallows in Adults. **Neurocomputing**. Vol 285, p 1-9, Apr 2018.

DONOHUE, Cara et al. A preliminary investigation of whether HRCA signals can differentiate between swallows from healthy people and swallows from people with neurodegenerative diseases. **Dysphagia**. Vol 36, no. 4, p 635-643, Aug 2021

DUFFY, Kimberly L. Dysphagia in Children. **Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care**. v. 48, n. 3, p. 71-73. 2018

FREITAS, Luís et. al. Avaliação videoendoscópica da deglutição na abordagem da disfagia orofaríngea. **Revista Portuguesa de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço**, v. 50, n. 4, p. 285-289, 11.

FURKIM, A. M.; SANTINI, C. S. **Disfagias orofaríngeas**. São Paulo: Pró-Fono, 1999.

HAYKIN, Simon. **Neural Networks and Learning Machines**. 3. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2009.

HISS, S. G.; POSTMA, G. N. Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing. **Laryngoscope**, v. 113, n. 8, p. 1386-1393, ago. 2003. DOI: 10.1097/00005537-200308000-00023. PMID: 12897564.

INOUE, Katsufumi et al. Using Machine Learning and a Combination of Respiratory Flow, Laryngeal Motion, and Swallowing Sounds to Classify Safe and Unsafe Swallowing. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, vol. 65, no. 11, p 2529-2541, Nov 2018.

JAFFER, N. M.; NG, E.; AU, F. W.; STEELE, C. M. Fluoroscopic evaluation of oropharyngeal dysphagia: anatomic, technical, and common etiologic factors. **AJR American Journal of Roentgenology**, v. 204, n. 1, p. 49-58, jan. 2015. DOI: 10.2214/AJR.13.12374. PMID: 25539237; PMCID: PMC4331119.

KIDDER, Thomas M.; LANGMORE, Susan E.; MARTIN, Bonnie J. Indications and techniques of endoscopy in evaluation of cervical dysphagia: comparison with radiographic techniques. **Dysphagia**. v. 9, n. 4, p. 256-61. 1994. doi: 10.1007/BF00301919. PMID: 7805425.

KIM, Phil; KIM, Phil. Convolutional neural network. **MATLAB deep learning: with machine learning, neural networks and artificial intelligence**, p. 121-147, 2017.

KOCH, Wayne M. Swallowing disorders. Diagnosis and therapy. **The Medical clinics of North America**, v. 77, n. 3, p. 571-582, 1993.

KURAMOTO, N.; ICHIMURA, K.; JAYATILAKE, D.; et al. Deep learning-based swallowing monitor for real-time detection of swallow duration. In: 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), p. 4365-4368, jul. 2020.

LEOW, L. P.; et al. The impact of dysphagia on quality of life in ageing and Parkinson's disease as measured by the swallowing quality of life (SWAL-QOL) questionnaire. **Dysphagia**, v. 25, n. 3, p. 216-220, 2010.

LESLIE, P.; DRINNAN, M. J.; FINN, P.; FORD, G. A.; WILSON, J. A. Reliability and validity of cervical auscultation: a controlled comparison using videofluoroscopy. **Dysphagia**, v. 19, p. 231-240, 2004.

MARCHESAN, I. Q. Deglutição – normalidade. In: FURKIM, A. M.; SANTINI, C. S. (Org.). **Disfagias orofaríngeas**. São Paulo: Pró-Fono, 1999. p. 3-18.

MARIK, P. E.; KAPLAN, D. Aspiration pneumonia and dysphagia in the elderly. **Chest**, v. 124, n. 1, p. 128-136, 2003.

MENZEN, L.; BARBOSA, L. R.; CARDOSO, M. C. Auscultation of swallowing sounds of children with bronchiolitis. **Audiology - Communication Research**, v. 25, e2349, p. 1-7, ago. 2020.

MI, Dan; QIN, Lu. Classification System of National Music Rhythm Spectrogram Based on Biological Neural Network. **Comput Intell Neurosci**. 2022 Oct 12;2022:2047576. doi: 10.1155/2022/2047576. PMID: 36275983; PMCID: PMC9581626.

MIYAGI, S.; et al. Classifying dysphagic swallowing sounds with support vector machines. **Healthcare**, v. 8, n. 103, p. 1-12, abr. 2020.

NAHM, F.S. Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. **Korean J Anesthesiol**. v. 75, n. 1, p. 25-36. Feb. 2022. doi: 10.4097/kja.21209. Epub 2022 Jan 18. PMID: 35124947; PMCID: PMC8831439.

NIMMONS, D.; MICHOU, E.; JONES, M.; PENDLETON, N.; HORAN, M.; HAMDY, S. A longitudinal study of symptoms of oropharyngeal dysphagia in an elderly community-dwelling population. **Dysphagia**, v. 31, p. 560-566, 2016.

ODDERSON, I. R.; KEATON, J. C.; MCKENNA, B. S. Swallow management in patients on an acute stroke pathway: quality is cost effective. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 76, n. 12, p. 1130-1133, 1995.

OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Processamento em tempo discreto de sinais**; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Marcio Eisenkraft e Maria D. Miranda.

– 3. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. Título original: Discrete-time signal processing. Bibliografia. ISBN 978-85-8143-102-4

O'SHEA, Keiron; NASH, Ryan. An introduction to convolutional neural networks. **arXiv preprint arXiv:1511.08458**, 2015.

PADOVANI, A.R., MORAES, D.P., MANGILI, L. D., DE ANDRADE, C.R.F. Protocolo Fonoaudiológico de Avaliação do Risco para Disfagia (PARD). **Rev Soc Bras Fonoaudiol.** v. 12, n. 3, p. 199-205. 2007.

PALMER, J. B.; RUDIN, N. J.; LARA, G.; CROMPTON, A. W. Coordination of mastication and swallowing. **Dysphagia**, v. 7, p. 187-200, 1992.

PERRY, L.; HAMILTON, S.; WILLIAMS, J. Formal dysphagia screening protocols prevent pneumonia. **Stroke: A Journal of Cerebral Circulation**, v. 37, n. 3, p. 765, 2006.

PRASSE, E.J, KIKANO, G. An Overview of Pediatric Dysphagia Jane E. Clinical Pediatrics. 2009;48(33):247-51. 2009

QUERA, P. R.; DEFILIPPI, C. C. Disfagia orofaríngea. **Acta Gastroenterológica Latinoamericana**, v. 1, p. 26-35, 2001.

RECH, Rafaela Soares. **Perspectivas Epidemiológicas Sobre a Disfagia Orofaríngea em Idosos Independentes da Comunidade**. Tese (Doutorado em Epidemiologia). 2020. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RIBEIRO, Marcos et al. The Prevalence of Oropharyngeal Dysphagia in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. **Dysphagia**, v. 39, p. 163–176, 2024. <https://doi.org/10.1007/023-10608-8>

SEJDIĆ, Ervin; MALANDRAKI, Georgia A.; COYLE, James L. Computational deglutition: Signal and image processing methods to understand swallowing and associated disorders. **IEEE Signal Process Mag.** v. 36, n.1, p. 183-146, Jan 2019.

SILVA, Nathane Sanches Marques et al. Terapia fonoaudiológica em um caso de disfagia orofaríngea psicogênica: relato de caso. Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. . Acesso em: 26 ago. 2024. , 2012

SUBRAMANI, Siddharth et al. Segnet-based deep representation learning for dysphagia classification. **ICASSP 2022 - 2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)**. P 1141-1145, May 2022.

TUTOR, J. D.; GOSA, M. M. Dysphagia and aspiration in children. **Pediatric Pulmonology**, v. 47, n. 4, p. 321-337, 2012.

VALE-PRODOMO, L. P.; ANGELIS, E. C.; BARROS, A. P. B. Avaliação clínica fonolológica das disfagias. In: JOTZ, G. P.; ANGELIS, E. C.; BARROS, A. P. B. (Org.). **Tratado da deglutição e disfagia: no adulto e na criança**. Rio de Janeiro: Revinter, 2009.

WAITO, A.A.; et al. Trends in Research Literature Describing Dysphagia in Motor Neuron Diseases (MND): A Scoping Review. **Dysphagia**. v. 32, p. 734–747, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00455-017-9819-x>

WILSON, R. D. Mortality and cost of pneumonia after stroke for different risk groups. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 21, n. 1, p. 61-67, 2012.

WOLF, U. et al. Prevalence of oropharyngeal dysphagia in geriatric patients and real-life associations with diseases and drugs. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-99858-w. PMID: 34754078; PMCID: PMC8578645.

YANG, E. J.; KIM, M. H.; LIM, J.; PAIK, N. J. Oropharyngeal dysphagia in a community-based elderly cohort: the Korean longitudinal study on health and aging. **Journal of Korean Medical Science**, v. 28, n. 10, p. 1534-1539, 2013.