MARCIA HELENA MOREIRA MENEZES

**Análise perceptivo-auditiva e acústica da voz relacionada ao tempo de
execução do exercício de vibração sonorizada de língua em mulheres
com nódulos vocais**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
de título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Otorrinolaringologia

Orientador: Dr. Domingos Hiroshi Tsuji

São Paulo
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Menezes, Marcia Helena Moreira

Análise perceptivo-auditiva e acústica da voz relacionada ao tempo de execução do exercício de vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos vocais / Marcia Helena Moreira Menezes. -- São Paulo, 2010.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia.

Área de concentração: Otorrinolaringologia.

Orientador: Domingos Hiroshi Tsuji.

Descritores: 1.Voz 2.Treinamento da voz 3.Qualidade da voz 4.Acústica da voz

USP/FM/SBD-048/10

*Senhor, dai-nos forças para mudar o que pode ser mudado;
Serenidade pra aceitar o que não pode ser mudado; e
sabedoria para distinguir uma coisa da outra.*

Aos meus pais, Norival e Maristela, que sempre me deram a oportunidade de escolher os caminhos e a estrutura para continuar caminhando em frente. Obrigada pelo exemplo de família, de caráter, de respeito, de responsabilidade, de amor, otimismo e fé.

Orgulho-me de tê-los como pais.

Ao meu marido Adriano, amor da minha vida, meu porto seguro, presença constante em todos os momentos. Você me ensinou na prática o verdadeiro sentido da palavra “nós”. Obrigada por ter permanecido tão perto, mesmo nos momentos em que eu estive, mentalmente, tão distante.

À minha filha Júlia, por existir de forma tão intensa em minha vida, fazendo com que eu reestruturasse meus horários, redimensionasse meus valores e modificasse a ordem de importância das coisas. Você é e sempre será a minha estrelinha que espalha luz por onde passa.

A minha irmã Fátima, pelo incentivo no árduo processo de fazer escolhas, de sair da segurança da superfície e arriscar o fascinante desafio de mergulhar em águas mais profundas.

A vocês dedico este trabalho e todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido orientador Dr. Domingos Hiroshi Tsuji, pelo incentivo e confiança depositados em mim desde o início da minha carreira e pela oportunidade de eu fazer parte do seu grupo e aprender muito mais do que a ciência pode ensinar. Seus comentários, sugestões e até mesmo o seu silêncio foram essenciais para a construção deste trabalho e de minha formação profissional. A você, “mestre”, o meu respeito e admiração.

A Dr. Kátia Nemr, que tive o prazer de conhecer e conviver nestes últimos anos. Muito obrigada pelo acolhimento, disponibilidade, pelas ricas sugestões e, principalmente, pelos sábios conselhos. Espero poder retribuir tudo o que você tem me proporcionado de bom, tanto do lado profissional quanto do humano. Serei eternamente grata à você.

Ao Dr. Luis Ubirajara Sennes, pelo profissionalismo, otimismo e seriedade pelo qual desempenha o seu papel de coordenador. Você consegue deixar as regras do mundo acadêmico muito mais leves com o seu sorriso fácil. Obrigada pelo apoio.

À fonoaudióloga Maysa Tibério Ubrig-Zancanella, pela parceria neste processo de formação. Compartilhar com você os momentos de pesquisa, estudo, discussão, risos e lágrimas foi um prazer. Você foi um exemplo de garra e determinação. Todo o sucesso e felicidade estão reservados para você.

À fonoaudióloga Gislaine Ferro Cordeiro, pela teimosia que nos permitiu ter ricas discussões e aprendizado. Você foi a prova viva de que as diferenças

são complementares e necessárias para qualquer processo de crescimento. Obrigada pela amizade e pelo comprometimento em todos os momentos que precisei.

À fonoaudióloga Maria Gabriela B. Cunha, por ter a habilidade de nos fazer rir quando o trabalho fica pesado demais. Ter acompanhado você no processo de construção de sua carreira me fortalece e me dá a certeza de que os esforços sempre valem a pena quando se faz de coração.

Ao Dr. Rui Imamura, pelos comentários e pelas sugestões sempre pertinentes e ricos de conhecimento, que, certamente, contribuíram muito para a construção deste trabalho.

Ao Dr. Flávio Sakae, que acompanhou de perto o processo inicial de construção desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

A Dr. Adriana Hachiya, pela amizade, sugestões e pelo lindo trabalho de pesquisa desenvolvido que me serviu de modelo em vários momentos. Muito obrigada.

A Dra Maria Valéria S. Goffi-Gomez pela valiosa contribuição durante o meu exame de qualificação.

Ao Dr. Ronaldo Frizzarini e Dr. Luíz Figueiredo pela amizade, pelas ricas discussões e pelos gostosos (e necessários) momentos de descontração.

Aos amigos e companheiros de pós-graduação Rogério Bühler, Elza Maria Lemos e Roberta Garcia, pelo companheirismo e solidariedade sempre presentes.

Aos funcionários da Disciplina de Otorrinolaringologia Marcia, Luci e Marileide, pela paciência, atenção e disponibilidade. Vocês são ótimas.

Aos meus grandes amigos de toda a vida Rosana Passos e Jenner de Paula. Tenho a honra de compartilhar com vocês mais este sonho.

À minha amiga e sócia Dra. Fabíola Ferrer Del Nero Mecca, por ter sido o meu lado racional, meu modelo de organização e lógica de pensamento. Estes anos de trabalho ao seu lado só me fizeram crescer. Sou sua fã.

À Profa. Eliana De Martino, pela garra de uma grande diretora, exemplo de chefia e liderança. Sinto-me privilegiada por fazer parte da sua equipe e por tê-la como amiga.

À Dra. Mara Behlau e aos amigos do Grupo RACC, que me nutrem de conhecimento e motivação a cada encontro.

À Dra. Elisabete Carrara De Angelis pelo profissionalismo e entusiasmo demonstrados durante as aulas de graduação. Você teve grande influência na minha escolha profissional pela área de voz. Obrigada.

À Profa. Edna Arcuri, pela postura criteriosa frente à leitura deste trabalho, por suas valiosas contribuições e seu exemplo de que é possível conciliar a vida profissional, pessoal e familiar com sucesso em todas elas.

Aos meus querido Alunos do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Guarulhos, que foram extremamente compreensivos comigo nesta fase final de doutorado. Obrigada pela torcida e pela possibilidade de aprender ensinando.

À Universidade Guarulhos (SP), onde tive a oportunidade de ingressar na carreira acadêmica e vivenciar momentos inesquecíveis.

Aos Técnicos do Laboratório de Rádio e TV da Universidade Guarulhos, em especial ao Marquinhos, pela paciência e pela ajuda na edição das vozes.

Ao querido Edson Guapiara, pelo trabalho de editoração. Obrigada pela disponibilidade todas as vezes que precisei.

Aos estatísticos Euro e Maeda, que contribuíram, assessoraram e me ajudaram em diferentes fases deste trabalho.

Às professoras Janice Yunes e Andréa Portella, pela cuidadosa revisão do Português e do Inglês.

SUMÁRIO

Normas para publicação do Journal of Voice

Artigo submetido

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS

RESUMO

SUMMARY

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	6
3	REVISÃO DA LITERATURA	8
3.1	Bases da Fisiologia do Exercício.....	9
3.2	Característica do Músculo Tireoaritenóideo (TA) e Fisiologia do Exercício.....	13
3.3	Nódulos de Pregas Vocais	15
3.4	Avaliação Vocal	17
3.4.1	Análise perceptivo-auditiva da voz.....	17
3.4.2	Análise acústica da voz	20
3.5	Fadiga Vocal e Hidratação	23
3.6	Eficácia e Duração do Treinamento Vocal.....	25
3.7	Exercício de Vibração Sonorizada de Língua	29

4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	35
4.1	Casuística	36
4.2	Métodos	38
4.2.1	Distribuição dos sujeitos	38
4.2.2	Registro vocal	39
4.2.3	Descrição dos exercícios	40
4.2.4	Análise de resultados	43
4.2.5	Análise de desempenho do exercício experimental	47
4.2.6	Análise estatística	47
5	RESULTADOS	49
5.1	Características dos Pacientes Incluídos no Estudo	50
5.2	Análise perceptivo-auditiva	50
5.3	Análise Acústica	60
5.4	Análise de Desempenho do Exercício Experimental	66
6	DISCUSSÃO	68
6.1	Delineamento do Estudo e Metodologia	69
6.2	Análise Perceptivo-Auditiva e Acústica da Voz	73
6.3	Desempenho do Exercício Experimental (EVSL)	80
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
8	CONCLUSÕES	85

ANEXOS	87
Anexo 1	88
Anexo 2	89
Anexo 3	93
Anexo 4	94
Anexo 5	95
Anexo 6	97
Anexo 7	98
 REFERÊNCIAS	 99

JOURNAL OF VOICE

Instructions for Contributors

Electronic manuscript submission is mandatory at
<http://ees.elsevier.com/jvoice>

Editorial Office

Electronic Submissions: <http://ees.elsevier.com/jvoice>
Email: journal@voicefoundation.org (general correspondence)
Please address all non-Internet correspondence to:

Robert T. Sataloff, M.D., D.M.A., F.A.C.S.

Editor-in-Chief, *Journal of Voice*
1721 Pine Street
Philadelphia, PA 19103
Telephone: 215-735-7999
Fax: 215-735-9293

Scope

The *Journal of Voice* includes clinical and research articles that are of interest to voice professionals of all backgrounds. Papers are solicited on all aspects of voice, including basic voice science, acoustics, anatomy, synthesis, medical and surgical treatment of voice problems, voice therapy, voice pedagogy, and studies in other areas that increase knowledge of normal (including performance) and abnormal vocal function in adults and children. Review articles will also be considered.

Manuscript Submission

All manuscripts must be submitted via the Elsevier Editorial System (EES) at <http://ees.elsevier.com/jvoice>. You will be instructed to enter the manuscript title, type, authors, abstract, and keywords and to upload your cover letter, manuscript text (including references, figure legends, etc.), and figures (see below for further information on figures). It is advisable to save the complete manuscript as a word-processing document (MS Word is preferred) and then upload it into EES.

All manuscripts are required to include line numbering in the body of the paper. This step must be completed before the manuscript is uploaded into EES. The following steps indicate how to include line numbering in the preferred word processor, Microsoft Word.

1. On the **File** menu, click **Page Setup**, and then click the **Layout** tab.
2. In the **Apply to** box, click **Whole Document**.
3. Click **Line Numbers**.
4. Select the **Add line numbering** check box, and then select the options desired.

All materials submitted for publication, including solicited articles and supplements, are subject to editorial review and revision. Only previously unpublished material will be considered for publication. Material submitted to the *Journal* must not be under consideration for publication elsewhere. All accepted manuscripts become the property of the *Journal* and may not be reproduced without the written permission of the Editor and the Publisher.

Duplicate Publication

Duplicate submission and redundant publication are prohibited. "Duplicate submission" occurs when an author submits a

manuscript simultaneously to two or more journals, without notification and concurrence of the Editor-in-Chief of each journal. "Redundant publication" involves publication of a article that overlaps substantially with one already published in print or electronic media. The overlap may be in data, content or both. "Salami slicing," or publishing portions of data from the same study in multiple journals, commonly constitutes duplicate publication. Duplicate publication and redundant publication are considered unethical.¹ It is the responsibility of the senior/corresponding author to vet all manuscript data for completeness, validity, redundant or duplicate content in advance of submission. If an author has any questions regarding the interpretation of duplicate or redundant publication, it is his/her responsibility to bring the question to the attention of the Editor-in-Chief prior to review or publication of the manuscript.

¹Johnson JT, Niparko JK, Levine PA, Sataloff RT, et al. Editorial: Standards for Ethical Publication. *Laryngoscope*, 2007; 117(1):1-2.

Copyright

In compliance with current U.S. Copyright law, transfer of copyright from author to publisher or its designee must be explicitly stated in writing to enable the publisher to assure maximum dissemination of the author's work. A copy of the agreement, executed and signed by the author(s), is required with each manuscript submission. The form to be used is available from the Editor and Publisher. No manuscript can be published without a signed copyright transfer.

Form of Manuscript

Manuscripts should be submitted in English. The paper should be divided into sections with appropriate section headings. Pages must be numbered sequentially with the first page of the manuscript being page 1 (title page and abstract page are not numbered). Authors are cautioned to type, where possible, all mathematical and chemical symbols, equations, and formulas and to identify all unusual symbols the first time they are used. Author(s) will use the *American Medical Association Manual of Style*, 9th ed., as a reference guide for writing purposes.

Cover Letter

Please include a cover letter indicating the name, mailing address, email address, telephone number, and fax number of the person to whom correspondence, proofs, and reprint requests are to be sent.

Title Page

The title page should contain the title, list of authors with affiliations, and complete mailing address, email address, telephone number, and fax number of the author to whom correspondence, proofs, and reprint requests are to be sent. If the research was presented at a meeting, the name of the meeting, location, and date should be given.

Abstract

The abstract must be included twice—once alone, where indicated by EES, and once as a part of the whole manuscript. It

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

should be factual, comprehensive, and presented in a structured abstract format. Limit the abstract to 250 words. Do not cite references in the abstract. Limit the use of abbreviations and acronyms. Use the following subheads: Objectives/Hypothesis, Study Design (randomized, prospective, etc.), Methods, Results, and Conclusions. Abbreviations and general statements (e.g., "the significance of the results is discussed") should be avoided.

Body of Paper

The beginning of the manuscript should be an introduction to the topic discussed including references to related literature, followed by a statement of the purpose and, where applicable, specific questions to be answered by the research. Typically, this section is followed by labeled sections with a sequence similar to Methods, Results, Discussion, and Conclusions.

References

References should follow the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (<http://www.icmje.org>). References are to be supplied in order of citation in the text, numbered consecutively, and typed double-spaced. Sample references are given below of a journal article and a book.

1. Sataloff RT. Professional singers: the science and art of clinical care. *Am J Otolaryngology*. 1981;2: 251-266.
2. Sataloff RT, Myers DL. Cancer of the Ear and Temporal Bone. In: Gates, Ed. *Current therapy on Otolaryngology-Head & neck surgery*. 3rd ed. Toronto and Philadelphia: B.C. Decker; 1987:157-160.

Volume and issue numbers, specific beginning and ending pages, and name of translator should be included where appropriate.

Journal title abbreviations should follow the practices of *Index Medicus*. Provide all author names when there are seven or fewer co-authors. If there are more than seven co-authors, list only the first three and use et al. Authors are responsible for the bibliographic accuracy of all references. "Personal communications" and "unpublished observations" should be indicated within the text but excluded from the reference list (such communications and observations should be used only with the permission of those cited).

Symbols and Abbreviations

Use of symbols and abbreviations should conform to those provided by professional standards publications such as the American National Standard Letter Symbols and Abbreviations for Quantities Used in Acoustics Y10.11-1984, and the American National Standard Acoustical Terminology S1.1-1994. These two publications are available from the American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, NY 10018, 212-642-4900.

Accuracy of Data

For all studies dealing with instrumental quantities, a statement of the "error of measurement" should be included. For studies dealing with judgments, a statement concerning the procedure for determining the "reliability" of the judgments is expected.

Glossary

Authors are encouraged to define or explain jargon, and technical or novel language (or expressions) for terms not commonly known across the audiologic professions. These terms and explanations can be placed in a glossary table. If few, the terms can be explained in the text.

Tables

All tables must be cited sequentially in the text, numbered, and supplied with suitable explanatory legends and headings. Tables should not be supplied typed within the body of the manuscript. They must be separately uploaded into EES. Tables should be self-explanatory and should supplement, rather than duplicate, the material in the text.

Figures and Illustrations

All figures and illustrations must be cited sequentially in the text, numbered, and supplied with legends. Figures, illustrations, and legends should not be supplied within the body of the manuscript. Each individual figure must be separately uploaded into EES. Legends to figures should be brief, specific, and explanatory. They should not unduly repeat information already given in the text. Magnification and stain should be provided where appropriate. All photographs and illustrations documenting any postoperative change must be labeled with the postoperative interval.

Figures should be submitted in electronic format, preferably in EPS or TIF format. Figures should be created using graphics software such as Photoshop or Illustrator. DO NOT USE PowerPoint, Corel Draw, or Harvard Graphics. COLOR figures submitted with the manuscript will appear in black and white in print unless the author agrees to pay fees associated with color reproduction. They will appear on the website in color at no extra charge. When color images appear in print in black and white, the black and white contrast will diminish, so choose distinct color contrasts and/or patterns for best conversion to black and white images.

If a color image is accepted for print, it must meet the following specifications: CMYK at least 300 dots per inch (DPI). Gray scale images should be at least 300 DPI. Combinations of gray scale and line art should be at least 600 DPI. Line art (black and white or color) should be at least 1200 DPI. The author may be responsible in part for costs associated with reproducing illustrations in color and special artwork. Information on the extra charges can be obtained by calling Elsevier at 1-800-325-4177.

For manuscripts that contain PHOTOGRAPHS OF A PERSON, submit a written release from the person or guardian, or submit a photograph that will not reveal the person's identity (eye covers may not be adequate to protect patient identity).

If a figure has been taken from previously copyrighted material, the legend must give full credit to the original source, and letters of permission must be submitted with the manuscript. Articles appear in both the print and online versions of the *Journal*, and wording of the letter should specify permission in both forms of media. Failure to get electronic permission rights may result in the images not appearing in the online version.

Video/Audio Clips

The *JOV* invites authors to submit video/audio clips to be published on the Journal's website at www.jvoice.org as illustrations or recordings incorporated in an article that the author is submitting for publication. All video/audio clips are subject to peer review.

Copyright for all video/audio clips published on the Journal's website will be held by the Voice Foundation.

Video clips must be limited to no more than 1 minute in length and no more than 10 MB in file size. Videos must be submitted in either MPEG or QuickTime format. Authors who want their videos accessible in a streaming format must also provide either a single SureStream file or 3 uniquely named single-rate clips (28.8, 56, T1) with a SMIL file to list the bandwidth choices. Video clips must meet production quality standards to be

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

published on the web so that modifications or editing by the editorial office are not needed. The Journal can accept only video submissions that meet the Journal's formatting and image quality requirements. Authors will be notified if there are any problems with submitted files and asked to resubmit modified files. Image editing and correct formatting are the author's responsibility.

Video clips accepted for publication will be posted on the Journal's website in both nonstreaming QuickTime or MPEG format for optimal image quality and in a streaming video format for those who prefer faster downloading.

Audio clips must be limited to no more than 10MB in file size. Audio clips must be submitted in MPEG format.

Proofs and Reprints

All manuscripts are subject to copyediting. The corresponding author will receive page proofs to check the accuracy of typesetting. Authors may be charged for any alterations to the proofs beyond those needed to correct typesetting errors. Proofs must be checked carefully and returned within 48 hours of receipt. The author is responsible for all statements in the article.

A reprint order form will be sent to the corresponding author when the article is sent to the publisher for publication. Reprints are normally shipped four to six weeks after publication of the issue in which the article appears.

Proofs, reprints orders, and all inquiries concerning items in production should be sent to Issue Management, Elsevier, 1600 John F. Kennedy Blvd., Suite 1800, Philadelphia, PA 19103-2899 (Tel. 1-800-523-4068).

Peer Review

Manuscripts received by the *Journal* are read by two or three reviewers who are knowledgeable in the topic in question. The role of the reviewer(s) is to read the manuscript critically, comment on possible or needed changes, and assist the Editor in making a decision concerning the acceptance or rejection of the manuscript for publication. Final page proofs sent to the author(s) can be changed only minimally.

Research Subjects

Research studies reported in manuscripts submitted to the *Journal of Voice* must abide by the ethical principles for the protection of human and animal subjects. The *Journal* endorses those principles found in the Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects (1979, Office of the Protection from Research Risks Report, Bethesda, MD: U.S. Dept. of Health and Human Services); the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (DHEW Publication No. (NIH) 80-23, Revised 1978, Reprinted 1980, Office of Science and Health Reports, DDR/NIH, Bethesda, MD 20205); and the World Medical Association Declaration of Helsinki guidelines (JAMA. 1997;277:925-926). To be considered for publication, studies involving human research subjects ordinarily require a statement indicating Institutional Review Board approval and/or compliance with the Guidelines specified.

Guide to Style

Authors are encouraged to consult "A Guide to Style for *Journal of Voice*," which can be found at www.voicefoundation.org and www.jvoice.org.

**The Relation between Tongue Trill Performance Time and Vocal
Changes in Dysphonic Women.**

Corresponding author:

Marcia H. M. Menezes

Rua Bartolomeu de Gusmão, 127; 07024-010, Guarulhos, São Paulo, Brazil.

07024-010

e-mail: mmmenezes@uol.com.br

telephone: 55 11 24099206 or 55 11 99672772

**The Relation between Tongue Trill Performance Time and Vocal
Changes in Dysphonic Women.**

Marcia H. M. Menezes

Maysa Tibério Ubrig-Zancanella

Gislaine Ferro Cordeiro

Maria Gabriela B. Cunha

Kátia Nmer, MD

Domingos Hiroshi Tsuji, Phd

**From the Department of Otolaryngology - The University of São Paulo
School of Medicine, São Paulo, Brazil.**

ABSTRACT

Objective: Assess the relation between tongue trill performance time and auditory perception and acoustic changes, in dysphonic women.

Study Design: prospective clinical study, intra-subject comparison.

Methods: Twenty-seven women who have vocal nodules were in the experimental group (tongue trills), and ten were also in the control group (placebo exercises). The voices were recorded pre and post experimental and placebo exercises at the first (m1), third (m3), fifth (m5) and seventh (m7) minutes of performance. These recordings were randomized and the auditory perception and acoustic were analyzed, both individually, according to the CAPE-V protocol, and in pairs, identifying the better voice. The voice acoustic measures were carried out with the VoxMetria software (CTS -Brazil).

Results: In the experimental group, the CAPE-V results show a predominance of vocal improvement, statistically proven, at m5 of tongue trill exercises with the best overall rating, the least roughness and breathiness, as well as pitch level increase. At m7, strain was significantly higher. In the paired comparison analysis, voices at m5 were considered the best of all moments. There was a gradual increase of the F_0 and GNE after m3 and a decrease in noise as of m1. In the control group, vocal changes were discrete and inferior to those in the experimental group.

Conclusion: Tongue trill performance time interfered in the vocal response of dysphonic women with positive response predominance at m5. At m7 there was an increase of vocal tension and a drop in vocal quality.

Key words: voice, voice training, voice quality

INTRODUCTION

Vocal training is an intervention of behavioral and muscular aspects. The latter comprises indirect techniques which focus on vocal hygiene practices and knowledge of the auditory system physiology. The muscular aspects comprise direct intervention techniques concerning the subjacent physiological, essential for improving structural and functional conditions of the vocal system.

Vocal exercises are part of the direct approaches which comprise voice training and are used to change vocal standard. It is used in speech therapy to improve procedures as well as rehabilitate altered voices. In both cases, the performance is divided into structured sessions with specific objectives. Exercises are selected to fix the motor adjusts needed to restructure the vocal standard ². Among the many voice training exercises in the literature, the tongue trill stands out for its popularity and broadness. Tongue trill enables the interaction between the glottis and supra-glottis, and the partially occluded vocal tract. In this case, intra-oral pressure is generally higher behind the tongue occlusion point in the alveolodental and lower in the glottis; there is an increase in the internal vibration sensation, decrease in the vocal fold closure quotient due to the oscillation of vocal folds slightly abducted and retroflex pressure in the vocal tract. Therefore, the glottal airflow and the folds collision are minimized ^{3, 4}.

The tongue trills meet the goals established for the vocal nodules treatment, which is to balance the air and muscle strengths, enable the positioning of the partially open larynx during the phonation, and, in doing so, dimi-

nishing the collision between the vocal folds, as well as restoring the tissue biomechanical function ^{5, 6}.

Although the studies refer to the positive effect of tongue trills there are controversies regarding the best time it should be carried out. Menezes, et al. (2005) ⁷ observed that the performance time and the gender interfered in the vocal responses in normophonic subjects, and there was a predominance of positive vocal responses only up to the third minute of performance for women, and up to the fifth minute for men. After that time, there was a sizable increase of the vocal signals and symptoms which indicate fatigue. The researchers suggest that a 7-minute performance of the tongue trills may be considered as an overdose of the exercise, which makes them inadvisable.

The direct actions contained in the vocal training are only possible by means of the exercises repetition, which causes changes on the original vocal standard. It is up to the speech therapist to choose the most appropriate exercise to be performed in each case, as well as establishing the frequency, intensity and how long it should be carried out. An inadequate performance time prescription may harm the expected vocal performance instead of reaching it successfully ^{8, 9, 10}.

It is imperative that there are, in the speech therapy clinical practice in the voice area, studies which may guide the professional in the construction of training programs, as well as exercise performance time as a variable which may interfere in the therapeutic success.

METHOD

The study comprised 27 consecutive female patients, ranging from 18 to 42 years old, with an otolaryngology diagnosis of vocal nodules, obtained by means of an otolaryngology medical assessment, and a laryngostroboscopy, carried out through the conventional methodology, with the same equipment and by the same medical team from the Meeting of Voice from the Hospital das Clínicas at the São Paulo University Medical School, with vocal complaints and persistent mild or moderate dysphonia, classified by three speech therapists of the service as G1 or G2, according to the GRBAS scale¹¹; having the ability to carry out the -experimental exercise; and the finger taping -placebo exercises, correctly and comfortably, which was verified by the researchers.¹²

Smoking subjects, with diagnosis for other larynx lesions in addition to the vocal nodules were excluded, as well as those presenting a degree of intense dysphonia (G3, according to the GRBAS scale), having previous experience with vocal training and tongue trills performance, being a professional singer, being on your period on the test's day, having difficulty carrying out the experimental exercises (tongue trills) or placebo (finger taping).

The 27 subjects of the research were part of an experimental group (EG), which carried out the tongue trills. Ten of them were part both of the experimental group and the control group (CG), carrying out both the tongue trills and the FT.

The voice material used for the acoustic and auditory perceptual analysis consisted of the sustained emission of the [é] vowel sound, at comfortable intensity and frequency, chosen by the subjects themselves, which should be

done as naturally as possible.

The voice recording was made in a silent environment, directly into a desktop Pentium II computer, *off board* sound board (SOUND BLASTER AUDIGY 7.1), in the Soud Forge 6.0 software, with the frequency rate of 44.100 Hz, with head microphones, one-way, straight answer band, PLANTRONICS brand (ECM 909 model), placed 1 cm away from the mouth's tip, diagonally, with direction capturing angle at 45 degrees.

The voices were recorded in two groups, experimental and control groups, at two different moments: pre-exercise (moment 0) e post-exercise, in different moments: 1st minute (m1), 3rd minute (m3), 5th minute (m5), as well as 7th minute (m7). The exercises performance time was measured in an OREGON® digital chronometer.

The 10 subjects who joined both the experimental group (EG) and the control group (CG) carried out firstly the placebo exercise, followed by the experimental exercise, with a 5-minute break between them.

Both exercises were carried out for 7 minutes and introduced to the study subjects similarly. The researcher gave the same importance emphasis to both the experimental and the placebo exercises.

The voice auditory perceptual analysis was carried out both individually (one to one) by means of the CAPE-V protocol and in pairs (comparatively).

For the individual analysis the voices of the experimental group and those of the control group were casually randomized and presented, in a single session, to three judges. After hearing each of the voices the judges recorded their opinions at the CAPE-V protocol.¹³

For the comparative auditory perceptual analysis an edition of the voices in pairs was made, with no cuts, by means of the SOUD FORGE 6.0 software, with a one-second break between one voice and the next. The first voice in each pair was named voice A and the second one, voice B. For each pair of voice heard the judges were instructed to regard whether the voices were the same, or if one of them is better than the other (A or B). Following, the judges should point out which reason(s) took them to make their choice according to the aspects contained in the CAPE-V. In addition to that, they were able to add any other relevant reason in the auditory perceptual analysis in a gap designed to that goal.

The individual and paired auditory perceptual analysis were made by the same judges, speech therapists, blind, with over 10-year experience in voice analysis, with no previous knowledge on the analyzed voices, with a 2-month break between the analyses. For both of them 10 % of the sample total was repeated, so that the reliability of the intra-subject test could be accomplished.

The voice acoustic measures were carried out with the VoxMetria software (CTS, 2.7h version, Brazil) in the Vocal Quality function, taking into account just the vowel's central region (3 seconds). The acoustic values were captured by means of a statistical report, supplied by the software itself, regarding the following parameters: fundamental frequency, jitter, shimmer, Glottal to noise excitation (GNE), irregularity and noise.

Regarding the voices individual analysis, both for the hearing and the acoustic perception, the ANOVA test was performed in order to identify diffe-

rences between the analyzed moments in the intra-groups and inter-group situations (experimental and control). In case of significant differences in the auditory perceptual analysis there was the use of Tukey Multiple Comparisons Test, in order to locate at which moment this difference took place. In order to compare the acoustic results between the experimental and the control groups, the t-pair Test was performed. Chi-square test was carried out to assess the percentage distribution of the paired auditory perceptual analysis.

A significance level of 5% (0.050) was adopted for all the statistical tests.

RESULTS

Auditory perceptual analysis

For the auditory perceptual analysis there was the accomplishment of the judges' reliability test, having the judges presented intra-class correlation coefficient between 0.69 and 0.85, which is considered reliable. The agreement of the judges ranged 80%, both in the individual and paired voices' auditory perceptual analysis.

According to the CAPE-V results the experimental exercise (tongue trill) caused significant changes in seven out of nine of the assessed parameters (Table 1). It was observed that at moment 1, there was a Loudness increase, at moment 3 there was a pitch increase, and as of moment 5, the voice was presented with a better overall severity, lesser roughness and lesser breathiness. However, at moment 7 the tension presented was sizably higher

in comparison to all the other moments (Figure 1).

Regarding the results in the control group there was improvement only in the overall severity as of the moment 5 (Table 2). All the other assessed parameters have not shown statistically significant change, demonstrating that the placebo exercise did not cause vocal changes.

The comparative analysis between the results from the experimental group and those of the control group is presented on Table 3. The groups are differentiated at moment 5, and the voices in the experimental group presented lower values for breathiness and roughness, low pitch and instability. At moment 3, only the pitch is higher in the experimental group and at moment 7 there is an increase in the vocal tension in this same group, which does not take place in the control group.

Table 3 shows the paired auditory perceptual analysis results. In the experimental group there is the predominance of vocal improvement in all post exercise moments, except for moment 7. No difference has been found between moments 1 and 3. Among moments 3, 5 and 7, at moment 5 positive responses prevailed, and at moment 7, negative responses did.

Moment 5 was considered better in comparison to moment 7, due to the fact it presented better overall severity, lesser roughness, lesser tension, lower instability and a better balanced resonance. (Table 4)

In the control group there was no observation at any moment of any statistically significant change, and there was a voices' maintenance prevalence before the placebo exercise (Table 5).

Figure 2 illustrates the comparative analysis between the voices in

the experimental and in the control groups. At moments 1 and 3 there was little difference between the groups; at moment 5 positive responses prevailed (60%) in the experimental group and at moment 7, the voices in the control group were considered better ones (70%), giving evidence of vocal worsening at this moment.

Acoustic Analysis

The experimental group acoustic analysis results demonstrated that the fundamental frequency, GNE and Noise were statistically different along the 7 minutes of the tongue trill performance (Table 6).

The fundamental frequency increased gradually at moments 1, 3 and 5, showing a slight decrease at moment 7. However, according to the Tukey Multiple Comparisons, it is only after moment 3 that this increase is statistically significant.

The GNE values increased significantly as of moment 3, keeping gradually higher up to moment 7. As of moment 1 the vocal noise diminished, keeping itself gradually lower up to moment 7. The jitter and shimmer changes were not statistically significant in the experimental group (Figure 3).

In the control group there was a value change in shimmer only at moment 7 (Table 7).

The fundamental frequency was the only distinguishing acoustic parameter in the comparison between the results of the experimental and control groups (Table 8 and Figure 4).

DISCUSSION

According to the results found both on the auditory and the acoustic perceptual analysis there was the predominance of vocal changes in the experimental group in comparison to the control group, and those presented specificities at the different moments studied.

At moment 1 there was a loudness increase and a Noise decrease. It probably took place due to the fact that the larynx and the tongue remain vibrating simultaneously during the tongue trills, with the use of only one air flow originated from the lungs, the subglottic pressure is necessarily higher³. The subglottic pressure increase and, consequently that of loudness, enhance the sound signal stability, decreasing the emission irregularities¹⁴.

The F_0 increased significantly as of moment 3 in the experimental group, which is directly associated to the increase of the subglottic pressure and that of the muscular tension^{15, 16, 17, 18}. The F_0 raise is compatible to the elevation in pitch identified in the acoustic perceptual analysis in this same moment.

Computer simulations suggest that partially occluded vocal tract exercises such as the tongue trills cause muscular changes, and the lateral cricoarytenoid muscle (LCA) activity cause muscular changes, and the activity is replaced by some more activity of a thyroarytenoid muscle (TA) activity¹⁹. The TA repetitive contraction during the tongue trill performance may result in a strength increase and that of the muscle volume right after the exercise, similarly to the severe hypertrophy which takes place in other skeleton muscles in the body^{20, 21}.

In addition to that it is necessary to favor a redistribution of the tension²² during the TA, dissipating it from the midpoint in the vocal folds, which tends to receive the maximum impact stress during hyperfunctional dysphonia. In normal phonation, mechanical stress was the least at the midpoint and the maximum at tendon attachments.²³ Thus, favoring the positive vocal changes, as well as the increase of the GNE, which also takes place at moment 3.

The higher the GNE values, the lower the noise in a series of pulses produced by the vocal folds oscillation, indicating greater vibration regularity²⁴. Both the GNE and the Noise values are acoustic parameters which evaluate the amount of turbulent air generated in the glottis during the phonation. These parameters show great correlation with the voice auditory perception²⁵.

Then, as of moment 5, it is possible to observe a statistically proved improvement in the voice overall severity, roughness, and breathiness. The source and filter interaction and the geometry similar to an inverted megaphone during the tongue trill performance favor high pressure, behind the constriction point in the filter (that is, behind the tongue) and lower pressure in the glottis³. Besides, this exercise allows the release of the frequently tense tongue in cases of hyper-functional dysphonia, with changes in the pharynx walls and in the mucosa of the vocal folds^{26, 27, 7}, decreasing the vibration irregularities and causing less roughness and breathiness vocal characteristics.

The tongue trill maintenance in the moment 7 caused vocal changes considered negative ones by the judges of this research. The reasons that justify the vocal worsening in the paired auditory perceptual analysis were the tension increase (higher at moment 7 than at moment 5), greater instability

and resonance imbalance. In addition to that, the overall degree and the roughness were considered the worst ones in this moment, however, with a lesser expression. A slight F_0 decrease in moment 7 was also observed. Although this drop is not statistically significant, it is possible to speculate that there was a change in the muscle tonus, mainly in the external bundle. This bundle is constituted mainly of type II muscle fibers, which allow fast contraction and little resistance to fatigue.^{28, 29, 30}

These findings suggest that 7 minutes of tongue trill performance is excessive and tends to harm the voice instead of bringing positive effects. The vocal worsening at this moment may be regarded as vocal fatigue, since it caused negative adaptation before the voice's lengthy use in such a situation³¹.

The lack of water ingestion during the exercise may have contributed to the decrease in the vocal performance at the moment 7^{32, 33, 34, 35, 36}. Future studies which associate the execution of tongue trills for a lengthy time and the water ingestion shall be carried out.

It is important to emphasize that the moments 1 and 3 in the experimental group were not enough to cause significant vocal changes, especially regarding the auditory perceptual analysis. Perhaps the muscle and pressure adjustments which cause positive vocal changes in individuals with nodules may take longer to take place, bearing in mind that in those cases there are already pre-set muscle and cellular patterns.³⁷

The jitter and shimmer values do not show statistically significant changes in the experimental group, demonstrating that these measures were little sensitive to identify the vocal changes caused by the experimental exercise.

The shimmer improvement and that of the overall severity in the control group may be justified by the vocal dynamic, the vocal rest during the finger exercise, the consecutive emissions of the tested vowel sound, and even the subject's concern about having a good performance during the voice's recording³⁸, as well as the learning possibility and vocal adjustments in repeated activities.³⁹

However the disproportion in modified parameters amount before tongue trills in comparison to the placebo exercise (11 to 2), points that the vocal changes before the tongue trill execution are a response to the muscle and functional adjustments in the larynx, and not only a result of the natural dynamic of the voice.

CONCLUSION

This study shows that the tongue trill performance time affected vocal responses in dysphonic women, with nodules.

At moments 1 and 3 changes were discrete, indicating these tongue trill performance time may be sufficient to promote positive vocal responses.

Predominance of positive responses took place at moment 5 with overall rating improvement, roughness and breathiness decrease, as well as pitch level, F_0 , GNE levels and noise levels increase.

At moment 7, there was a tension increase, greater instability and resonance imbalance. This performance time may be excessive, promoting negative responses.

REFERENCES

1. Ruotsalainen JH, Sellman J, Lehto L, Jauhiainen N, Verbeek JH. Interventions for preventing voice disorders in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007, Oct 17; (4): CD006372.
2. Partone C, Johns MM 3rd, Hapner ER. A Review of Patient Adherence to the Recommendation for Voice Therapy. *J Voice*. 2008; 22 (2): 192-6.
3. Titze IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res*. 2006; 49: 448 -59.
4. Gaskill CS, Erickson ML -The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *J Voice*. 2008; 22 (6): 634 -43.
5. Leonard R. Voice therapy and vocal nodules in adults. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009; 17: 453-457.
6. Verdolini K, Rosen CA, Branski RC. Classification Manual for voice disorders -CMDV -1. SID 3, Voice and Voice Disorders, ASHA, 2006.
7. Menezes M, Duprat AC, Costa HO -Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time. *J Voice*, 2005; 19 (1):61-70.
8. Saxon KF; Scheneider, CM. **Vocal Exercise Physiology**. San Diego: Singular, 1995.
9. Colton R e Casper JK. -Vocal Rehabilitation. In: _____ - **Understanding voice problems: a physiological perspective for diagnosis and treatment**. 2^a ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1996. P. 270-89.

10. Saxon KG, Berry SL. Vocal exercise physiology: Same principles, new training paradigms. *J Singing*. 2009; 66 (1): 51-57.
11. Hirano M. Clinical examination of voice. New York: Springer -Verlag, 1981, pp 81-4.
12. Karni A, Meyer Z, Adams MM, Turner R, Ungerleider LG. Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during skill learning. *Nature*. 1995; 377: 155 -158.
13. ASHA. Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). Sponsored by American Speech-Language-Hearing Association's Division 3: Voice and Voice Disorders, Department of Communication Science and Disorders, University of Pittsburgh. June 10-11, 2002. Cited 2003 Aug 12. Available from: www.asha.org.
14. Garrel R, Nicollas R, Chapus E, Ouaknine M, Giovanni A, Dougherty D. Voice improvement in unilateral laryngeal paralysis during loud voicing: theoretical impact. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007 oct 264 (10): 1201-5.
15. Titze IR. On the relation between subglottal pressure and fundamental frequency in phonation. *J Acoust Soc Am*. 1989; 85 (2):901-906
16. Hsiao T, Liu C, Luschei ES, Titze I. The effect of cricothyroid muscle action on the relation between subglottal pressure and fundamental frequency in a in vivo canine model. *J Voice*; 2001.15 (2):187-193.
17. Laukkanen A, Ilomaki I, Leppanen K, Vilkman E. Acoustic Measures and Self-reports of Vocal Fatigue by Female Teachers. *J Voice*, 2008; 22 (3): 283-289

18. Zhang K, Siegmund T, Chan RW, Fu M. Predictions of fundamental frequency changes during phonation based on a biomechanical model of the vocal fold lamina propria. *J Voice*. 2009; 23 (3):277-282.
19. Laukkanen A, Titze IR, Hoffman H, Finnegan E. Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatr Logop*. 2008; 60 (6):298–311.
20. McCarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak, MA, Vailas, AC. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1995; 27(3): 429-436.
21. Andersen JL, Schjerling P, Saltin B. Muscle, genes and athletic performance. *Sci. Am*. 2000; 283(3): 48-55.
22. Miller S -Voice Therapy for vocal fold paralysis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2004; 37 (1): 105-19.
23. Jiang JJ, Diaz CE, Hanson DG. Finite element modeling of vocal fold vibration in normal phonation and hyperfunctional dysphonia: implications for the pathogenesis of vocal nodules. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107 (7):603–610.
24. Michaelis D, Grams T, Strube H.W. Glottal-to-noise excitation ratio: a new measure for describing pathological voices, *Acta Acoust*, 1997; 83: 700–706.
25. Godino-Llorente JI, Osma-Ruíz V, Sáenz-Lechón N, Vilda-Gómez P, Blanco-Velasco M, Cruz-Roldan F. The effectiveness of glottal to noise excitation ratio for the screening of voice disorders. *J Voice*. 2009. in press.

26. McGowan RS. -Tongue-tip trills and vocal tract compliance. *J. Acoust. Soc. Am.*, 91 (5): 293-10, 1992.
27. Behlau M, Madazzio G, Feijó D, Azevedo R, Gielow I, Rehder MI - Aperfeiçoamento Vocal e Tratamento Fonoaudiológico das Disfonias. In: Behlau M. (org.) -**Voz: O livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. v.2. p. 409 - 528.
28. Imamura R, Yoshida Y, Hiroyuki F, Tadashi N, Hirano M. Thyroarytenoid muscle functional subunits based on morphology and muscle fiber typing in cats. *The Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2000; 110 (2): 158-167.
29. Minamoto VB. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2005; 12 (3): 50-5.
30. Alipour F, Titze IR, Hunter E, Tayama N. Active and Passive Properties of Canine Abduction/Adduction Laryngeal Muscles. *J Voice*. 2005; 19 (3):350-359.
31. Welham NV, MacLagan MA. Vocal fatigue: current knowledge and future directions. *J Voice*, 2003. 17 (1): 21 -30.
32. Verdolini-Marston, Titze I, Druke D. Changes in phonation threshold pressure with induced conditions of hydration. *J Voice*. 1990; 4 (2):142-151
33. Verdolini-Marston K, Sandage M, Titze I. Effect of hydration treatments on laryngeal nodules and polyps and related voice measures. *J Voice*. 1994; 8(1):30-47.
34. Vintturi J, Alku P, Lauri E-R, Sala E, Sihvo M e Vilkmán E. Objective analysis of vocal warm-up with special reference to ergonomic factors. *J Voice*, 2001; 15 (1) 36-53.

35. Sivasankar M, Ericson E, Schneider S, Hawes A. Phonatory effects of airway dehydration: preliminary evidence for impaired compensation to oral breathing in individuals with a history of vocal fatigue. *J Speech Lang Hear Res.* 2008, 51 (6): 1494-506.
36. Leydon C, Sivasankar M, Falciglia DL, Atkins C, Fisher KV. Vocal fold surface hydration: a review. *J Voice*, 23 (6): 658-665. 2009.
37. Karkos PD, Mc Cormick M. The etiology of vocal fold nodules in adults. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009; 17 (6): 420 -3.
38. Ferrand CT. The effects of time constraints on phonatory stability in normally speaking adult women. *Journal of Voice*, 1998; 12 (2): 175 -181.
39. Gelfer MP, Pazera JF. Maximum duration of sustained /s/ and /z/ and the s/z ratio with controlled intensity. *J Voice*, 2006; 20 (3): 369 -79.

Table 1. Results of auditory perception quantitative analysis (CAPE–V) of the Experimental Group at pre exercise moment and at (m0) post exercise (m1, m3, m5 e m7)

Parameters	Moments of the Experimental Group					ANOVA (p)	Tukey Multiple Comparisons
	m0	m1	m3	m5	m7		
Overall Severity	Mean	42,3	39,8	39,7	36,9	37,0	0,0004 *
	SD	6,7	6,1	7,6	6,0	6,2	
Roughness	Mean	36,1	34,4	35,3	31,5	32,5	0,0077 *
	SD	6,1	6,0	7,7	7,3	6,1	
Breathiness	Mean	34,5	34,4	33,2	28,6	29,9	<0,0001 *
	SD	7,6	5,2	6,5	7,6	5,8	
Strain	Mean	18,3	19,5	20,5	20,8	22,9	0,0216 *
	SD	5,5	5,7	4,3	4,4	7,6	
Low Pitch	Mean	12,1	10,0	7,8	7,8	7,4	0,1129
	SD	9,0	8,5	9,1	1,06	9,8	
High Pitch	Mean	6,5	10,1	19,3	16,1	18,5	<0,0001 *
	SD	7,6	8,0	12,1	12,4	9,9	
Loudness (loud)	Mean	4,2	1,2	1,3	3,9	3,2	0,0306 *
	SD	5,5	3,6	3,6	4,6	5,4	
Loudness (soft)	Mean	3,3	1,2	1,0	0,5	0,0	<0,0001 *
	SD	4,1	2,7	2,4	1,7	0,0	
Instability	Mean	21,1	23,1	25,8	23,8	25,7	0,0519
	SD	7,5	8,8	8,8	7,0	5,5	

(*) -Less than 0.05 was considered statistically significant

Table 2. Results of auditory perception analysis (CAPE–V) of the Control Group at pre exercise moment (m0) and at post exercise (m1, m3, m5 e m7)

Parameters		Moments of the Control Group					ANOVA (p)	Tukey Multiple Comparisons
		m0	m1	m3	m5	m7		
Overall Severity	Mean	40,4	37,8	38,3	35,2	35,0	0,0083 *	m0 > m5 = m7
	SD	5,3	3,9	4,7	5,4	5,5		
Roughness	Mean	35,2	33,5	32,7	31,8	30,9	0,0548	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	4,2	5,6	4,4	2,8	5,3		
Breathiness	Mean	34,0	32,4	33,1	33,8	30,9	0,3256	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	5,1	6,1	4,9	4,6	5,6		
Strain	Mean	17,6	21,3	21,0	19,9	20,1	0,1280	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	3,6	4,0	4,1	3,5	5,4		
Low Pitch	Mean	13,0	10,9	12,6	15,6	10,2	0,5826	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	10,2	10,3	6,9	9,8	8,4		
High Pitch	Mean	7,6	9,0	9,6	9,9	15,6	0,2469	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	9,0	10,5	9,3	8,9	11,9		
Loudness (loud)	Mean	2,1	0,8	0,8	0,4	2,9	0,3767	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	4,4	1,7	1,7	1,3	6,9		
Loudness (soft)	Mean	2,9	2,3	0,5	0,6	1,2	0,1100	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	4,9	4,0	1,6	2,0	2,5		
Instability	Mean	21,1	23,7	23,7	24,3	23,7	0,6777	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	SD	6,3	5,6	6,6	3,4	6,1		

(*) - Less than 0.05 was considered statistically significant

Table 3. Comparison of results from auditory perception quantitative analysis (CAPE–V) of Experimental and Control Groups at pos exercise moment (m1, m3, m5 and m7)

Parameters	Moment 1				Moment 3				Moment 5				Moment 7				
	EG	CG	T-test (p)	Result	EG	CG	T-test (p)	Result	EG	CG	T-test (p)	Result	EG	CG	T-test (p)	Result	
Overall Severity	Mean	38,7	37,8	0,633	E = C	36,5	38,3	0,438	E = C	33,7	35,2	0,523	E = C	37,4	35,0	0,318	E = C
	SD	5,0	3,9			9,0	4,7			5,0	5,4			5,8	5,5		
Roughness	Mean	32,2	33,5	0,519	E = C	32,3	32,7	0,893	E = C	26,9	31,8	0,004 *	E < C	32,3	30,9	0,513	E = C
	SD	5,3	5,6			9,6	0,044			5,4	2,8			6,1	5,3		
Breathiness	Mean	38,7	37,8	0,337	E = C	36,5	38,3	0,348	E = C	33,7	35,2	0,006 *	E < C	37,4	35,0	0,950	E = C
	SD	5,0	3,9			9,0	4,7			5,0	5,4			5,8	5,5		
Strain	Mean	20,7	21,3	0,823	E = C	20,9	21,0	0,974	E = C	19,6	19,9	0,908	E = C	27,5	20,1	0,041 *	E > C
	SD	7,2	4,0			5,7	4,1			4,9	3,5			7,9	5,4		
Low Pitch	Mean	10,2	10,9	0,797	E = C	5,7	12,6	0,048 *	E < C	5,7	15,6	0,007 *	E < C	5,3	10,2	0,155	E = C
	SD	8,5	10,3			5,9	6,9			7,7	9,8			9,1	8,4		
High Pitch	Mean	9,3	9,0	0,887	E = C	21,8	9,6	0,013 *	E > C	16,7	9,9	0,167	E = C	20,9	15,6	0,211	E = C
	SD	7,6	10,5			10,3	9,3			10,1	8,9			11,0	11,9		
Loudness (loud)	Mean	0,8	0,8	0,951	E = C	0,7	0,8	0,888	E = C	3,3	0,4	0,142	E = C	5,2	2,9	0,447	E = C
	SD	2,6	1,7			2,1	1,7			5,3	1,3			6,9	6,9		
Loudness (soft)	Mean	0,0	2,3	0,101	E = C	1,1	0,5	0,429	E = C	0,0	0,6	0,343	E = C	0,0	1,2	0,170	E = C
	SD	0,0	4,0			2,3	1,6			0,0	2,0			0,0	2,5		
Instability	Mean	19,8	23,7	0,157	E = C	23,0	23,7	0,804	E = C	18,9	24,3	0,017 *	E < C	23,9	23,7	0,927	E = C
	SD	7,3	5,6			9,4	6,6			5,1	3,4			0,040	0,061		

Abbreviations: SD = standard deviation; EG = Experimental Group; CG = Control Group

(*) -Less than 0.05 was considered statistically significant

Table 4. Results of auditory perception analysis at pair-moments 0–1, 0–3, 0–5, 0–7, 1–3, 3–5 and 5–7 of the Experimental Group

Voice Pairs of the Experimental Group																						
Voice Situation		m0 -m1		m0 -m3		m0 -m5		m0 -m7		m1 -m3		m3 -m5		m5 -m7								
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%							
Better		17	62,9	20	74,1	17	62,9	14	51,8	12	44,5	17	62,9	7	25,9							
Worse		7	25,9	5	18,5	6	22,3	13	48,2	9	33,3	5	18,6	16	59,30							
No change		3	11,2	2	7,4	4	14,8	0	0	6	22,2	5	18,5	4	14,8							
Total		27	100	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100							
Significance (p)		0,003*			< 0,001*			0,004*			0,847			0,368			0,005*			0,013*		

(*) - Chi-square Test

Table 5. Result of auditory perception analysis at pair moments 0–1, 0–3, 0–5, 0–7, 1–3, 3–5 and 5–7 of the Control Group

Pair Moments Analysed in the Control Group														
Voice Situation	m0 -m1		m0 -m3		m0 -m5		m0 -m7		m1 -m3		m3 -m 5		m5 -m7	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Better	2	20	4	40	4	40	3	30	3	30	3	30	2	20
Worse	2	20	2	20	2	20	1	10	2	20	1	10	2	20
No change	6	60	4	40	4	40	6	60	5	50	6	60	6	60
Total	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
Significance (p)	0,202		0,670		0,670		0,497		0,497		0,150		0,202	

(*) - Chi-square Test

Table 6. Results of the acoustic analysis in the Control Group at moments 0 (m0), 1(m1), 3 (m3), 5 (m5) and 7 (m7)

Parameters	m0	m1	m3	m5	m7	ANOVA (p)	Tukey Multiple Comparisons
F_0	Mean	204,179	215,685	221,589	227,992	219,695	m 0 < m 3 = m 5 = m 7
	SD	23,608	40,738	44,200	42,904	29,700	
<i>Jitter</i>	Mean	0,206	0,513	0,505	0,314	0,254	m 0 = m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	SD	0,175	1,322	1,131	0,589	0,424	
<i>Shimmer</i>	Mean	3,131	3,515	3,780	3,133	3,008	m 0 = m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	SD	1,136	2,090	3,446	1,289	1,195	
GNE	Mean	0,743	0,816	0,818	0,839	0,851	m 0 < m 3 = m 5 = m 7
	SD	0,206	0,173	0,176	0,153	0,129	
Irregularity	Mean	3,394	3,396	3,391	3,252	3,172	m 0 = m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	SD	0,855	0,867	1,011	0,803	0,765	
Noise	Mean	1,302	0,996	0,990	0,951	0,853	m 0 > m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	SD	0,851	0,699	0,725	0,632	0,532	

Abbreviations: SD = standard deviation; F_0 = Fundamental frequency; GNE = Glottal to Noise Excitation

(*) -Less than 0.05 was considered statistically significant

FIGURE 1. This graph shows the vocal response in the Experimental Group (EG) according to the CAPE-V parameters at moments 0, 1, 3, 5 e 7

FIGURE 2. This graph shows the auditory perception analysis comparing voices in the Experimental (EG) and Control Groups (CG) at moments 1, 3, 5 e 7

FIGURE 3. This graph shows the Fundamental frequency in the Experimental and (EG) Control Groups (CG) at moments 0, 1, 3, 5 e 7

-----Mensagem original-----

De: ees.jvoice.0.64fbe.71aac1db@eesmail.elsevier.com [mailto:ees.jvoice.0.64fbe.71aac1db@eesmail.elsevier.com] Em nome de Journal of Voice

Enviada em: segunda-feira, 11 de janeiro de 2010 17:25

Para: mmmenezes@uol.com.br

Assunto: Submission Confirmation for

Dear Marcia Moreira Menezes,

Your submission entitled "The relation between tongue trill performance time and vocal changes in dysphonic women" has been received by the Journal of Voice

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System of the journal as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/jvoice/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Elsevier Editorial System
Journal of Voice

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Composição do músculo esquelético.....	9
Figura 2	Organograma da distribuição dos grupos e número de sujeitos....	38
Figura 3	Representação esquemática do movimento de oposição de dedos utilizados como exercício placebo, de acordo com Karni (1995) e Souza (2008)	41
Figura 4	Representação gráfica das respostas vocais do Grupo Experimental de acordo com os parâmetros do Protocolo CAPE–V nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....	52
Figura 5	Representação gráfica das respostas vocais do Grupo-Controle de acordo com os parâmetros do Protocolo CAPE–V nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....	53
Figura 6	Representação gráfica da análise perceptivo-auditiva Pareada na comparação das vozes do Grupo Experimental (GE) x Grupo-Controle (GC) nos momentos 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)	60
Figura 7	Representação gráfica da frequência fundamental no Grupo Experimental nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7) ...	61
Figura 8	Representação gráfica dos valores de <i>shimmer</i> , do GNE e ruído do Grupo Experimental nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....	61
Figura 9	Representação gráfica dos valores de <i>shimmer</i> , do GNE e ruído do Grupo Controle nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....	62
Figura 10	Representação gráfica da frequência fundamental no Grupo Experimental (GE) e do Grupo Controle (GC) nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Métodos e terminologia da classificação de fibras Musculares	12
Quadro 2	Síntese da sequência de realização dos procedimentos do Grupo Experimental e do Grupo-Controle	42
Quadro 3	Distribuição das vozes editadas aos pares	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise de correlação intraclassa com o intuito de verificar o grau de concordância nas situações de teste–reteste para cada juiz51
Tabela 2	Resultados da análise perceptivo-auditiva (CAPE–V) do Grupo Experimental no momento pré-exercício (m0) e no pós-exercício (m1, m3, m5 e m7).....54
Tabela 3	Resultados da análise perceptivo-auditiva (CAPE–V) do Grupo-Controle nos momentos pré-exercício (m0) e no pós-exercício (m1, m3, m5 e m7).....55
Tabela 4	Comparação dos resultados da análise perceptivo-auditiva (CAPE–V) do Grupo Experimental e do Grupo-Controle nos momentos pós-exercício (m1, m3, m5 e m7).....56
Tabela 5	Resultado da análise perceptivo-auditiva pareada dos momentos 0–1, 0–3, 0–5, 0–7, 1–3, 3–5 e 5–7 do Grupo Experimental ... 58
Tabela 6	Análise semiquantitativa pareada dos parâmetros considerados para a escolha da melhor voz em cada par de vozes do Grupo Experimental59
Tabela 7	Resultado da análise perceptivo-auditiva pareada dos momentos 0–1, 0–3, 0–5, 0–7, 1–3, 3–5 e 5–7 do Grupo-Controle.....59
Tabela 8	Apresentação dos resultados da análise acústica no Grupo Experimental nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....63
Tabela 9	Apresentação dos resultados da análise acústica no Grupo-Controle nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7).....64
Tabela 10	Comparação entre os resultados das medidas acústicas do Grupo Experimental e do Grupo-Controle65
Tabela 11	Média do número de repetições do EVSL por período e tempo de sustentação de cada repetição66

Tabela 12	Resultado da <i>Análise de Correlação de Spearman</i> , para verificar o grau de relacionamento entre o número de repetições do EVSL e a melhora, piora ou manutenção vocal por período.....	67
------------------	--	----

LISTA DE SIGLAS

CAL	Cricoaritenoideo Lateral
CAP	Cricoaritenoideo Posterior
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CMDV	Classification Manual for Voice Disorders
CT	Cricotireoideo
ECR	Experimentos Clínicos Randomizados
EVSL	Exercício de Vibração Sonorizada de Língua
GC	Grupo-Controle
GE	Grupo Experimental
GNE	Glottal to Noise Excitation
IA	Interaritenoideo
MEC	Matriz Extracelular
MOD	Movimento de Oposição de Dedos
DTM	Disfonia por Tensão Muscular Primária
PAPAV	Protocolo de Análise Perceptivo-Auditiva da Voz
PSR	Proporção Sinal Ruído
PSS	Power and Sample Size
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
STF	Slow Tonic Muscle Fibers
TA	Tireoaritenoideo
TVSO	Trato Vocal Semiocluído

RESUMO

Menezes, MHM. *Análise perceptivo-auditiva e acústica da voz relacionada ao tempo de execução do exercício de vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos vocais* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009. 158 p.

A presente pesquisa teve como objetivo verificar se o tempo de execução do exercício de vibração sonorizada de língua interfere nas respostas perceptivo-auditivas e acústicas da voz em mulheres com nódulos vocais. Além disso, se propôs identificar em qual momento há predomínio de respostas vocais positivas e negativas ao longo de sete minutos de execução deste exercício. Para tanto, participaram da pesquisa 27 mulheres, com idade entre 18 e 45 anos, disfônicas, com nódulos de pregas vocais. Todos os sujeitos da pesquisa foram incluídos no Grupo Experimental (GE), o qual realizou o Exercício de Vibração Sonorizada de Língua (EVSL) e apenas dez deles participaram também do Grupo-Controle (GC), onde foi feito o exercício placebo. Ambos foram realizados por sete minutos. As vozes foram registradas antes e após o primeiro, terceiro, quinto e sétimo minutos de execução dos exercícios e analisadas perceptivo-auditiva e acusticamente. Na análise perceptivo-auditiva, elas foram estudadas individualmente por meio do Protocolo CAPE-V e aos pares, de forma comparativa, com a identificação da melhor voz para cada par examinado. Na análise acústica, utilizou-se o *software* VoxMetria versão 2.7h da CTS Informática na função Qualidade Vocal. Foram considerados os valores de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, *Glottal to Noise Excitation* (GNE), irregularidade e ruído. De acordo com os resultados do CAPE-V, o Exercício de Vibração Sonorizada de Língua (EVSL) provocou mudanças estatisticamente significantes em sete dos nove parâmetros investigados. A aplicação do teste estatístico ANOVA mostrou que no momento 5 (após o quinto minuto de execução do EVSL), a voz apresentou-se com melhor grau geral ($p = 0,0004$), menor rugosidade ($p = 0,007$), menor soprosidade ($p < 0,001$) e pitch agudo ($p < 0,001$). Porém, no momento 7 (após o sétimo minuto), a tensão apresentou-se significativamente mais alta ($p = 0,016$) em comparação a todos os outros momentos. Na análise

pareada, houve prevalência de melhora vocal no pós-exercício em todos os momentos, com exceção do 7°. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos 1 e 3. As vozes no momento 5 foram consideradas melhores do que nos momentos 3 ($p = 0,013$) e 7 ($p = 0,013$) no Grupo Experimental. Na análise acústica do grupo experimental houve aumento gradativo da frequência fundamental ($p = 0,0030$) e do GNE ($p = 0,0011$) após o terceiro minuto e diminuição do ruído ($p = 0,0013$) a partir do primeiro. Tanto na análise perceptivo-auditiva quanto na acústica, os resultados do Grupo Experimental foram superiores aos encontrados no Grupo-Controle no que diz respeito às melhoras vocais. Os resultados da presente pesquisa demonstram que o tempo de realização do EVSL interfere nas respostas vocais em mulheres disfônicas, sendo que no momento 5 há predomínio de respostas positivas em comparação aos momentos 1, 3 e 7. No 7, há aumento de tensão vocal e queda no desempenho do exercício.

Descritores: Voz, treinamento da voz, qualidade da voz, terapia de voz, acústica da voz.

SUMMARY

Menezes, MHM. *Auditory perceptual and acoustic analysis related to tongue trills performance time in dysphonic women with vocal nodules* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo", 2009. 158 p.

The aim of this study was to assess whether tongue trills trill performance time interferes in the auditory perception and acoustic in women with vocal nodules. Furthermore, it was intended to identify at which moment during the 7-minute performance time the positive and negative responses predominate. This study comprised twenty-seven dysphonic women, who have vocal nodules, ranging from 18 to 45 years old. All subjects of this study were included in the experiment group which underwent tongue trills; only ten of these were also in the control group which underwent the placebo exercise. Both groups carried out the 7-minute performance time. The voices were recorded pre and post experimental and placebo exercises at the first, third, fifth and seventh minute of performance and auditory perception and acoustic were analyzed. In the auditory perception analysis the voices were analyzed individually according to the CAPE-V protocol and in pairs, by comparison, to identify the better voice of the pair. The Voxmetria® program, version 2.7h by CTS Informática, was used to assess the vocal quality function. Fundamental frequency, jitter, shimmer, GNE, irregularity and noise were considered. According to the CAPE-V results, the tongue trills caused statistically significant changes in seven out of the nine parameters analyzed. The use of the ANOVA analysis of variance showed that at moment 5 (after the fifth minute of experiment exercise) the voice presented the best overall rating, the least roughness, the least breathiness and high pitch. However, at moment 7 (after the seventh minute) the tension was significantly higher than at any other moment. In the paired comparison analysis, there was predominance of improved vocal in the post tongue trills at all moments, except the 7th. There was no statistically significant difference between moments 1 and 3. The voices at moment 5 were considered better than those at moment 3 and at moment 7 in the experiment group. In acoustic analysis of the experiment group there was gradual increase in the fundamental frequency and in the GNE after the 3rd

minute and a decrease in noise as of the 1st minute. In the auditory perception analysis as well as in the acoustic analysis, the ratings for the experiment group were higher than those of the control group in relation to vocal improvement. The results of this study show the tongue trill performance time interferes in the vocal response of dysphonic women with positive response predominance at moment 5 compared to moments 1, 3 and 7. At moment 7 there is an increase of vocal tension and a drop in performance during tongue trills.

Key words: Voice, voice training, voice quality, voice therapy, acoustic of speech.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A utilização de exercícios para um melhor desempenho vocal é uma prática bastante antiga, que teve origem no canto e na oratória em meados do século XVI. Na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento da laringoscopia clínica, pesquisas científicas passaram a ser realizadas, enfatizando o estudo das respostas comportamentais e fisiológicas em decorrência da realização de exercícios vocais (Briess, 1957; Finney, 1968).

No entanto, somente nesta década, pesquisadores têm se empenhado em Experimentos Clínicos Randomizados (ECR), a fim de avaliarem a eficácia de abordagens específicas no tratamento de distúrbios vocais (Roy, 2003).

O treinamento vocal é uma intervenção que tem caráter tanto comportamental quanto muscular. O primeiro engloba as técnicas indiretas de intervenção, as quais se concentram nas práticas de higiene vocal e conhecimento sobre a fisiologia do aparelho fonador. Já o segundo diz respeito às técnicas de intervenção direta, que atuam sobre as questões fisiológicas subjacentes necessárias para melhorar as condições estruturais e funcionais do sistema vocal, incluindo a realização de exercícios; ambas dependem de envolvimento inerente e ativo do paciente (Ruotsalainen *et al.*, 2007).

Os exercícios vocais são utilizados para mudança no padrão vocal e fazem parte das abordagens diretas que compõem o treinamento da voz. Além disso, ele é usado pela Fonoaudiologia tanto nos procedimentos de apri-

moramento quanto nos de reabilitação das vozes alteradas. Em ambos os casos, a atuação compreende sessões estruturadas com objetivos específicos, nas quais são empregados exercícios selecionados para serem fixados os ajustes motores necessários à reestruturação do padrão de fonação (Partone, Johns e Hapner, 2008)

Dentre os muitos exercícios referidos na literatura para o treinamento vocal destaca-se o Exercício de Vibração Sonorizada de Língua (EVSL), em virtude de sua popularidade e abrangência. Ele é considerado como um dos exercícios que compõe a Técnica dos Sons Vibrantes, a qual tem como base a interferência na glote mediante a vibração dos articuladores. Além do EVSL, há outros dois exercícios que estão inseridos na mesma técnica: a vibração sonorizada de lábios e a vibração sonorizada de lábios e língua simultaneamente. A técnica dos sons vibrantes faz parte do método dos sons facilitadores da fonação (Behlau *et al.*, 2005).

O EVSL é executado com o prolongamento do fonema /r/, mediante a elevação da ponta da língua em direção ao alvéolo dental superior seguido de uma constante corrente aérea expiratória, causando, assim, a vibração da língua, juntamente com a sonorização provocada pelas pregas vocais.

A vibração de língua oferece a possibilidade de aumentar a interação entre glote e trato supraglótico com o trato vocal semiocluído. Neste caso, as pressões intraorais são geralmente mais elevadas atrás do ponto de oclusão da língua no alvéolo dental e menores na glote; há aumento da sensação de vibração interna, diminuição do quociente de fechamento das pregas vocais, já que ocorrem uma oscilação de pregas vocais levemente abduzidas e

uma pressão retroflexa do trato vocal. O fluxo de ar glótico e a colisão entre as pregas vocais são, portanto, minimizados (Titze, 2006; Gaskill e Erickson, 2008).

Desta forma, este exercício contempla as necessidades do tratamento fonoaudiológico recomendado para nódulos vocais, que engloba o equilíbrio entre forças (aérea e muscular da laringe), o posicionamento de laringe semiaberta durante a fonação, e conseqüentemente menos colisão entre as pregas vocais (Leonard, 2009).

Tais lesões laríngeas têm como principal fator etiológico o fonotrauma, são tipicamente femininas e a fonoterapia é a conduta de eleição na maioria dos casos (Behlau *et al.*, 2001; Tsuji *et al.*, 2005; Verdolini *et al.*, 2006; Speyer, 2008; Karkos e Cormick, 2009). O uso do EVSL é bastante comum nesta intervenção (Bueno, 2006).

Este exercício também é indicado na atuação fonoaudiológica pós-operatória das microcirurgias da laringe, nos casos de presbifonia, no tratamento de paralisia de pregas vocais e nos programas de aquecimento e desaquecimento vocais indicados aos profissionais da voz (Colton e Casper, 1996; Miller, 2004; Behlau *et al.*, 2005).

Cabe ressaltar que o EVSL, assim como qualquer outro exercício vocal, é uma atividade fonatória que necessita da ação sinérgica de grupos musculares respiratórios, vocais e articulatórios, o que, conseqüentemente, provoca gasto de energia.

Embora os estudos refiram o efeito positivo do EVSL, há controvérsias quanto ao melhor tempo de execução e forma de prescrição, sendo en-

contradas na literatura tanto a utilização de séries de repetição (três séries de 15 repetições) quanto a quantidade de minutos para verificar mudanças vocais e laríngeas no pós-exercício (Rodrigues, 1996; Schwarz e Cielo, 2009).

A execução mais prolongada desse exercício foi estudada por Menezes, *et al.* (2005). Nesta pesquisa, pôde-se observar que o tempo de execução e o gênero interferiram nas respostas vocais em sujeitos normofônicos; com isso, foi possível perceber que houve predomínio de respostas vocais positivas somente até o terceiro minuto de realização em mulheres e até o quinto minuto em homens. Após este tempo, houve aumento significativo de sinais e sintomas vocais indicativos de fadiga. Os autores sugerem que sete minutos de execução deste exercício podem ser considerados como superdosagem, sendo, desta forma, contraindicado.

As ações diretas contidas no treinamento vocal são possíveis somente mediante a repetição de exercícios, o que provoca mudanças no padrão vocal de origem. Ao fonoaudiólogo cabe a escolha do melhor exercício a ser utilizado em cada caso, além de determinar a frequência, intensidade e duração que o mesmo deverá ser realizado (Saxon e Schneider, 1995; Colton e Casper, 1996; Saxon e Berry, 2009). Uma indicação inadequada pode prejudicar o desempenho vocal esperado ao invés de atingi-lo com sucesso.

Na prática clínica fonoaudiológica na área de voz, são imprescindíveis estudos que possam nortear o profissional na construção de programas de treinamento, incluindo o tempo de execução do exercício como uma variável que pode influenciar no sucesso terapêutico.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

O presente estudo teve como propósito principal verificar se o tempo de execução do exercício de vibração sonorizada de língua interfere nas respostas perceptivo-auditivas e acústicas da voz em mulheres com nódulos vocais.

Como objetivos específicos, pretende-se identificar em qual momento há predomínio de:

- a. respostas **vocais positivas**: melhora das características perceptivo-auditivas e acústicas da voz;
- b. respostas **vocais negativas**: piora das características perceptivo-auditivas e acústicas da voz; além de queda no desempenho do exercício.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo está dividido de acordo com assuntos que fundamentam a presente pesquisa. Para tanto, foi priorizada a compreensão do leitor e não a ordem cronológica dos estudos.

3.1 Bases da Fisiologia do Exercício

Todos os movimentos do corpo dependem do funcionamento do músculo esquelético, em especial das fibras musculares. As estruturas que compõem o músculo esquelético (Fig. 1) possuem especificações: epimísio (cobertura de tecido conjuntivo que envolve todo o músculo e o mantém úmido), fascículo (feixes de fibras envoltas por uma bainha de tecido conjuntivo), perimísio (bainha de tecido conjuntivo que circunda cada fascículo), fibras musculares (células musculares individuais) e endomísio -bainha de tecido conjuntivo que circunda cada fibra muscular. (Powers e Howley, 2000).

Figura 1 Composição do músculo esquelético

O funcionamento desse músculo se dá pela ação de um neurônio motor na fibra muscular, resultando em tipos diferentes de contração: dinâmicas ou concêntricas (quando há encurtamento muscular e movimentação de um osso ou cartilagem), estáticas ou isométricas (quando o músculo gera força, mas o seu comprimento permanece inalterado) e excêntricas (quando o músculo exerce força mesmo estando alongado) (Wilmore e Costill, 2001).

Estes autores reforçam a idéia de que uma das principais consequências de qualquer treinamento é a hipertrofia muscular por meio de adaptações metabólicas, estruturais e funcionais nos músculos envolvidos durante a execução de um determinado exercício. Esta hipertrofia nada mais é do que a reação do músculo frente a microlesões causadas por estresse mecânico durante a realização de exercícios.

Deste modo, as células satélites (células-tronco) localizadas nas fibras musculares são acionadas, desempenhando um papel importante na regeneração do músculo. Isso acontece porque as células satélites fundem-se e dividem o seu núcleo com a fibra muscular, dando suporte necessário para a síntese de novas proteínas contráteis. Pelo fato de o número de núcleos novos ser maior do que o necessário para preencher o espaço deixado pelas microlesões, a fibra muscular produz um número maior de miofibrilas, resultando na hipertrofia aguda (logo após uma sessão de exercícios) ou crônica (após longo período de treinamento) (McCarthy *et al.*, 1995; Andersen, Schjerling e Saltin, 2000).

De acordo com McArdle, Katch e Katch (2003) o treinamento com

exercícios apropriados induz adaptações biológicas que aprimoram o desempenho em tarefas específicas. Para tanto, devem ser levados em conta princípios gerais do treinamento, como:

- **Princípio da Sobrecarga:** Estipula que o trabalho solicitado ao músculo deve ser maior que o realizado no uso diário e rotineiro.
- **Princípio da Especificidade:** Refere-se ao treinamento de habilidades específicas de grupos musculares e padrões de movimentos neuromusculares envolvidos nesta atividade de interesse.
- **Princípio da Individualidade Biológica:** Considera que os indivíduos possuem particularidades em suas habilidades, capacidades metabólicas e musculares, tendo maior facilidade ou dificuldade em realizar determinado exercício.
- **Princípio da Reversibilidade:** Determina que os benefícios de um treinamento perdem-se em um curto período se estes não forem continuados.

Minamoto (2004) fez uma revisão de 73 artigos publicados entre 1990 e 2003, indexados na base de dados do MEDILINE e constatou que há diferentes terminologias utilizadas para a classificação dos tipos de fibras musculares. A autora apresentou um quadro (Quadro 1) demonstrativo com as terminologias utilizadas para a classificação das fibras.

Quadro 1 Métodos e terminologia da classificação de fibras musculares

Terminologia utilizada para a classificação dos diferentes tipos de fibras musculares		
Métodos de classificação de fibras	Terminologia da classificação das fibras	
Coloração	Vermelha	Branca
Bioquímico	SO	FG / FOG
Histoquímico	Tipo I	Tipo II
Fisiológico	Contração lenta	Contração rápida
Metabolismo	Oxidativo	Glicolítico
Limiar de Fadiga	Alta resistência à fadiga	Baixa / moderada resistência à fadiga
Imunohistoquímico	MHCI	MHCII

A autora concluiu que o fenótipo muscular é determinado pela demanda funcional à qual o músculo é submetido. Assim sendo, a plasticidade muscular observada nas propriedades contráteis, metabólicas e morfológicas das fibras em resposta a um determinado estímulo pode alterar o tamanho ou a composição dos tipos de fibras.

Viveiros *et al.* (2004) concluíram em um estudo com exercício de flexibilidade de ombros que o efeito do número de séries parece ficar subordinado ao tempo de duração do estímulo, devido ao fato deste segundo critério ser mais estável e facilmente controlado, em comparação ao segundo.

Caneloro e Caromano (2007) optaram por utilizar o tempo e não o número de repetição de exercícios em um programa de hidroterapia para idosos. Isto porque, a velocidade de realização do exercício varia conforme a habilidade individual em realizar o movimento, o que determina diferenças numéricas de repetição.

3.2 Característica do Músculo Tireoaritenóideo (TA) e Fisiologia do Exercício

O corpo da prega vocal é composto pelo músculo Tireoaritenóideo (TA), também denominado como músculo vocal. Ele possui dois feixes principais, sendo um interno chamado de *vocalis* (participa ativamente da fonação) e o outro externo (participa ativamente do fechamento glótico). Imamura *et al.*, 2000, em um estudo com laringes de gatos, encontraram maior quantidade de fibras do tipo I no feixe interno e do tipo II no externo. Talvez esta diferença se dê pelas particularidades funcionais de cada feixe.

Assim como em outros músculos do corpo, o músculo Tireoaritenóideo (TA) durante a atividade fonatória recebe uma quantidade maior de fluxo sanguíneo, o que não é observado na lâmina própria. Este aumento de sangue é resultado da contração muscular e não necessariamente da vibração das pregas vocais (Arnstein *et al.*, 1989).

Os músculos da laringe apresentam diversificados mecanismos de tensão / força. A tensão do músculo cricótireóideo (CT) no sentido ântero-posterior na fibra longitudinal do ligamento vocal é denominada como força de tração. No músculo tireoaritenóideo (TA) acontece a força de contração. Existe ainda a força aerodinâmica que significa a pressão intraglótica; a força de impacto descrita como a colisão entre as pregas vocais e a força de inércia que é semelhante a anterior por causa da aceleração e das aceleração da prega vocal, porém sem impacto (Titze, 1994).

Apesar de o TA manter-se contraído durante a fonação, ele possui

uma capacidade de ajustes de pequenas graduações e com gastos modestos de energia devido à presença de um tipo de fibra muscular denominada Slow Tonic Muscle Fibers (STF), a qual é comumente encontrada em anfíbios e pássaros, mas raramente em humanos. Ela tem uma propriedade de contração tônica que difere das outras fibras de contrações lenta e rápida. Provavelmente, devido a capacidade de falar, os humanos desenvolveram alto grau de especialização anatomofuncional do músculo TA (Han *et al.*, 1999) .

Por meio de modelos computadorizados, Jiang, Diaz e Hanson (1998), mediram a pressão intraglótica e a força de impacto encontrada nas pregas vocais. Os autores verificaram que na fonação normal o impacto é mínimo no ponto médio das pregas vocais e máximo junto ao tendão do músculo. Já nas disfonias hiperfuncionais, como nos nódulos vocais, as pregas vocais recebem o máximo de impacto na região central.

Alipour *et al.* (2005) realizaram um estudo com laringes caninas e comprovaram que os músculos da laringe respondem diferentemente aos estímulos elétricos. Os músculos Cricoaritenóideo Lateral (CAL), Cricoaritenóideo Posterior (CAP) e o Interaritenóideo (IA) são mais rápidos que o Cricotireóideo (CT) e mais lentos que o Tireoaritenóideo (TA). Os autores discutem que, apesar de haver ambos os tipos de fibras em todos os músculos do corpo, há maior porcentagem de fibra do tipo II nos músculos rápidos.

Saxon e Schneider (1995) introduziram os princípios da fisiologia do exercício no treinamento vocal. Os autores salientam que todo e qualquer exercício vocal deve estar inserido em um programa de treinamento, com objetivos preestabelecidos. Eles afirmaram que os músculos esqueléticos do

corpo têm características semelhantes entre si, tais como: mecanismos básicos de ação, fontes de energia bioquímica, mudança de força e resistência quando treinados de forma correta.

Saxon e Berry (2009), com base nas determinações do American College of Sports Medicine, reforçam que para a prática da prescrição de exercícios vocais é necessário considerar quatro componentes básicos:

- frequência dos exercícios (número de sessões de treinamento por dia/semana);
- duração do exercício (tempo de execução de cada exercício ou de uma série deles);
- intensidade do exercício (carga de esforço utilizada: quanto maior a intensidade maior o consumo de oxigênio);
- progressão dos exercícios (ordem de execução dos mais fáceis para os mais complexos, dos menos intensos para os mais intensos; a progressão deve ser lenta e gradual para reduzir o risco de lesões).

3.3 Nódulos de Pregas Vocais

Segundo a Classification Manual for Voice Disorders (CMDV) –1. SID 3, os nódulos vocais são lesões de massa, benignos, geralmente bilaterais, no ponto médio da porção membranosa das pregas vocais, com mínimo impacto na onda mucosa, mas com aumento da aperiodicidade da vibração. Geralmente, estão associados ao fechamento glótico incompleto, provocando soprosidade vocal, e respondem positivamente à fonoterapia. Os nódulos

vocais acometem cerca de 3% a 9% das crianças que apresentam alguma anormalidade vocal; esta porcentagem é similar nos adultos, sendo comum no sexo feminino (com idade entre 20 a 40 anos) e em crianças do sexo masculino (Verdolini, 2006).

Os principais sinais perceptivo-auditivos associados aos nódulos vocais são rouquidão e sopro, além de dificuldade em produzir notas agudas. O grau de disfonia pode variar de leve a moderadamente severo. A rouquidão relaciona-se ao grau de irregularidade de vibração das pregas vocais, já a sopro refere-se ao fechamento glótico incompleto. A frequência fundamental dos pacientes com nódulos é, via de regra, reduzida devido a lentificação do processo vibratório, pela presença da massa dos próprios nódulos (Behlau *et al.*, 2001).

Os nódulos são descritos como uma lesão decorrente de um fonotrauma crônico (trauma vocal de repetição). Com isso, há ruptura da zona de membrana basal, separação do epitélio da matriz extracelular subjacente e danos em uma proteína conhecida como colágeno tipo 4. Assim, os fibroblastos da lâmina própria reagem produzindo mais colágeno deste tipo para a reparação tecidual, o que provoca um estado permanente de reparação tecidual. O processo de recuperação dos tecidos organiza-se em fases: inflamação, deposição da Matriz Extracelular (MEC), epitelização da MEC e remodelamento dos tecidos. Vocalizações específicas guiadas por um fonoaudiólogo podem facilitar a mecânica dos tecidos e servir de ação anti-inflamatória em potencial. O objetivo de um tratamento vocal é interromper a atividade lesiva e restaurar a função biomecânica do tecido (Gray e Thibeault, 2002; Branski

et al., 2006; Karkos e Cormick, 2009).

Yamasaki (2009) conclui em seu estudo morfométrico do trato vocal que mulheres com nódulos vocais apresentaram constrição ântero-posterior significativa do vestíbulo laríngeo e menor abertura entre as pregas vocais em abdução em comparação com mulheres normais. A autora sugere que pacientes com nódulos mantêm tensão aumentada na musculatura laríngea mesmo em situação de repouso.

A terapia vocal nos casos de nódulo pode ser isolada ou associada a outros tratamentos. Além disso, ela deve envolver aconselhamento sobre higiene vocal, equilíbrio entre forças (aérea e muscular da laringe), proporcionar um posicionamento de laringe semiaberta durante a fonação e, com isto, diminuir a colisão entre as pregas vocais. A terapia pode restabelecer a saúde dos tecidos das pregas vocais, mas, em alguns casos, não absorve totalmente a lesão (Leonard, 2009).

3.4 Avaliação Vocal

3.4.1 Análise perceptivo-auditiva da voz

A análise perceptivo-auditiva é a mais antiga das avaliações vocais e apesar do grande progresso da análise acústica, a percepção do clínico mantém-se soberana (Behlau, 2004).

Com o objetivo de diminuir as variáveis da análise perceptivo-auditiva e permitir a troca de informações entre diversos serviços, dois protocolos têm sido frequentemente utilizados para a avaliação perceptivo-auditiva da voz : a

escala GRBAS e o Protocolo CAPE–V.

A escala GRBAS foi desenvolvida pelo Committee for Phonatory Function Tests da Japan Society of Logopedic and Phoniatrics e apresentada por Hirano em 1981. Trata-se de um método simples e rápido de avaliação perceptivo-auditiva da voz, centrada em nível glótico, com quatro aspectos a serem avaliados: grau geral da disfonia (G), rugosidade (R), soprosidade (B), astenia (A) e tensão (S). Para quantificar o grau de alteração de cada um deles, utiliza-se uma escala de quatro pontos, que varia de 0 a 3, sendo que 0 significa normal ou ausente, 1 quer dizer discreto, 2 é moderado e 3, severo.

O Protocolo CAPE–V (Auditory -Perceptual Evaluation of Voice) foi proposto pela ASHA em 2003 e é produto da Conferência de Consenso sobre Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz realizada em 2002 pela University Pittsburg. Consoante as determinações da ASHA, o CAPE–V avalia seis parâmetros predeterminados, sendo que o grau de desvio de cada um destes é assinalado em uma escala analógica linear, com 100mm de extensão, com base nas amostras vocais obtidas pela emissão de vogais sustentadas, frases específicas e conversação espontânea.

Behlau (2004) apresentou a versão do CAPE–V em português, com adaptação das frases propostas pelo protocolo original considerando a fonética da Língua Portuguesa e também a definição dos parâmetros conforme as determinações do consenso, ou seja:

- grau de severidade global: impressão global da alteração vocal;
- rugosidade: irregularidade na fonte sonora;
- soprosidade: escape de ar audível na voz;

- tensão: esforço vocal excessivo, estado hiperfuncional;
- *Pitch* (grave ou agudo): correlação perceptiva da frequência fundamental;
- *Loudness* (forte ou fraco): correlação perceptiva da intensidade do som.

Zraick *et al.* (2005) investigaram o efeito da tarefa de fala no julgamento perceptivo-auditivo. A disfonia foi considerada mais severa na vogal sustentada do que na fala encadeada. As vogais são mais estáveis e menos influenciadas por questões articulatórias ou regionalismos, fazendo com que o ouvinte foque sua atenção na fonte do som da voz.

Bele (2005) concluiu em sua pesquisa que a experiência dos avaliadores (experientes ou não), assim como o tipo de amostra (vogal sustentada ou fala encadeada) e a forma como a voz é emitida (normal, fraca ou forte), pode interferir nas características vocais. Para a vogal sustentada, foi estudada apenas a parte central por ser a mais estável. Para a autora, a fonação hiperfuncional em forte intensidade diminui as irregularidades da emissão e se assemelha à voz normal.

Gelfer e Pazera (2006) verificaram que indivíduos aprendem a produzir ou prolongar o /s/ e o /z/ após repetidas emissões. Este fato evidencia a capacidade dinâmica da voz.

Kempster *et al.* (2009) discutiram sobre o processo de desenvolvimento do CAPE-V salientando que este é um instrumento clínico e de pesquisa desenvolvido para promover uma abordagem-padrão de avaliação e

documentação das análises perceptivo-auditiva da qualidade vocal. Os autores comentam a similaridade entre a escala GRBAS e o Protocolo CAPE–V; sendo que uma das vantagens deste é a possibilidade de se avaliar um maior número de fatores em comparação a GRBAS, além da liberdade do clínico em incluir outros aspectos a serem analisados e comentados de forma adicional.

Oates (2009) salienta que a voz é um fenômeno especialmente perceptivo e, portanto, a análise perceptivo-auditiva tem sido a mais indicada para a avaliação vocal. Os aspectos mais empregados nesta avaliação têm sido: grau geral, rugosidade, soprosidade e tensão. Na opinião da autora, para a análise perceptivo-auditiva ser mais robusta e confiável, é preciso controlar variáveis como: a experiência e treinamento do avaliador com relação à escuta de vozes, o tipo e complexidade da tarefa de avaliação, sendo que vogais sustentadas são mais facilmente analisadas do que a fala encadeada; a confiabilidade intrassujeitos e a concordância interavaliadores. Ela sugere, ainda, o uso conjunto de avaliações perceptiva e acústica na análise vocal, embora a correlação entre estas seja baixa, o que as caracteriza como complementares.

3.4.2 Análise acústica da voz

A análise das características objetivas de um sinal acústico oferece uma avaliação não invasiva e quantitativa da qualidade vocal. As medidas de perturbação são válidas para a análise apenas da emissão sustentada e sinais periódicos ou levemente periódicos. Vogais sustentadas dominam o

diagnóstico clínico por serem mais facilmente controláveis, possuírem uma estrutura acústica mais simples e terem menor variabilidade que a fala encadeada (Parsa e Jamieson, 2001; Zhang e Jiang, 2008).

Estudos experimentais comprovam que o aumento da frequência fundamental está relacionada ao aumento da pressão subglótica, à tensão das pregas vocais e ao comportamento vibratório da onda mucosa (Titze, 1989; Hsiao *et al.*, 2001; Zhang *et al.*, 2009).

Felippe *et al.* (2006) realizaram um estudo com o propósito de normalizar os valores da f_0 , do *jitter*, do *shimmer* e da proporção harmônico-ruído, considerando-os os mais comumente utilizados na análise acústica da voz. O material de voz analisado foi a região medial das vogais /a/ e “é” (três segundos), excluindo o início e o final da emissão por serem momentos de maior instabilidade vocal.

Ma e Yiu (2006) avaliaram a acurácia de se prever o grau geral de desvio de uma qualidade vocal por um grupo de medidas instrumentais da voz. O presente estudo conclui que há inconsistências entre medidas perceptivo-auditivas e instrumentais, sendo que para a avaliação vocal ambas devem ser utilizadas como complementares e não excludentes.

Garrel *et al.* (2007) verificaram que a manipulação da intensidade vocal, com aumento na pressão subglótica, demonstrou melhorar a estabilidade do sinal, reduzindo o número de graus de liberdade no sistema vibratório, o que, conseqüentemente, produz também uma redução nas não linearidades do sistema. A frequência fundamental média aumentou e a qualidade vocal melhorou na emissão com intensidades mais elevadas. O estudo conclui que

acima do limiar de vibração o sistema fica mais estável.

Jang, Noon e Hanson (2000) observaram que os posicionamentos da língua e do pescoço durante a videolaringoscopia interferem nos valores acústicos, provocando aumento da f_0 e diminuição do *shimmer*. Ao se considerar o fato de a língua estar ligada no complexo laringe-hioide, mudanças em sua posição podem provocar maior estabilidade de vibração das pregas vocais.

Ortiz e Carrillo (2008) compararam os resultados entre as análises auditivas e acústicas em 42 pacientes disártricos de ambos os gêneros. Ao serem comparados os achados entre as análises auditivas e acústicas, não se encontrou, em sua maioria, relação direta, mas sim estatisticamente significativa entre a voz soprosa e o *shimmer* e entre a falta de definição dos harmônicos e a voz soprosa. As autoras concluíram que as análises perceptual-auditiva e acústica fornecem dados diferentes, devendo, portanto, ser utilizadas de forma conjunta na avaliação clínica.

Os parâmetros acústicos mais utilizados na avaliação vocal são as medidas de perturbação. Estes parâmetros são usualmente agrupados em três grandes categorias: perturbação de amplitude (*shimmer*), perturbação de frequência (*jitter*) e medidas de ruído (GNE – Glottal to Noise Excitation). As medidas de ruído têm se mostrado mais eficazes na correlação com as características perceptuais da voz. O GNE não necessita do cálculo da f_0 e gera informações mais independentes do que o *jitter* e *shimmer* (Godino–Llorente *et al.*, 2008). O GNE foi primeiramente proposto por Michaelis *et al.* (1997) e representa a quantidade de excitação da prega vocal *versus* o ruído provocado por esta excitação.

Gama e Behlau (2009) avaliam a constância de medidas acústicas extraídas de 15 emissões consecutivas da vogal /a/. O estudo concluiu que os valores de frequência fundamental apresentaram um aumento gradativo até a sexta emissão no grupo sem queixa vocal e no grupo com disфонia e nódulo vocal. Todas as outras medidas acústicas não apresentaram diferenças. As autoras salientam que extrações de dados acústicos de múltiplas emissões não são necessárias, com exceção dos valores da frequência fundamental.

3.5 Fadiga Vocal e Hidratação

Pregas vocais hidratadas vibram com menos esforços quando comparadas com pregas vocais desidratadas, devido à redução da viscosidade do tecido vocal. Por este fator são mais resistentes a lesões por uso de voz. Além disso, a hidratoterapia deve ser incluída no tratamento de nódulos e pólipos de pregas vocais (Verdolini *et al.*, 1990; Verdolini *et al.*, 1994; Fujita, Ferreira e Sarkovas, 2004).

Welham e MacLagan (2003) fizeram uma revisão de literatura e apontaram que a fadiga é uma adaptação negativa que ocorre como consequência do uso prolongado da voz, com manifestações perceptivo, acústico ou fisiológico que indicam alterações indesejáveis ou inesperadas no curto prazo. Alterações no padrão vibratório podem aparecer após 15 minutos de comportamento fonatório excessivo; a elevação da frequência fundamental pode ser medida após uma hora de uso contínuo da voz e alterações no limiar de

pressão fonatória podem ser verificadas após duas horas de uso vocal.

Sivasankar *et al* (2008) definiu fadiga vocal como sendo uma condição clínica prevalente e multifacetada caracterizada por redução geral das habilidades musculares e fonatórias do indivíduo, e mesmo em condições temporárias, pode aumentar o risco de disfonia. O autor atesta que situações de desidratação da prega vocal são negativas para a fonação e aumentam o limiar de pressão fonatória, só que mais em indivíduos que já apresentam histórico de fadiga vocal. Uma hidratação adequada da camada epitelial subjacente da mucosa é essencial para a vibração da mucosa e como mecanismo de defesa da laringe.

Laukkanen *et al.* (2008) concluíram em um estudo com professores primários que os sintomas de fadiga vocal não tiveram correlação direta com as características vocais. Após um dia de trabalho, os professores apresentaram aumento de frequência fundamental, o que pode representar aumento do tônus muscular em resposta à carga.

Leydon (2009) faz uma revisão sobre a hidratação da superfície das pregas vocais e assevera que elas são cobertas por uma fina camada de líquido. Esta cobertura serve como barreira física e biomecânica para proteger os tecidos subjacentes de partículas inaladas ou patógenos, auxilia a manter as características biodinâmicas ótimas da mucosa da prega vocal e a eficiência da oscilação além de promover uma qualidade vocal normal. O efeito de ressecamento destas pregas pode ocorrer por questões ambientais e comportamentais, como: respiração oral, exercícios físicos e qualidade pobre do ar.

3.6 Eficácia e Duração do Treinamento Vocal

Stemple *et al.* (1994) estudaram a eficácia dos exercícios de função vocal. Os sujeitos do Grupo Experimental realizaram um programa composto de quatro exercícios com objetivos predeterminados, sendo produzidos duas vezes cada no máximo de tempo de fonação. Este programa foi realizado duas vezes ao dia, sete dias da semana durante quatro semanas. Os sujeitos do Grupo-Controle não realizaram qualquer intervenção e os do grupo placebo tiveram atividades de leitura. Os autores concluíram que o Grupo Experimental apresentou melhores respostas dos parâmetros vocais relacionados ao tempo máximo de fonação, extensão vocal e fluxo aéreo, o que não aconteceu com os Grupos-Controle e placebo.

O Método Lee Silverman é indicado para pacientes com Parkinson, e tem como foco aumentar a intensidade e flexibilidade vocais. Pode ser realizado de forma intensiva, sendo realizadas quatro sessões semanais por quatro semanas; ou duas sessões semanais por 8 semanas. Os exercícios são predeterminados e devem ser repetidos dez vezes no tempo máximo de fonação (Spielman *et al.*; 2007)

A terapia de Ressonância, chamada de Método Lessac–Madsen, engloba tanto princípios gerais de saúde vocal quanto a realização de exercícios e tem duração de oito semanas, com sessões de 45 minutos cada. Neste método, os sons nasais são trabalhados a fim de desenvolverem a sensação de voz ressonante, com as pregas vocais levemente separadas, diminuindo o impacto durante o fechamento glótico. Os exercícios são realizados de cinco

a dez minutos (Verdoline, 2008).

Vintturi *et al.* (2001) estudaram as modificações vocais após 45 minutos de uso prolongado da voz no período matutino, o que, por si só, pode ser considerado um exercício de aquecimento vocal; passado este tempo, há um deslocamento na direção da hiperfuncionalidade.

Roy *et al.* (2003) realizaram um estudo clínico randomizado para estudar os efeitos de três abordagens terapêuticas para professores com problemas vocais. Os resultados revelaram que o grupo com amplificação vocal obteve os melhores índices, seguido da terapia de ressonância. Não foi observada melhora estatisticamente significativa no grupo do treinamento dos músculos respiratórios. Na opinião dos autores, o treinamento vocal para professores disfônicos deve incluir o uso de amplificação sonora individual, em um primeiro momento, seguido de treinamento neuromuscular efetivo.

Timmermans *et al.* (2004) realizaram um estudo comparando a efetividade programa exclusivo de higiene vocal e outro de intervenção direta com realização de exercícios, ambos direcionados para estudantes de comunicação audiovisual. O tempo de durabilidade dos exercícios não foi mencionado. O presente trabalho evidencia o resultado positivo de um treinamento direto em comparação a programas exclusivos de higiene vocal.

Simberg *et al.* (2006) verificaram a efetividade da terapia vocal em um grupo de estudantes de pedagogia com disfonia discreta. Cada exercício teve duração de um a dois minutos nas primeiras três semanas, passando para três a cinco minutos nas semanas seguintes. A série predeterminada de exercícios foi prescrita para eles serem realizados diariamente três vezes ao

dia. Os resultados desta pesquisa evidenciaram melhora da qualidade vocal, dos aspectos laríngeos e também diminuição no número de sintomas no pós-intervenção no grupo tratamento, o que não aconteceu no Grupo-Controle

Tempos semelhantes a estes são indicados no método de terapia vocal com tubos de ressonância. A sugestão é que este método seja realizado nas duas primeiras semanas de treinamento, de dez a 12 vezes ao dia, com duração de um minuto cada sessão. Nas semanas seguintes, o treino deve ser realizado cinco vezes ao dia, com duração de quatro a cinco minutos (Simberg e Laine, 2007).

Barrichelo e Behlau (2007) corroboraram que a voz ressonante no pós-treinamento apresenta diferenças tanto acústicas quanto perceptuais em comparação à voz habitual. Para tanto utilizou a identificação perceptivo-auditiva das vozes de forma pareada (pré e pós-treinamento) e análise acústica, da região central da vogal, com o uso do software VoxMetria. Foi possível verificar que a voz ressonante se diferencia da voz habitual por apresentar menores valores do *shimmer* e da irregularidade do traçado.

Speyer (2008) realizou uma revisão sistemática em 47 artigos analisando os efeitos da terapia vocal ministrados por fonoaudiólogo. Esta pesquisa revelou que o número de trabalhos é pequeno e muitos apresentam problemas metodológicos, como o de não constar que a ordem de apresentação de vozes analisadas pré e pós-fonoterapia foi casual durante a análise perceptivo-auditiva, com falhas na fundamentação estatística e falta de Grupo-Controle. O autor sugere também que o exercício placebo seja incluído em qualquer pesquisa que estude os efeitos do exercício vocal, a fim de tornar o estudo

mais confiável. Algumas tendências foram observadas neste levantamento, como: terapias diretas parecem ser mais efetivas que as indiretas, há uma enorme variação de tempo de tratamento, apesar dos inúmeros protocolos utilizados para se avaliar a efetividade terapêutica; a avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal continua sendo o padrão ouro da avaliação de voz.

Um programa de treinamento vocal foi estruturado por Niebudek–Bogusz *et al.* (2008) e realizado com um grupo professores disfônicos. O programa constava de exercícios de relaxamento e respiração, de função vocal, de ressonância e generalização. A duração do treinamento variou de dois a quatro meses, uma a duas vezes por semana, entre nove e dezoito sessões, ministradas por 45 a 60 minutos, com sessões de exercícios domiciliares diários de oito a dez minutos, englobando uma série de exercícios. O grupo que participou do treinamento apresentou melhores respostas do que o Grupo-Controle, incluindo melhor qualidade vocal, diminuição no número de sintomas de fadiga vocal e a presença de nódulos vocais caiu 11%.

Em 2008, Dromey *et al.* fizeram um estudo retrospectivo com vozes de mulheres, que possuíam diagnóstico de Disfonia por Tensão Muscular Primária (DTM). Eles analisaram a voz pré e pós-fonoterapia com massagem circunlaríngea. O fato de as vozes no pós-tratamento terem sido consideradas melhores reforça a existência de conexões biomecânicas entre os músculos laríngeos e articulatórios (da mandíbula, língua e laringe).

Sampaio, Oliveira e Behlau (2008) compararam o efeito imediato dos exercícios de trato vocal semiocluido: *finger kazoo* e da fonação com canudo. Cada um destes exercícios, aplicados em mulheres normais, teve duração de

um minuto. Foi feito o registro vocal antes e após a execução dos mesmos. As vozes foram editadas aos pares e apresentadas aos juízes de forma casual. Ambos os exercícios produziram resultados positivos e semelhantes na autoavaliação vocal e na análise acústica, porém a análise perceptivo-auditiva indicou efeitos positivos apenas na fonação com canudo. Na concepção dos autores, talvez o tempo de realização do exercício (um minuto) pode ter sido insuficiente para provocar efeitos perceptivos vocais frente ao exercício do *finger kazoo*.

3.7 Exercício de Vibração Sonorizada de Língua

Em 1979, Behlau e Pontes apresentaram a técnica de vibração sonorizada de lábios e língua, na literatura nacional, sugerindo-a para o tratamento das disfonias e, particularmente, para o tratamento das disfonias hipercinéticas.

McGowan (1992) estudou as modificações da compliância das paredes do trato vocal; para tanto, utilizou o movimento da vibração não sonorizada de língua, através de um modelo mecânico, criado em pesquisas anteriores. Ele concluiu que há modificações nas paredes da faringe devido à oscilação de pressão entre o meio externo e a cavidade oral, além da velocidade de volume aéreo que se desloca ao longo da mesma. O movimento de vibração sonorizada da língua foi excluído porque a aerodinâmica da faringe sofreria a influência das variações de fluxo e pressão transglótica. Ainda assim, o autor sugere que as variações ocorridas na faringe aumentariam a força de vibra-

ção da mucosa durante o movimento muco-ondulatório das pregas vocais, bem como a pressão subglótica.

Colton e Casper (1996) também citaram a técnica de vibração de língua como um som vibrante, contínuo, emitido pela vibração rápida e forte da língua ou dos lábios, empregando-se tanto o tom habitual confortável, como a modulação em escalas ascendentes ou descendentes. A técnica de vibração é indicada em casos de cicatrizes pós-operatórias em pregas vocais, disfonias hipofuncionais, hiperfuncionais e presbifonia. É também sugerida como aquecimento vocal matutino ou antes do uso extensivo da voz.

Rodrigues (1996) estudou o efeito da técnica de vibração sonorizada de língua em vinte falantes sem queixa vocal, comparando as emissões pré e pós três minutos de vibração através das análises perceptivo-auditiva, espectrográfica acústica e laringoscópica. Ela concluiu que o uso da técnica apresenta efeitos satisfatórios nas três análises após três minutos de execução.

Pinho (1998) sugeriu que a vibração de língua, concomitante à vibração das pregas vocais, resulta na soltura da língua (frequentemente tensa nos casos de disfonia) e ativa o deslizar da cobertura mucosa destas pregas sobre seu corpo (músculo e ligamento vocais ativando a circulação sanguínea periférica e massageando a mucosa que reveste as referidas pregas).

Miller (2004) referiu que os exercícios de vibração de lábio e língua podem ser utilizados no tratamento de paralisia de pregas vocais e confirmou que as vibrações realizadas na boca equilibram a ressonância e favorece a tensão laríngea normal, equalizando as forças mioelásticas e aerodinâmicas, com melhoria da respiração, fonação e articulação. Isto porque, a língua e os

lábios funcionam como uma válvula que cria diferenças pressóricas entre o ar pré e pós-contrição, produzindo modificações oscilatórias de pressão e velocidade. A pressão subglótica durante estes exercícios pode ser maior que para a fonação habitual, produzindo, assim, maior oscilação das pregas vocais. A autora recomenda dois minutos de execução durante três vezes ao dia.

Behlau *et al.* (2005) incluíram o EVSL no grupo de exercícios da técnica dos sons vibrantes e asseguram que 20% das pessoas têm dificuldade no gesto motor de vibrar a língua. Além disso, reforçam que esta técnica tem como objetivo aumentar a mobilização da onda mucosa, equilibrar a coordenação pneumofonoarticulatória, reduzir o esforço vocal e aquecer a voz. A mesma é indicada nos casos de laringites agudas, nódulos de pregas vocais, edema de Reinke, cicatrizes na mucosa e sulco vocal.

Menezes *et al.* (2005) investigaram as mudanças vocais e laríngeas após o primeiro, terceiro, quinto e sétimo minutos de execução do exercício de vibração sonorizada de língua em indivíduos normofônicos. Para isso, utilizaram a análise perceptivo–aditiva da voz, análise da imagem laríngea e levantamento de sinais e sintomas vocais. Foi possível verificar que a qualidade vocal a partir do quinto minuto mostra–se significativamente pior nas mulheres e melhor nos homens; a projeção vocal nas mulheres melhora significativamente ao terceiro minuto, mantém-se no quinto e piora no sétimo, não tendo mudanças deste parâmetro no grupo de pessoas do sexo masculino. Há tendência de piora da sustentação vocal em todos os momentos, sendo significativamente pior no sexo feminino. Na imagem laríngea observou-se: melhora significativa da coaptação glótica no grupo feminino entre zero a três minutos,

tendendo a piorar a partir de então, melhora significativa da amplitude de vibração a partir de três minutos no grupo masculino e aumento significativo de muco a partir do terceiro minuto no grupo feminino. Verificou-se diferença entre os gêneros, sendo que as melhores respostas para as mulheres foram no terceiro minuto e para os homens no quinto. Para ambos os gêneros, predominaram respostas negativas e de sintomas vocais no sétimo minuto de exercício.

Bueno (2006) concluiu em seu estudo que a maioria dos fonoaudiólogos experientes no uso da vibração sonorizada de língua para tratamento vocal utiliza esta técnica com o objetivo de aumentar a onda mucosa das pregas vocais e melhorar a coaptação glótica, sendo indicada, principalmente, no tratamento de nódulos vocais. A autora observou, ainda, que após 90 segundos (um minuto e meio) de realização do exercício, houve aumento da vibração de todo o arcabouço laríngeo, melhora do traçado espectrográfico (com maior quantidade no número de harmônicos) suavização do ataque vocal, manutenção do Pitch e piora da qualidade vocal devido ao aumento de muco causado pela permanência do laringoscópio durante o exercício.

Nos exercícios vibratórios há duas fontes de vibração: uma na laringe e outra na parte anterior da boca, com uso de apenas uma corrente aérea advinda dos pulmões. Desta forma, para que as vibrações na boca e na laringe permaneçam concomitantemente, é necessário o equilíbrio de energia aérea e muscular. Simulações computadorizadas elucidaram as interações entre fonte e filtro no caso de um tubo semiocluído, com uma configuração amplo-estreita (amplo na glote e estreita nos lábios), semelhante a um megafone

invertido, o que exige menos sintonia adutora, menores pressões acústicas e menor amplitude de vibração na glote, mantendo a pressão elevada atrás dos lábios e menor na glote (Titze, 2006).

O mesmo autor afirma que os exercícios de Trato Vocal Semiocluído (TVSO), dentre eles o de vibração sonorizada de lábios ou de língua, são benéficos para a terapia vocal, pois aumentam a interação entre fonte e filtro e ditam uma oscilação de pregas vocais levemente abduzidas pela pressão retroflexa do trato vocal. Portanto, o fluxo de ar glótico e a colisão entre as pregas vocais são minimizados.

É possível sugerir que esses exercícios provocam mudanças musculares, sendo que a atividade do músculo Cricoaritenóideo Lateral (CAL) é trocada por um pouco mais de atividade do músculo TA. Este ajuste modifica a forma das pregas vocais, de uma imagem convergente, onde há forte adução dos processos vocais, para uma adução mais solta, com uma forma retangular da borda livre das pregas vocais (Laukkanen *et al*, 2008)

Gaskill e Erickson (2008) calcularam o Quociente de Fechamento Glótico por meio do EGG durante a emissão da vogal sustentada e da vibração sonorizada de lábios em indivíduos treinados e nos não treinados. Os resultados deste estudo demonstram que houve diminuição do Quociente de Fechamento Glótico durante a vibração sonorizada de lábios, realizada ao longo de um minuto, em comparação com a emissão da vogal /a/ sustentada, especialmente no grupo dos não treinados.

Schwarz e Cielo (2009) pesquisou as respostas vocais e laríngeas em mulheres com vozes adaptadas após três séries de 15 repetições do exer-

cício de vibração sonorizada de língua. O tempo total do exercício variou de 2,56 a 7,52 minutos, média de 4,22 minutos de realização. Foram constatadas mudanças estatisticamente significativas no tipo de voz, sendo melhor no pós-exercício, aumento da frequência fundamental, diminuição dos sinais e sintomas vocais, melhora dos traçados espectrográficos de banda larga e banda estreita, além de diminuição da constrição medial do vestibulo. Não houve mudança significativa nos aspectos laringológicos (fechamento glótico

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

Trata-se de um estudo clínico, transversal, prospectivo, comparativo intrassujeitos, para verificar as respostas vocais, perceptivo-auditivas e acústicas, relacionadas ao tempo de execução do Exercício de Vibração Sonorizada de Língua (EVSL) em mulheres disfônicas com nódulos vocais.

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Protocolo nº 136/06) (Anexo 1).

4.1. Casuística

Participaram do estudo 27 pacientes, consecutivos, do gênero feminino e idade que variava de 18 a 42 anos, excluindo os períodos de alterações decorrentes da muda vocal no limite inferior e de alterações decorrentes da presbifonia no limite superior.

Todos os sujeitos envolvidos assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

A casuística foi determinada pelo cálculo do tamanho da amostra, com base nos resultados das medidas acústicas obtidos em um estudo-piloto prévio. Para tanto, utilizou-se o programa Power and Sample Size (PSS), em sua versão 2.1.30, sendo necessários vinte e sete elementos amostrais no

Grupo Experimental e dez no Grupo-Controle.

Para fins de inclusão no estudo, as pessoas deveriam:

- ser do gênero feminino;
- possuir diagnóstico otorrinolaringológico de nódulos de pregas vocais, obtido por avaliação médica otorrinolaringológica e laringoscopia, realizadas por meio do método convencional, com o mesmo equipamento e pela mesma equipe médica da Reunião da Voz do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo;
- apresentar queixa vocal e disфонia persistente de grau leve ou moderado, classificada por três fonoaudiólogas do serviço como G1 ou G2, de acordo com a escala GRBAS;
- ter também habilidade em realizar o EVSL (exercício experimental) e o movimento de oposição de dedos – MOD (exercício placebo) de modo correto e confortável, o que foi verificado pela própria pesquisadora.

Para minimizar o efeito de outras variáveis nesse estudo, foi necessário excluir os sujeitos com as seguintes características:

- fumantes com diagnóstico nosológico de outras lesões laríngeas, além dos nódulos vocais;
- disfônicos com grau de disфонia intensa (G3 de acordo com a escala GRBAS);
- ter experiências prévias com treinamento vocal e realização do EVSL (em processos fonoterápicos, aprimoramento vocal fonoaudiológico

ou aulas de canto);

- ser cantor;
- estar menstruada no dia do teste;
- ter dificuldade na realização dos exercícios experimentais (EVSL) ou placebo (MOD);
- ter queixa de hipoacusia ou ser surdo.

4.2 Métodos

4.2.1 Distribuição dos sujeitos

Com o intuito de verificar como a voz de um mesmo sujeito se comportava frente ao exercício placebo e ao exercício experimental, foi determinado que, dos 27 sujeitos da pesquisa, dez fizessem parte tanto do Grupo Controle (GC) quanto do Grupo Experimental (GE).

Ao se considerar o fato de a pesquisa ter usado uma amostra de conveniência, os 17 primeiros sujeitos fizeram parte apenas do GE (realização do EVSL) e os dez restantes participaram tanto do GE quanto do GC (realização do MOD).

Figura 2 Organograma da distribuição dos grupos e número de sujeitos

4.2.2 Registro vocal

Após o diagnóstico otorrinolaringológico de nódulos de pregas vocais e a confirmação dos critérios de inclusão e exclusão para participação nesta pesquisa, os indivíduos foram submetidos ao protocolo de pesquisa, que foi composto do registro vocal no momento pré-exercício, realização do exercício experimental e placebo e registro vocal após o primeiro, terceiro, quinto e sétimo minutos pós-exercício. A sequência de procedimentos tanto do Grupo Experimental quanto do Grupo-Controle está representada no Quadro 2.

O registro vocal foi realizado direto no computador de mesa Pentium II, placa de som *off board* (SOUND BLASTER AUDIGY 7.1), no programa SOUND FORGE 6.0, na faixa de frequência de 44.100 Hz, com microfone de cabeça, unidirecional, faixa reta de respostas, da marca PLANTRONICS (modelo ECM 909), posicionado a 1cm do canto da boca, em posição diagonal, com ângulo de captação direcional de 45°. A entrada de som foi monitorada na régua de medição do próprio programa de gravação, com entrada de áudio aproximada em 9dB.

O material de voz coletado de cada indivíduo foi a emissão sustentada da vogal “é”, em intensidade e frequência confortáveis, autosselecionadas pelos sujeitos, da maneira mais natural possível.

A sala onde este material foi coletado era silenciosa, acusticamente tratada, com ruído de fundo inferior a 50dB, conforme sugerido por Dejonckere *et al.* (2001). Tal valor foi medido por meio de um medidor analógico de pressão sonora da marca RADIO SHACK.

O material de voz foi registrado antes e depois da realização dos exercícios em quatro momentos diferentes ao longo de sete minutos, sendo eles: momento 1 (após um minuto), momento 3 (após três minutos), momento 5 (após cinco minutos) e momento 7 (após sete minutos), assim como utilizado por Menezes *et al.* (2005).

O tempo de execução dos exercícios foi medido em cronômetro digital da marca OREGON®. Durante a realização do exercício experimental, contou-se o número de vezes em que o exercício foi repetido por período e os resultados foram registrados no Protocolo de Desempenho do EVSL (Anexo 3).

4.2.3 Descrição dos exercícios

O Exercício de Vibração Sonorizada de Língua (EVSL), considerado como exercício experimental, foi realizado de forma confortável em tom médio habitual, sem deslocamento anterior de cabeça ou de mandíbula, com manutenção do ritmo e da respiração buconasal monitorados pelo pesquisador.

O Movimento de Oposição de Dedos (MOD) foi escolhido como exercício placebo, por ser uma atividade motora, sequenciada e repetitiva (Karni, 1995; Souza, 2008), assim como o EVSL, porém sem ativação vocal, respiratória, dos músculos da região cervical ou do aparelho fonador. Este exercício foi realizado inicialmente pela mão direita e seguindo para a esquerda sem intervalo de tempo. O toque do polegar foi feito, primeiro, no dedo indicador (1), seguindo para o médio (2), anelar (3) e mínimo (4) e retornando para o indicador, mas em ordem inversa. Os indivíduos foram orientados a manter

o ritmo, a atenção e a ordem dos movimentos sequenciais de oposição de dedos.

A Figura 3 ilustra como este movimento foi realizado.

Figura 3 Representação esquemática do movimento de oposição de dedos utilizados como exercício placebo, de acordo com Karni (1995) e Souza (2008)

Durante os exercícios, os sujeitos permaneceram em pé e na posição ereta. Cada um deles foi realizado por sete minutos, sendo interrompido apenas para o registro das vozes. Antes dos exercícios (experimental e placebo), os pacientes permaneceram sentados por cinco minutos, sem falar, para evitar que o cansaço físico corporal e a atividade vocal prévia interferissem nas respostas vocais aqui estudadas.

Os dez sujeitos que participaram tanto do Grupo Experimental quanto do Grupo-Controle realizaram primeiro o exercício placebo e depois o experimental, em uma mesma sessão, com intervalo de cinco minutos entre eles. Ambos foram apresentados aos sujeitos da pesquisa de forma semelhante. O pesquisador procurou dar a mesma ênfase de importância tanto para o exercício experimental quanto para exercício placebo.

Todos os procedimentos descritos foram realizados no período vespertino, entre 14 e 16 horas, momento em que, provavelmente, a voz já tenha passado pelo aquecimento natural de uso no período matutino.

O Quadro 2 descreve de forma sintetizada a sequência de realização dos procedimentos.

Quadro 2 Síntese da sequência de realização dos procedimentos do Grupo Experimental e do Grupo-Controle

Grupo Experimental	
1	Descanso (corporal e vocal) por cinco minutos
2	Registro vocal
3	Realização do EVSL por um minuto
4	Registro vocal
5	Realização do EVSL por mais dois minutos (total: três minutos)
6	Registro vocal
7	Realização do EVSL por mais dois minutos (total: cinco minutos)
8	Registro vocal
9	Realização do EVSL por mais dois minutos (total: sete minutos)
10	Registro vocal
Grupo-Controle	
1	Descanso (corporal e vocal) por cinco minutos
2	Registro vocal
3	Realização do EDD por um minuto
4	Registro vocal
5	Realização do EDD por mais dois minutos (total: três minutos)
6	Registro vocal
7	Realização do EDD por mais dois minutos (total: cinco minutos)
8	Registro vocal
9	Realização do EDD por mais dois minutos (total: sete minutos)
10	Registro vocal

4.2.4. Análise de resultados

As vozes registradas no Grupo Experimental e no Grupo-Controle foram avaliadas em dois tempos: pré-exercício (momento 0) e pós-exercício em diferentes momentos: um minuto (m1), três minutos (m3), cinco minutos (m5) e sete minutos (m7). Todas elas foram analisadas perceptivo-auditiva e acusticamente.

– *Análise perceptivo-auditiva*

Foram realizadas tanto a análise perceptivo-auditiva individual quanto aos pares.

Para análise perceptivo-auditiva individual, as vozes do Grupo Experimental e do Grupo-Controle foram randomizadas de forma casual e apresentadas, em uma única sessão, a três juízes, cegos, com mais de dez anos de experiência na análise perceptivo-auditiva de vozes.

Após a escuta de cada voz, os juízes quantificaram, com uma única marcação e em uma escala visual-analógica de 100 milímetros do Protocolo CAPE–V (Anexo 4), os resultados de suas análises. O extremo esquerdo da régua (0) corresponde à ausência de alteração e o extremo direito (100), às alterações severas de cada parâmetro analisado.

A definição dos parâmetros contidos no CAPE–V está descrita no Capítulo 3. Além destes, eles poderiam acrescentar outros dois que lhes tivessem chamado a atenção na escuta das vozes. As suas respostas foram

quantificadas em milímetros para cada parâmetro analisado.

Consoante as determinações da ASHA, a amostra de voz analisada no CAPE–V deve ser a vogal sustentada e a fala encadeada (frases pre-determinadas pelo protocolo e conversa espontânea). Contudo, levando em consideração que no presente estudo o tempo de execução dos exercícios foi acumulativo, não seriam indicados grandes intervalos entre os momentos. Desta forma, apenas a vogal sustentada foi registrada e analisada.

Para a análise perceptivo-auditiva comparativa, foi realizada a edição das vozes aos pares, utilizando-se o programa Soud Forge 6.0, com intervalo de um segundo entre uma voz e outra. A primeira voz de cada par foi denominada Voz A e a segunda, Voz B. Os pares de vozes foram randomizados, armazenados em quatro CDs e entregues aos mesmos três juízes fonoaudiólogos que realizaram a análise perceptivo-auditiva individual das vozes. Houve um intervalo de dois meses entre a análise perceptivo-auditiva individual e pareada.

Para cada par de vozes escutado, eles foram instruídos a considerar se elas eram iguais ou se uma delas era a melhor (A ou B). Em seguida, eles deveriam assinalar qual(uais) motivo(s) os levou a fazer a sua escolha de acordo com os mesmos parâmetros contidos no CAPE–V. Além disso, puderam acrescentar algum outro motivo relevante da análise perceptivo-auditiva em um espaço em branco designado para este fim.

Os três juízes passaram por uma sessão de explicações feita pelo pesquisador composta das seguintes informações:

- a. Os pares de vozes estavam denominados como *tracks* (*track* 1 = par

- 1, *track* 2 = par 2 etc.), para que não fossem identificados os pacientes nem os momentos analisados.
- b. A cada *track* escutado, o juiz deveria assinalar no Protocolo de Respostas da Análise Perceptivo-Auditiva da Voz (Papav) (Anexo 5) o seu parecer.
- c. O juiz deveria dar um intervalo de descanso auditivo de, no mínimo, de dez minutos entre a análise de um CD e outro, para evitar fadiga auditiva e possíveis erros na resposta.

O Papav foi construído, especificamente, para a análise pareada e testado previamente no estudo-piloto. Para a tabulação das suas respostas, foi considerada a seguinte categorização:

- Se a voz no pós-exercício foi considerada melhor = melhorou.
- Se a voz no pré-exercício foi considerada melhor = piorou.
- Se as vozes foram consideradas iguais = manteve.

Quadro 3 Distribuição das vozes editadas aos pares

Grupo Experimental	Quantidade (em pares)
m0 x m1, m0 x m3, m0 x m5, m0 x m7, m1 x m3, m3 x m5, m5 x m7	189
Grupo-Controle	
m0 x m1, m0 x m3, m0 x m5, m0 x m7, m1 x m3, m3 x m5, m5 x m7	70
Grupo Experimental x Grupo-Controle	
m1 x m1, m3 x m3, m5 x m5, m7 x m7	40
TOTAL	299

Tanto para análise perceptivo-auditiva individual quanto para a pareada, do total da amostra, 10% foram repetidos para que o teste de confiabilidade intrassujeito pudesse ser realizado.

– ***Análise das medidas acústicas***

Para a realização das medidas acústicas, as vozes foram submetidas a uma nova edição por meio do programa Soud Forge 6.0. Nesta edição, foram descartados o primeiro e o último segundo de emissão, consideradas as áreas de maior instabilidade vocal devido ao ataque vocal na parte inicial e a diminuição do aporte respiratório no final da emissão, motivos pelos quais podem causar erros na análise das medidas acústicas do sinal de áudio.

As vozes foram analisadas individualmente por meio do *software* VoxMetria, versão 2.7h da CTS Informática na função Qualidade Vocal. Foram considerados os valores obtidos no relatório estatístico (Figura 4), fornecido pelo próprio programa, referentes aos seguintes parâmetros acústicos: frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, GNE, irregularidade e ruído. A extração dessas medidas foi feita pela própria pesquisadora por não depender de interpretação pessoal.

A definição de cada parâmetro analisado e a ilustração do relatório estatístico fornecido pelo *software* VoxMetria na função Qualidade Vocal encontra-se no Anexo 6

4.2.5 Análise de desempenho do exercício experimental

A cada momento pós-exercício (m1, m3, m5 e m7), foram somados o número de repetições do EVSL em cada período e registrado no Protocolo de Desempenho do EVSL (Anexo 3). Estes registros foram utilizados para o cálculo da média do número de repetições por minuto para cada sujeito da pesquisa, assim como o tempo médio de sustentação de cada emissão do referido exercício.

Quanto maior o tempo de sustentação do exercício, menor o número de repetições por minuto e isto foi considerado como melhor desempenho na execução do exercício. A situação inversa foi considerada neste estudo como piora no desempenho.

4.2.6 Análise estatística

Foi feita a análise de correlação intraclass, com o intuito de verificar o grau de concordância nas situações de teste–reteste para cada juiz que participou da análise perceptivo-auditiva das vozes. Foram considerados confiáveis aqueles que obtiveram valores acima de 0,60.

Para análise individual das vozes, tanto perceptivo-auditiva quanto acústica, foi aplicado o Teste ANOVA para identificar diferenças entre os momentos analisados, tanto na situação intragrupos quanto na intergrupos (experimental e placebo).

Quando encontradas diferenças significantes na análise perceptivo-

auditiva, utilizou-se o Teste de Comparações Múltiplas de *Tukey*, a fim de localizar em qual momento esta diferença aconteceu.

Para a comparação entre os resultados acústicos do Grupo Experimental e do Grupo-Controle, aplicou-se o Teste t-pareado.

Aplicou-se o Teste de Qui-quadrado, com o intuito de verificar a distribuição das porcentagens da análise perceptivo-auditiva pareada.

A Análise de Correlação de *Spearman* foi utilizada para se verificar o grau de correlação entre o número de repetições do EVSL e a melhora, piora ou manutenção vocal por período.

Adotou-se o nível de significância de 5% (0,050) para a aplicação de todos os testes estatísticos.

Foi utilizado o programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS), em sua versão 17.0, para a obtenção dos resultados.

5 RESULTADOS

5. RESULTADOS

Os resultados apresentados neste capítulo foram baseados na análise perceptivo-auditiva e acústica da vogal sustentada “é” registrada nos momentos pré e após o primeiro (momento 1 -m1), terceiro (momento 3 -m3), quinto (momento 5 -m5) e sétimo (momento 7 -m7) minutos de execução, tanto do exercício experimental (EVSL) quanto do exercício placebo (MOD).

5.1 Características dos Pacientes Incluídos no Estudo

Participaram da presente pesquisa 27 pacientes do gênero feminino, com diagnóstico de nódulo de pregas vocais e idade entre 18 a 45 anos. Eles participaram do Grupo Experimental e somente dez fizeram parte tanto do GE quanto do GC. A média de idade e o desvio-padrão no Grupo Experimental foram de 31,7 anos (DP +/-9,4) e no grupo placebo foi de 32,5 (DP +/-10,5) (Anexo 7).

5.2 Análise Perceptivo-Auditiva

Para análise perceptivo-auditiva, foi realizado o teste de confiabilidade dos juízes, sendo que 10% das vozes analisadas foram repetidas de forma aleatória para a situação de teste–reteste. Os juízes apresentaram coeficiente de correlação intraclass entre 0,69 e 0,85, sendo considerados confiáveis

(Tabela 1). A concordância entre eles foi de 80%, tanto na análise perceptivo-auditiva individual quanto na pareada das vozes.

Tabela 1 Análise de correlação intraclasse com o intuito de verificar o grau de concordância nas situações de teste–reteste para cada juiz

Juízes	Coefficiente de Correlação Intraclasse	Significância (p)	Status da concordância
1	0,690	0,001 <	Moderada
2	0,855	0,001 <	Muito boa
3	0,843	0,001 <	Boa

Os resultados da análise perceptivo-auditiva por meio do CAPE-V Grupo Experimental demonstraram que o EVSL provocou mudança estatisticamente significativa em todos os parâmetros analisados, com exceção do *pitch* grave e instabilidade (Tabela 2).

Houve melhora do grau geral, rugosidade e soproidade nos momentos 5 e 7. Já nos momentos 1 e 3, não aconteceram mudanças estatisticamente significativas com relação a estes parâmetros.

As vozes apresentaram aumento de tensão ao longo dos sete minutos de execução do EVSL; entretanto, com significância estatística apenas no momento 7.

O *pitch* agudo também apresentou valores crescentes ao longo do tempo, com significância a partir do momento 3.

Houve diminuição da *loudness* nos momentos 1 e 3, aumentando nos

momentos 5 e 7. Esta queda da *loudness* nos momentos 1 e 3 foi considerada estatisticamente significativa.

Após o momento 5, a voz apresentou-se com melhor grau geral, menor rugosidade, menor soproidade e mais aguda. Todavia, no momento 7, a tensão foi significativamente mais alta em comparação a todos os outros momentos (Figura 4).

Figura 4 Representação gráfica das respostas vocais do Grupo Experimental de acordo com os parâmetros do Protocolo CAPE-V nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

No Grupo-Controle, as mudanças vocais só aconteceram no que se refere ao grau geral. Em todos os demais parâmetros avaliados, não houve diferença estatisticamente significativa (Tabela 3 e Figura 5).

Figura 5 Representação gráfica das respostas vocais do Grupo-Controlle de acordo com os parâmetros do Protocolo CAPE-V nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

A análise comparativa entre os resultados do Grupo Experimental e do Grupo-Controlle é apresentada na Tabela 4. Os grupos diferenciam-se, principalmente, no momento 5, sendo que as vozes do GE apresentaram menores valores de soprosidade, rugosidade, *pitch* grave e instabilidade. No momento 3, apenas o *pitch* apresenta-se mais agudo no GE e no momento 7 há aumento da tensão vocal neste mesmo Grupo, o que não acontece no GC.

Tabela 2 Resultados da análise perceptivo-auditiva (CAPE-V) do Grupo Experimental no momento pré-exercício (m0) e no pós-exercício (m1, m3, m5 e m7)

Parâmetros	Momentos do Grupo Experimental					ANOVA (p)	Comparações Múltiplas Tukey
	m0	m1	m3	m5	m7		
Grau Geral	Média	42,3	39,8	39,7	36,9	37,0	0,0004 * m0 > m5 = m7
	DP	6,7	6,1	7,6	6,0	6,2	
Rugosidade	Média	36,1	34,4	35,3	31,5	32,5	0,0077 * m0 > m5 = m7
	DP	6,1	6,0	7,7	7,3	6,1	
Soprosidade	Média	34,5	34,4	33,2	28,6	29,9	<0,0001 * m0 > m5 = m7
	DP	7,6	5,2	6,5	7,6	5,8	
Tensão	Média	18,3	19,5	20,5	20,8	22,9	0,0216 * m0 < m7
	DP	5,5	5,7	4,3	4,4	7,6	
Pitch grave	Média	12,1	10,0	7,8	7,8	7,4	0,1129 m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	9,0	8,5	9,1	1,06	9,8	
Pitch agudo	Média	6,5	10,1	19,3	16,1	18,5	<0,0001 * m0 < m3 = m5 = m7
	DP	7,6	8,0	12,1	12,4	9,9	
Loudness forte	Média	4,2	1,2	1,3	3,9	3,2	0,0306 * m0 > m1 = m3
	DP	5,5	3,6	3,6	4,6	5,4	
Loudness fraca	Média	3,3	1,2	1,0	0,5	0,0	<0,0001 * m0 > m1 = m3 = m5 = m7
	DP	4,1	2,7	2,4	1,7	0,0	
Instabilidade	Média	21,1	23,1	25,8	23,8	25,7	0,0519 m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	7,5	8,8	8,8	7,0	5,5	

DP - Desvio-padrão
* Significância (p) < 0,05.

Tabela 3 Resultados da análise perceptivo-auditiva (CAPE-V) do Grupo-Controlle no momento pré-exercício (m0) e no pós-exercício (m1, m3, m5 e m7)

Parâmetros	Momentos do Grupo-Controlle					ANOVA (p)	Comparações Múltiplas Tukey
	m0	m1	m3	m5	m7		
Grau Geral	Média	40,4	37,8	38,3	35,2	35,0	m0 > m5 = m7
	DP	5,3	3,9	4,7	5,4	5,5	
Rugosidade	Média	35,2	33,5	32,7	31,8	30,9	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	4,2	5,6	4,4	2,8	5,3	
Soprosidade	Média	34,0	32,4	33,1	33,8	30,9	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	5,1	6,1	4,9	4,6	5,6	
Tensão	Média	17,6	21,3	21,0	19,9	20,1	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	3,6	4,0	4,1	3,5	5,4	
Pitch grave	Média	13,0	10,9	12,6	15,6	10,2	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	10,2	10,3	6,9	9,8	8,4	
Pitch agudo	Média	7,6	9,0	9,6	9,9	15,6	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	9,0	10,5	9,3	8,9	11,9	
Loudness forte	Média	2,1	0,8	0,8	0,4	2,9	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	4,4	1,7	1,7	1,3	6,9	
Loudness fraca	Média	2,9	2,3	0,5	0,6	1,2	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	4,9	4,0	1,6	2,0	2,5	
Instabilidade	Média	21,1	23,7	23,7	24,3	23,7	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	6,3	5,6	6,6	3,4	6,1	

DP - Desvio-padrão

* Significância (p) < 0,05.

Tabela 4 Comparação dos resultados da análise perceptivo-auditiva (CAPE-V) do Grupo Experimental e do Grupo-Controle nos momentos pós-exercício (m1, m3, m5 e m7)

Parâmetros	Momento 1				Momento 3				Momento 5				Momento 7				
	GE	GC	Teste t (p)	Resultado	GE	GC	Teste t (p)	Resultado	GE	GC	Teste t (p)	Resultado	GE	GC	Teste t (p)	Resultado	
Grau Geral	Média	38,7	37,8	0,633	E = C	36,5	38,3	0,438	E = C	33,7	35,2	0,523	E = C	37,4	35,0	0,318	E = C
	DP	5,0	3,9			9,0	4,7			5,0	5,4			5,8	5,5		
Rugosidade	Média	32,2	33,5	0,519	E = C	32,3	32,7	0,893	E = C	26,9	31,8	0,004 *	E < C	32,3	30,9	0,513	E = C
	DP	5,3	5,6			9,6	0,044			5,4	2,8			6,1	5,3		
Soprosidade	Média	38,7	37,8	0,337	E = C	36,5	38,3	0,348	E = C	33,7	35,2	0,006 *	E < C	37,4	35,0	0,950	E = C
	DP	5,0	3,9			9,0	4,7			5,0	5,4			5,8	5,5		
Tensão	Média	20,7	21,3	0,823	E = C	20,9	21,0	0,974	E = C	19,6	19,9	0,908	E = C	27,5	20,1	0,041 *	E > C
	DP	7,2	4,0			5,7	4,1			4,9	3,5			7,9	5,4		
Pitch grave	Média	10,2	10,9	0,797	E = C	5,7	12,6	0,048 *	E < C	5,7	15,6	0,007 *	E < C	5,3	10,2	0,155	E = C
	DP	8,5	10,3			5,9	6,9			7,7	9,8			9,1	8,4		
Pitch agudo	Média	9,3	9,0	0,887	E = C	21,8	9,6	0,013 *	E > C	16,7	9,9	0,167	E = C	20,9	15,6	0,211	E = C
	DP	7,6	10,5			10,3	9,3			10,1	8,9			11,0	11,9		
Loudness forte	Média	0,8	0,8	0,951	E = C	0,7	0,8	0,888	E = C	3,3	0,4	0,142	E = C	5,2	2,9	0,447	E = C
	DP	2,6	1,7			2,1	1,7			5,3	1,3			6,9	6,9		
Loudness fraca	Média	0,0	2,3	0,101	E = C	1,1	0,5	0,429	E = C	0,0	0,6	0,343	E = C	0,0	1,2	0,170	E = C
	DP	0,0	4,0			2,3	1,6			0,0	2,0			0,0	2,5		
Instabilidade	Média	19,8	23,7	0,157	E = C	23,0	23,7	0,804	E = C	18,9	24,3	0,017 *	E < C	23,9	23,7	0,927	E = C
	DP	7,3	5,6			9,4	6,6			5,1	3,4			0,040	0,061		

DP -Desvio-padrão

* Significância (p) < 0,05.

Os resultados da análise perceptivo-auditiva pareada no Grupo Experimental evidenciam prevalência de melhora em todos os momentos pós-exercício, com exceção do momento 7. Não foi encontrada diferença entre os momentos 1 e 3. Já entre os momentos 3, 5 e 7, o momento 5 foi o que teve prevalência de respostas positivas e o 7, de respostas negativas (Tabela 5).

O grau geral foi o parâmetro mais utilizado como critério de melhora da voz, seguido da rugosidade, soproidade, aumento de *pitch* e de *loudness* (Tabela 6).

Em comparação ao momento 0, os momentos pós-exercício foram considerados melhores por apresentarem melhor grau geral, menos rugosidade, *pitch* mais agudo e *loudness* mais forte.

O momento 5 foi considerado melhor em comparação ao 7 por apresentar melhor grau geral, menor rugosidade, menos tensão, menor instabilidade e ressonância mais equilibrada (Tabela 6).

No Grupo-Controle, não foram observadas mudanças estatisticamente significativas em momento algum, sendo que houve prevalência da manutenção das vozes frente ao exercício placebo (Tabela 7).

Quando os juízes compararam as vozes do Grupo Experimental e do Grupo-Controle, houve pouca diferença nos momentos 1 e 3. No momento 5, 60% das vozes do GE foram consideradas melhores do que do GC. No momento 7, esta proporção inverteu-se, sendo que 70% das vozes do GC foram consideradas melhores do que as do GE (Figura 6).

Tabela 5 Resultado da análise perceptivo-auditiva pareada nos momentos 0-1, 0-3, 0-5, 0-7, 1-3, 3-5 e 5-7 do Grupo Experimental

Situação das Vozes	Par de Vozes do Grupo Experimental											
	m0 -m1		m0 -m3		m0 -m5		m0 -m7		m1 -m3		m3 -m5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Melhorou	17	62,9	20	74,0	17	62,9	14	51,8	12	44,4	17	62,9
Piorou	7	25,9	5	18,5	6	22,2	13	48,1	9	33,3	5	18,6
Manteve	3	11,1	2	7,4	4	14,8	0	0	6	22,2	5	18,5
Total	27	100,0	27	100,0	27	100,0	27	100,0	27	100,0	27	100,0
Significância (p)	0,003*		< 0,001*		0,004*		0,847		0,368		0,005*	0,013*

* Teste Qui -quadrado Significância (p) < 0,05.

Tabela 6 Análise semiquantitativa dos parâmetros considerados para a escolha da melhor voz em cada par de vozes do Grupo Experimental

Par de Vozes	Parâmetros que Justificaram a Escolha da Melhor Voz em cada Par de Vozes										
	G	R <	S <	T >	T <	P >	P <	L >	L <	I <	DR
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0-1	100,0	53,8	69,2	7,6	15,3	53,8	0	30,7	7,6	6,6	6,6
0-3	100,0	80,0	73,3	20,0	13,3	53,3	0	20,0	0	26,6	6,6
0-5	93,3	66,6	60,0	26,6	0	66,6	6,6	26,6	0	33,3	6,6
0-7	93,3	53,3	80,0	40,0	0	53,3	0	53,3	0	13,3	6,6
1-3	100,0	84,6	30,7	30,7	0	46,1	0	7,6	7,6	30,7	0
3-5	93,3	63,6	45,4	18,1	9,0	45,4	0	36,3	0	54,5	0
5-7	86,6	53,3	13,3	26,6	33,3	26,6	20,0	6,6	0	20,0	12,3

G -Grau geral; R -rugosidade; S -soprosidade; T - tensão; L - Loudness;

I -Instabilidade; DR -Desequilíbrio ressonantal; > - mais intenso;

< - menos intenso

Tabela 7 Resultado da análise perceptivo-auditiva pareada comparando os momentos 0-1, 0-3, 0-5, 0-7, 1-3, 3-5 e 5-7 do Grupo-Controle

Situação das vozes	Par de Momentos Analisados do Grupo-Controle													
	m0 -m1		m0 -m3		m0 -m5		m0 -m7		m1 -m3		m3 -m 5		m5 -m7	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Melhorou	2	20	4	40	4	40	3	30	3	30	3	30	2	20
Piorou	2	20	2	20	2	20	1	10	2	20	1	10	2	20
Manteve	6	60	4	40	4	40	6	60	5	50	6	60	6	60
Total	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
Significância (p)	0,202		0,670		0,670		0,497		0,497		0,150		0,202	

* Teste Qui -quadrado Significância (p) < 0,05.

Figura 6 Representação gráfica da análise perceptivo-auditiva pareada na comparação das vozes do Grupo Experimental (GE) x Grupo-Controle (GC) nos momentos 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

5.3 Análise Acústica

Os resultados da análise acústica do Grupo Experimental demonstraram que a frequência fundamental, o GNE e o ruído apresentaram-se estatisticamente diferentes ao longo dos sete minutos de execução do EVSL, o que não foi observado nos valores de *jitter*, *shimmer* e irregularidade (Tabela 8).

No GE, a frequência fundamental apresentou aumento estatisticamente significativo a partir do momento 3, com pico de elevação no 5 e leve queda no 7 (Figura 7).

Figura 7 Representação gráfica da frequência fundamental (F_0) no Grupo Experimental nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

Os valores do GNE aumentaram de forma significativa a partir do momento 3, mantendo-se gradativamente maior até o 7. Já o ruído apresentou valores gradativamente menores a partir do momento 1. (Figura 8).

Figura 8 Representação gráfica dos valores de *shimmer*, do GNE e do ruído do Grupo Experimental nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

No Grupo-Controle, só observou-se mudança nos valores do *shimmer* no momento 7 (Figura 9).

Figura 9 Representação gráfica dos valores de *shimmer*, do GNE e do ruído do Grupo-Controle nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

A frequência fundamental foi o único parâmetro acústico que se diferenciou na comparação entre os resultados do Grupo Experimental e do Grupo-Controle (Tabela 10 e Figura 10).

Figura 10 Representação gráfica da frequência fundamental no Grupo Experimental (GE) e do Grupo Controle (GC) nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

Tabela 8 Apresentação dos resultados da análise acústica no Grupo Experimental nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

Parâmetros		m0	m1	m3	m5	m7	ANOVA (p)	Comparações Múltiplas Tukey
F ₀	Média	204,179	215,685	221,589	227,992	219,695	0,0030 *	m 0 < m 3 = m 5 = m 7
	DP	23,608	40,738	44,200	42,904	29,700		
<i>Jitter</i>	Média	0,206	0,513	0,505	0,314	0,254	0,3238	m 0 = m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	DP	0,175	1,322	1,131	0,589	0,424		
<i>Shimmer</i>	Média	3,131	3,515	3,780	3,133	3,008	0,4366	m 0 = m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	DP	1,136	2,090	3,446	1,289	1,195		
GNE	Média	0,743	0,816	0,818	0,839	0,851	0,0011 *	m 0 < m 3 = m 5 = m 7
	DP	0,206	0,173	0,176	0,153	0,129		
Irregularidade	Média	3,394	3,396	3,391	3,252	3,172	0,4498	m 0 = m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	DP	0,855	0,867	1,011	0,803	0,765		
Ruído	Média	1,302	0,996	0,990	0,951	0,853	0,0013 *	m 0 > m 1 = m 3 = m 5 = m 7
	DP	0,851	0,699	0,725	0,632	0,532		

DP -Desvio-padrão

* Significância (p) < 0,05

Tabela 9 Apresentação dos resultados da análise acústica no Grupo-Controlle nos momentos 0 (m0), 1 (m1), 3 (m3), 5 (m5) e 7 (m7)

Parâmetros	m0	m1	m3	m5	m7	ANOVA (p)	Comparações Múltiplas Tukey
F_0	Média	204,179	211,884	212,677	208,758	214,401	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	23,608	18,906	22,065	23,216	22,365	
<i>Jitter</i>	Média	0,206	0,149	0,244	0,122	0,124	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	0,175	0,079	0,399	0,043	0,065	
<i>Shimmer</i>	Média	3,131	2,833	2,921	2,832	2,438	m0 > m7
	DP	1,136	1,397	1,548	1,146	1,221	
GNE	Média	0,743	0,826	0,775	0,800	0,860	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	0,206	0,215	0,201	0,165	0,131	
Irregularidade	Média	3,394	3,302	3,234	3,193	3,018	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	0,855	0,872	0,912	0,835	1,001	
Ruído	Média	1,302	1,057	1,167	117,040	0,818	m0 = m1 = m3 = m5 = m7
	DP	0,851	0,855	0,823	366,460	0,544	

DP -Desvio-padrão

* Significância (p) < 0,05

Tabela 10 Comparação entre os resultados das medidas acústicas do Grupo Experimental e do Grupo-Controle

P	m1				m3				m5				m7				
	GC	GE	Teste t (p)	Resul-tado	GC	GE	Teste t (p)	Resul-tado	GC	GE	Teste t (p)	Resul-tado	GC	GE	Teste t (p)	Resul-tado	
F ₀	Média	211,884	212,251	0,851	C = E	212,677	225,813	0,037 *	C < E	208,758	231,621	0,032 *	C < E	214,401	236,709	0,013 *	C < E
	DP	18,906	21,591			22,065	23,571			23,216	30,757			22,365	27,910		
J	Média	0,149	0,129	0,314	C = E	0,244	0,336	0,718	C = E	0,122	0,118	0,832	C = E	0,124	0,193	0,248	C = E
	DP	0,079	0,043			0,399	0,671			0,043	0,065			0,065	0,149		
S	Média	2,833	2,717	0,700	C = E	2,921	3,110	0,660	C = E	2,832	2,470	0,266	C = E	2,438	2,636	0,517	C = E
	DP	1,397	1,117			1,548	2,497			1,146	0,993			1,221	0,958		
	Média	0,826	0,862	0,403	C = E	0,775	0,876	0,069	C = E	0,800	0,855	0,105	C = E	0,860	0,902	0,181	C = E
	DP	0,215	0,197			0,201	0,147			0,165	0,141			0,131	0,091		
I	Média	3,302	3,102	0,169	C = E	3,234	3,138	0,594	C = E	3,193	2,928	0,140	C = E	3,018	3,161	0,585	C = E
	DP	0,872	0,711			0,912	1,015			0,835	0,750			1,001	0,660		
R	Média	1,057	0,812	0,184	C = E	1,167	0,751	0,068	C = E	117,040	0,833	0,342	C = E	0,818	0,640	0,179	C = E
	DP	0,855	0,819			0,823	0,608			366,460	0,579			0,544	0,377		

P - Parâmetros; F₀ - Frequência fundamental; J - Jitter; S - Shimmer; GNE - Glotal Noise Excitation; I - Irregularidade; R - Ruído
 DP - Desvio Padrão

5.4 Análise de Desempenho do Exercício Experimental

Foi possível verificar grande variação no número de repetições do EVSL entre os sujeitos da pesquisa.

Houve aumento gradativo do número de repetições ao longo do tempo. Em média, o exercício foi repetido 13 vezes até o terceiro minuto, aumentando para 14,5 vezes no quinto e no sétimo minuto o exercício foi realizado 16 vezes. Este aumento no número de repetições está associado à diminuição no tempo de sustentação do EVSL, o qual está representado na Tabela 11.

Tabela 11 Média do número de repetições do EVSL por período e tempo de sustentação de cada repetição

Período	Média do n° de Repetições do EVSL por Período	Média do n° de Repetições do EVSL por Minuto	Média do Tempo de Sustentação de cada Repetição do EVSL (em segundos)
0–1	13,3	13,3	4,6
1–3	26,1	13,0	4,6
3–5	29,1	14,5	4,1
5–7	32,0	16,0	3,7

Não foi encontrada correlação entre o número de repetições e a melhora ou piora vocal de acordo com a análise de correlação de *Spearman* (Tabela 12).

Tabela 12 Resultado da Análise de Correlação de Spearman, para verificar o grau de relacionamento entre o número de repetições do EVSL e a melhora, piora ou manutenção vocal por período

Variáveis	Estatística	Nº de Vezes
m0 -m1	Coeficiente de Correlação (r)	0,055
	Significância (p)	0,791
	n	27
m1 -m3	Coeficiente de Correlação (r)	0,312
	Significância (p)	0,120
	n	27
m3 -m5	Coeficiente de Correlação (r)	-0,008
	Significância (p)	0,970
	n	27
m5 -m7	Coeficiente de Correlação (r)	0,388
	Significância (p)	0,050
	n	27

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

6.1 Delineamento do Estudo e Metodologia

O objetivo central da presente pesquisa foi investigar as mudanças vocais frente à execução do EVSL, identificando o momento em que há predomínio de respostas positivas e negativas. Para tanto, foram tomados como base estudos na área de voz realizados após os anos 1990, que têm se preocupado em comprovar a eficácia de exercícios com maior controle de variáveis. Uma das características metodológicas destes estudos é o direcionamento da intervenção para grupos específicos (Roy *et al.*, 2003; Timmermans *et al.*, 2004; Simberg *et al.*, 2006; Spielman *et al.*, 2007; Niebudek-Bogusk *et al.*, 2008; Dromey *et al.*, 2008). Assim sendo, optou-se em incluir na pesquisa somente mulheres disfônicas com nódulos vocais.

A terapia vocal é a conduta de eleição nos casos de nódulos vocais (Verdolini, 2006; Leonard, 2009). A execução do exercício de vibração sonORIZADA de língua (EVSL) faz parte dos procedimentos utilizados no tratamento fonoaudiológico em pacientes com este diagnóstico (Behlau *et al.*, 2005; Bueno, 2006) e eleito como exercício experimental neste estudo.

Uma dúvida que surgiu no delineamento metodológico da presente pesquisa foi a necessidade ou não de incluir um Grupo-Controle, já que os indivíduos seriam controles deles mesmos e as vozes no pré-exercício serviriam de referência para verificar as mudanças vocais no pós-exercício.

Entretanto, Speyer (2008) sugeriu que o exercício placebo seja incluído em qualquer pesquisa que estude os efeitos do exercício vocal, a fim de tornar o estudo mais confiável.

Em pesquisas que verificam a eficácia de exercícios vocais, os sujeitos do Grupo-Controle costumam receber orientações de higiene vocal ou realizam exercícios respiratórios (Stemple *et al.*, 1994, Roy, 2003, Timmermans *et al.*, 2004). Há, ainda, a opção de eles simplesmente não serem submetidos a qualquer intervenção (Niebudek-Bogusz *et al.*, 2008; Stemple *et al.*, 1994).

Nenhuma destas possibilidades contemplou as necessidades da pesquisa, cuja intenção foi que o Grupo-Controle realizasse um exercício placebo onde a pessoa permanecesse em atividade motora pelo mesmo período que o exercício experimental, mas sem qualquer ativação do aparelho fonador ou correlacionados. Desta forma, o Movimento de Oposição de Dedos (MOD) foi escolhido por suprir tais necessidades. Este exercício tem sido utilizado em pesquisas sobre aprendizagem motora (Karni, 1995; Souza, 2008).

O material de voz coletado para análise foi a vogal sustentada em intensidade e frequência autorreferida como confortável. Isto porque, as vogais correspondem a uma estrutura acústica mais simples obtida em um contexto mais controlado, onde as características da fonte, trato vocal e articuladores são relativamente fixas ao longo do tempo e com menor influência de regionalismos. Além disso, a análise de vogais faz com que o ouvinte foque sua atenção na fonte do som (Parsa e Jamieson, 2001; Zraick *et al.*, 2005; Zhang e Jiang, 2008). A vogal “é” foi escolhida, pois é a indicada pelo *software* Vox-Metria utilizado no presente estudo para a extração das medidas acústicas.

Ao se levar em conta o fato de as análises perceptivo-auditivas e acústicas serem consideradas como complementares e não excludentes (Ma e Yiu, 2006; Ortiz e Carrillo, 2008; Oates, 2009), foram adotados os resultados de ambas como respostas vocais frente aos exercícios experimentais (EVSL) e placebo (MOD).

A análise perceptivo-auditiva, embora subjetiva e passível de variações que dependem de referenciais internos de cada ouvinte, ainda é a mais utilizada na avaliação vocal (Behlau, 2004; Speyer, 2008; Oates, 2009). Para que ela seja mais robusta e confiável, foram considerados nesta pesquisa a experiência e o treinamento dos juízes analisadores, o tipo e a complexidade da tarefa de avaliação (vogal sustentada), a confiabilidade intrassujeito, a concordância interavaliadores (igual ou maior que 80%) e a randomização das vozes analisadas, como sugerido por Oates (2009).

Além disso, optou-se por utilizar as duas formas de análise perceptivo-auditiva de vozes descritas na literatura, ou seja, individualmente por meio do Protocolo CAPE–V (ASHA, 2003; Behlau, 2004) e de forma pareada comparativa (Simberg *et al.*, 2006; Barrichelo e Behlau, 2007; Sampaio, Oliveira e Behlau, 2008). Esta escolha visou a obtenção de resultados mais completos com relação às mudanças vocais ao longo do tempo de execução do exercício, tendo ou não o fator comparativo envolvido no processo de avaliação.

Na análise acústica da vogal sustentada, as medidas de frequência fundamental, *jitter* e *shimmer* têm sido utilizadas em vários estudos (Ma e Yiu, 2006; Zang e Jiang, 2008; Ortiz e Carrillo, 2008). Entretanto, medidas que independem da frequência fundamental, como o Glottal to Noise Excitation

(GNE) e o ruído, demonstram ser mais sensíveis para a discriminação entre momentos de avaliação (Godino–Llorente *et al.*, 2009).

O *software* VoxMetria foi utilizado nesta pesquisa por possuir em seu relatório de medidas acústicas os valores tradicionais da f_0 , *jitter* e *shimmer*, além dos valores do ruído, do GNE e da irregularidade.

Embora os nódulos vocais sejam lesões de massa benignas superficiais e que não comprometem de forma significativa a vibração das pregas vocais (Verdolini, 2006), o grau de disfonia provocado por estes pode variar de leve a intenso (Behlau, 2001). No entanto, apenas vozes leves e moderadamente disfônicas participaram desta pesquisa. Isto porque, vozes muito alteradas podem ser analisadas de forma errônea pelos programas de análise acústica, devido à periodicidade do sinal de áudio (Zhang e Jiang, 2008).

O material usado na análise acústica foi a região medial da vogal “é”, excluindo o início e o final da emissão por serem momentos de maior instabilidade vocal, assim como utilizado por Felipe *et al.* (2006); Barrichelo e Behlau (2008).

Ainda que exista uma tendência mundial em aumentar a descrição dos procedimentos realizados nas intervenções de tratamento das disfonias, muitas pesquisas não discriminam o tempo que cada exercício foi realizado (Roy *et al.*, 2003; Timmermans *et al.*, 2004; Dromey *et al.*, 2008).

O tempo de execução de exercícios utilizado na literatura pesquisada é muito variado: um minuto (Simberg *et al.*, 2006; Simberg e Laiane, 2007); duas séries de um minuto (Sampaio, Oliveira e Behlau, 2008); 90 segundos (Bueno, 2006); dois minutos (Miller, 2004); três minutos (Rodrigues; 1996);

cinco a dez minutos (Verdolini, 2000; Simberg *et al.*, 2006; Niebudek–Gogusz *et al.*, 2008; Simberg, 2007).

Semelhante ao desenho metodológico utilizado por Menezes (2005), as vozes foram analisadas ao longo de sete minutos, por englobar a maior parte dos tempos utilizados na literatura. Não foi utilizado tempo acima de sete minutos, pois, segundo estes autores, no sétimo minuto de execução de um mesmo exercício vocal, sintomas de fadiga vocal já podem ser observados.

Ainda não há unanimidade entre a prescrição do exercício vocal em forma de vezes ou tempo. Assim sendo, ambas as medidas foram registradas e correlacionadas posteriormente para verificar a interferência destas duas metodologias na prescrição do EVSL e no desempenho vocal.

6.2 Análise Perceptivo-Auditiva e Acústica da Voz

Consoante aos resultados encontrados na presente pesquisa, tanto a análise pareada quanto a análise individual das vozes apresentaram resultados semelhantes, demonstrando que ambas foram sensíveis às mudanças vocais ao longo de sete minutos de execução do EVSL em mulheres disfônicas, com predomínio de respostas positivas no momento 5 e piora no 7.

O grau geral representa a impressão global da voz (Behlau, 2004) e foi o parâmetro mais usado para justificar a melhora vocal tanto no Grupo Experimental quanto no Grupo-Controle. É um parâmetro generalista e não demonstrou sensibilidade para diferenciar as mudanças vocais entre os grupos.

A melhora do grau geral no Grupo-Controle aconteceu nos momentos

5 e 7, mesmo sem qualquer ativação da musculatura da laringe durante este exercício. Talvez este fato se justifique pela característica dinâmica da voz e em virtude da possibilidade de aprendizagem e ajustes vocais em atividades repetidas (Gelfer e Pazera, 2006).

No entanto, a diminuição da rugosidade, da soprosidade, da instabilidade, além do aumento do *pitch* e da *loudness* demonstra que as mudanças vocais frente à execução do EVSL aconteceram em resposta a diferentes ajustes musculares e funcionais da laringe, e não apenas fruto do dinamismo natural da voz.

Estes achados corroboram com estudos que sugerem que exercícios de trato vocal semiocluido, como o EVSL, provocam mudanças musculares, sendo que a atividade do músculo Cricoaritenóideo Lateral (CAL) é trocada por um pouco mais de atividade do músculo TA (Titze, 2006; Laukkanen *et al.*, 2008).

O TA, por ser um músculo esquelético, possui características semelhantes aos músculos de outras partes do corpo no que se refere aos mecanismos básicos de ação (Saxon e Schneider, 1995). Ele é constituído por fibras musculares e reage à ação de um neurônio motor na fibra muscular (Powers e Howley, 2000; Wilmore e Costill, 2001).

A forma típica de ação do músculo vocal (TA) é a força de contração ou isométrica (Wilmore e Costill, 2001; Titze, 1994) em uma postura quase tetânica, que dura alguns segundos enquanto a voz for sustentada. Entretanto, com possibilidade de ajustes de pequenas graduações (Han *et al.*, 1999), além do aumento do aporte sanguíneo (Arnstein *et al.*, 1989).

A contração muscular repetitiva durante a execução do EVSL, assim como em outros músculos esqueléticos submetidos ao estresse mecânico provocado por exercícios, pode resultar em hipertrofia aguda, com aumento do volume do músculo logo após o exercício (McCarthy *et al.*, 1995; Andersen, Schjerling e Saltin, 2000) e modificações do tônus.

Desta forma, é possível inferir que o EVSL tenha favorecido a redistribuição da tensão ao longo do TA (Miller, 2004), dissipando-a da região central das pregas vocais, que costuma ser elevada nos casos de nódulo, para a região dos tendões, semelhante ao que acontece na fonação normal (Jiang *et al.*, 1998), contribuindo para o aparecimento de mudanças vocais positivas no pós-exercício.

Além disso, o EVSL pode ter provocado a soltura da língua, frequentemente tensa nos casos de disfonia hiperfuncional (Pinho, 1998; Dromey *et al.*, 2008), modificando as condições da parede da faringe e da mucosa das pregas vocais (McGowan, 1992; Pinho, 1998; Behlau *et al.*, 2005; Menezes *et al.*, 2005; Bueno, 2006), diminuindo as irregularidades de vibração e provocando características vocais menos rugosas e soprosas, principalmente no momento 5.

Apesar do suposto aumento da força muscular durante o EVSL, o impacto entre as pregas vocais tende a diminuir. Isto porque, para que a laringe e a língua permaneçam vibrando simultaneamente, com o uso de apenas uma corrente aérea advinda dos pulmões, a pressão subglótica é necessariamente maior; contudo, a interação fonte e filtro e a geometria semelhante a um megafone invertido fazem com que a pressão aérea mantenha-se elevada atrás

do ponto de constrição no filtro (ou seja, atrás da língua) e menor na glote . Com isso, o fluxo de ar glótico e a colisão entre as pregas vocais tornam-se menores (Titze, 2006; Gaskill e Erickson, 2008).

O EVSL é uma vocalização específica que, se guiada por um fonoaudiólogo, pode facilitar a mecânica dos tecidos e servir de ação anti-inflamatória em potencial. É uma prática que vai ao encontro dos objetivos do tratamento vocal para nódulos vocais, que é equilibrar as forças aéreas e musculares, proporcionar um posicionamento de laringe semiaberta durante a fonação e, com isto, diminuir a colisão entre as pregas vocais (Verdolini *et al.*, 2006; Leonard, 2009). A interrupção da atividade lesiva age na recuperação dos tecidos e diminuição da lesão na zona da membrana basal, característico neste tipo de lesão (Gray e Thilbeault, 2002; Branski *et al.* 2006)

O aumento do *pitch* e da *loudness* no pós-exercício de vibração sonorizada de língua corrobora com os achados da literatura (Rodrigues, 1994; Bueno, 2006) e pode ser justificado pelo provável aumento da tensão do TA e do fluxo aéreo expiratório (Titze, 1989; Hsiao *et al.*, 2001; Zhang *et al.*, 2009).

A elevação da pressão subglótica e, conseqüentemente, da *loudness* e do *pitch* em condições moderadas, melhora a estabilidade do sinal sonoro, reduzindo as irregularidades da emissão (Garrel *et al.*, 2007). Estas são características que se assemelham à voz normal e à hiperfuncionalidade provocada pelo aquecimento vocal (Bele, 2005; Vintturi *et al.*, 2001).

Por outro lado, a manutenção dos referidos ajustes vocais e fisiológicos supracitados, por mais de cinco minutos, provocou mudanças vocais con-

sideradas negativas pelos juízes desta pesquisa. Os motivos que justificam a piora vocal foram: aumento da tensão (mais elevada no momento 7 do que no 5), maior instabilidade e desequilíbrio ressonantal. Além destes, o grau geral e a rugosidade também foram considerados piores neste momento, porém com menor expressão.

Estes achados sugerem que sete minutos de execução do EVSL é um tempo excessivo e pode prejudicar a voz ao invés de provocar efeitos positivos. A piora vocal neste momento pode ser considerada como fadiga vocal, já que provocou uma adaptação negativa frente ao uso prolongado da voz em uma determinada situação (Welham e Maclagan, 2003; Sivasankar *et al.*, 2008).

A falta de ingestão de água durante a realização do exercício pode ter contribuído com a queda do rendimento vocal no momento 7. Estudos indicam que a falta de hidratação das pregas vocais coopera para o aparecimento dos sintomas de fadiga vocal, aumenta o limiar de pressão fonatória e prejudica a manutenção das características biodinâmicas ótimas da mucosa da prega vocal, podendo prejudicar a qualidade vocal (Verdolini *et al.*, 1990; Verdolini *et al.*, 1994; Vinturi *et al.*, 2001; Fujita, Ferreira e Sarkovas, 2004; Sivasankar *et al.*, 2008; Leydon, 2009). Estudos futuros que associem a realização do EVSL por um tempo prolongado e a ingestão de água devem ser realizados.

É importante salientar que na análise perceptivo-auditiva da voz o primeiro e terceiro minutos de execução do EVSL não foram suficientes para provocar expressivas mudanças vocais. Talvez estes tempos sejam insuficientes para ocasionar mudanças vocais importantes em pacientes com nódulos vocais.

Estes achados diferem dos estudos realizados com indivíduos normofônicos (Rodrigues, 1996; Menezes, 2005). Provavelmente, em pacientes com nódulos vocais, os ajustes musculares e pressóricos que provocam mudanças vocais positivas podem levar um tempo maior para acontecer, levando-se em conta que, nestes casos, há padrões celulares e musculares já pre-estabelecidos, mesmo em situações de repouso (Yamazaki, 2009; Karkos e Cormick, 2009).

Dos parâmetros analisados acusticamente ao longo de sete minutos de execução do EVSL, apenas a frequência fundamental, o GNE e o ruído apresentaram mudança estatisticamente significativa no Grupo Experimental. No entanto, em comparação com os resultados do Grupo-Controle, apenas a frequência fundamental diferenciou-se.

O aumento da F_0 , a partir do momento 3, está diretamente associado ao aumento da tensão muscular e da pressão subglótica (Titze, 1989; Hsiao *et al.*, 2001; Laukkanen *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2009). Este aumento é compatível com o aumento de *pitch* identificado na análise perceptivo-auditiva.

Outro aspecto que pode justificar o aumento da F_0 é o fato de a língua estar diretamente ligada ao complexo laringe-hioide, sendo que mudanças em seu posicionamento e tensão muscular podem interferir nos valores deste parâmetro (Jang, Noon e Hanson, 2000).

Não se pode descartar o fato de a F_0 ser passível de inconstâncias frente a consecutivas emissões, com tendência a aumentar seus valores até a sexta emissão (Gama e Behlau, 2009). Todavia, esta justificativa, não se aplica no presente estudo, já que tais variações não aconteceram no Grupo-Controle.

A discreta queda da F_0 no momento 7, coincide com a piora da qualidade vocal encontrada na análise perceptivo-auditiva pareada e pode indicar mudança no tônus do músculo TA neste momento. Em laringes de gato, o feixe externo deste músculo, é constituído por fibras do tipo II (Imamura *et al.*, 2000), as quais possuem contração rápida e pouca resistência à fadiga (Mimamoto, 2004; Alipour *et al.*, 2005).

É possível inferir que sete minutos de duração do EVSL podem provocar não só fadiga vocal como muscular, sendo considerado uma superdosagem. Este achado corrobora com o estudo realizado por Menezes *et al.* (2005).

Os valores do Glottal to Noise Excitation (GNE) mantiveram-se maiores nos momentos 3, 5 e 7 no Grupo Experimental. Quanto maiores os valores de GNE menor o ruído em uma série de pulsos produzidos pelas oscilações das pregas vocais, indicando maior regularidade de vibração (Michaelis *et al.*, 1997; Godino-Llorente *et al.*, 2008).

O EVSL também provocou mudança nos valores de ruído a partir do momento 1 e de GNE a partir do momento 3, o que não aconteceu no Grupo Controle. Ambos valores são parâmetros acústicos que avaliam a quantidade de ar turbulento gerada na glote durante a fonação (Michaelis *et al.*, 1997; Godino-Llorente *et al.*, 2008) e podem estar relacionados à melhora vocal encontrada na análise perceptivo-auditiva pareada, logo nos primeiros minutos de exercício vocal, o que não aconteceu na análise individual da voz (CAPE-V).

Os valores do *jitter* e do *shimmer* não apresentaram mudanças es-

taticamente significantes no Grupo Experimental. No entanto, no Grupo Controle, o valor do *shimmer* foi estatisticamente menor no momento 7. Este parâmetro tem relação com a soproidade da emissão (Ortiz e Carrillo, 2008); entretanto, na análise perceptivo-auditiva, não houve melhora da soproidade em nenhum momento avaliado.

Estes resultados corroboram com a literatura que afirma que as medidas de ruído, como o GNE, têm demonstrado mais eficácia na correlação com as características perceptuais da voz do que as medidas tradicionais de *jitter* e *shimmer* (Godino-Llorente *et al.*, 2008)

6.3 Desempenho do Exercício Experimental (EVSL)

A prescrição de exercícios na área de voz tem acontecido tanto pelo tempo de duração (Verdoline, 2008; Menezes, 2005; Simberg *et al.*, 2006; Simberg e Laine, 2007; Niebudek–Bogusz *et al.*, 2008; Sampaio, Oliveira e Behlau, 2008) quanto pelo número de repetições dos exercícios (Stemple *et al.*, 1994; Spielman *et al.*, 2007; Spielman *et al.*, 2007; Schwarz, 2009). No entanto, foi possível verificar na presente pesquisa uma grande variedade no número de repetições do EVSL, tanto intra-sujeito quanto entre os sujeitos da pesquisa.

Esse fato vai ao encontro da literatura que afirma que a capacidade de realização do exercício varia conforme a habilidade individual em realizar o movimento, o que determina diferenças numéricas de repetição (Caromano e Candeloro, 2007). Desta foram, a prescrição do EVSL por meio da fixação do

número de repetições pode apresentar uma variação muito grande na quantidade de tempo do exercício. Um exemplo disto é a pesquisa realizada por Schwarz (2009), que utilizou três séries de dez repetições do EVSL e teve uma variação de dois a quatro minutos de duração na execução do exercício.

De acordo com a análise de correlação de *Spearman*, realizada no presente estudo, apesar da grande variação no número de repetição do EVSL, os sujeitos que realizaram o maior número de repetição não tiveram respostas diferentes daqueles que apresentaram menor número de repetições.

Entretanto, notou-se que no momento 7, houve aumento mais evidente do número de repetições e, conseqüentemente, a sustentação do exercício diminuiu. Este comportamento pode ser entendido como queda no rendimento motor devido ao cansaço muscular (Sivasankar *et al*, 2008) o que coincidiu com a piora vocal encontrada neste momento.

A presente pesquisa concorda com Viveiros (2004) que afirma que o efeito do número de repetições parece ficar subordinado ao tempo de duração do estímulo, devido a este segundo critério de prescrição ser mais estável e facilmente controlado em comparação ao segundo (Viveiros, 2004).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito da presente pesquisa é oferecer ao fonoaudiólogo referência para a sua atuação junto aos pacientes com nódulos vocais.

Apesar do predomínio de respostas positivas no momento 5 encontradas aqui, é fundamental que os princípios da prescrição de exercício sejam seguidos no planejamento fonoterápico. O fonoaudiólogo deve respeitar a individualidade biológica do paciente e aplicar o princípio da sobrecarga na estruturação de um programa de treinamento vocal (McArdle, Katch e Katch, 2003); com isso, o tempo de execução do EVSL pode ter aumento gradual ao invés do uso imediato de cinco minutos; o que pode favorecer adaptações musculares, funcionais e metabólicas e o objetivo terapêutico ser atingido.

Os efeitos provocados pelo EVSL foram testados imediatamente após a realização deste. De acordo com o princípio da reversibilidade, tais efeitos perdem-se em um curto período. Portanto, para que os efeitos positivos sejam mantidos e generalizados, é importante a repetição ao longo do dia e da semana. Há uma enorme variação quanto à frequência de realização de exercícios ao dia: duas, três, cinco, dez vezes ao dia (Stemple *et al.*, 1994; Simberg *et al.*, 2006; Simberg e Laine, 2007).

Estudos futuros que investiguem a interferência da frequência de realização dos exercícios por dia e/ou semana, assim como da hidratação associada a realização de exercícios devem ser realizados.

Com base nas determinações do *American College of Sports Medici-*

ne, qualquer treinamento que envolva a realização de exercícios deve englobar: frequência, duração, intensidade e progressão destes exercícios (Saxon e Berry, 2009). Cabe ao fonoaudiólogo estar atento a estas determinações na estruturação de seu plano de intervenção junto às disfonias.

8 CONCLUSÕES

8. CONCLUSÕES

Por meio dos resultados apresentados neste estudo é possível concluir que:

1. o tempo de execução do EVSL interferiu nas respostas vocais em mulheres disfônicas, com nódulos de pregas vocais;
2. no momento 1, houve aumento da *loudness* e diminuição do ruído;
3. no momento 3 houve aumento da frequência fundamental, do *pitch* e dos valores de GNE;
4. nos momentos 1 e 3 as mudanças vocais foram discretas indicando que estes tempos de execução do EVSL podem ser insuficientes para provocar respostas vocais positivas em mulheres com nódulos vocais;
5. o predomínio de respostas positivas aconteceu no momento 5 com melhora do grau geral da voz, diminuição da rugosidade, da sopro-sidade e do ruído vocal; além do aumento do *pitch*, da frequência fundamental e do GNE;
6. no momento 7, houve predomínio de respostas negativas com aumento de tensão, maior instabilidade de emissão, desequilíbrio ressonantal e queda no desempenho do exercício, sendo desaconselhável a utilização deste tempo de exercício no treinamento vocal.

ANEXOS

ANEXO 1

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 25.05.06, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº136/06, intitulado: "Estudo do tempo de execução da vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos de pregas vocais" apresentado pelo Departamento de **OFTALMOLOGIA E OTORRINOLARINGOLOGIA**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX. 2, letra "c")

Pesquisador(a) Responsável: **Prof.Dr. Domingos Hiroshi Tsuji**

Pesquisador (a) Executante: **Dra. Marcia Helena Moreira Menezes**

CAPPesq, 25 de Maio de 2006.

PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP
Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Rua Ovídio Pires de Campos, 225, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo - SP
Fone: 011 - 30696442 fax: 011 - 3069 6492 - e-mail: cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br
fe

ANEXO 2

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE :.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇO Nº APTO:
BAIRRO:.....CIDADE
CEP:.....TELEFONE: DDD (.....)
2. RESPONSÁVEL LEGAL
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO.:/...../.....
ENDEREÇO: Nº..... APTO:
BAIRRO: CIDADE:
CEP: TELEFONE: DDD (.....).....

II. DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Análise perceptivo-auditiva e acústica da voz relacionada ao tempo de execução do exercício de vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos vocais**

Estudo clínico prospectivo, comparativo intra sujeitos, para estudar as respostas vocais frente à execução do exercício de vibração sonorizada de língua ao longo de sete minutos, em mulheres disfônicas com nódulos de pregas vocais.

2. PESQUISADOR: Prof. Dr. Domingos H. Tsuji
CARGO/FUNÇÃO: Professor Titular..... INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº
UNIDADE DO HCFMUSP: Divisão de Clínica Otorrinolaringológica da FMUSP
3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:
SEM RISCO ☐ RISCO MÍNIMO ☒ RISCO MÉDIO ☐
RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐

III. REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA CONSIGNANDO:

O Exercício Vocal é um dos recursos utilizados no tratamento fonoaudiológico em pessoas disfônicas com diagnóstico médico de nódulos de pregas vocais. Porém, a dosagem do tempo de execução do exercício vocal ainda é bastante controverso.

O objetivo deste estudo é caracterizar as mudanças vocais frente à execução do exercício vocal ao longo de sete minutos de execução e verificar em qual momento há predomínio de respostas positivas e/ou negativas.

Se você aceitar fazer parte do estudo deverá ter um diagnóstico otorrinolaringológico recente (no máximo três meses) de nódulos de pregas vocais, ser do gênero feminino, ter entre 18 e 45 anos, não fumante, não estar em tratamento fonoaudiológico, não ser cantor, não estar menstruado no dia do teste e ter habilidade para realizar o Exercício de Vibração Sonorizada de Língua e o Movimento de oposição de dedos de forma sustentada e confortável.

Deverá comparecer ao Ambulatório de Otorrinolaringologia do HCFMUSP uma única vez para a realização do teste, composto pela gravação da voz e a realização dos exercícios de vibração sonorizada de língua e/ou movimento de oposição de dedos.

Nenhum dos procedimentos que você fará acrescentam risco para você. Não é permitido fazer parte de outros estudos ao mesmo tempo.

Após ter sido sujeito desta pesquisa você será encaminhado para realizar fonoterapia neste serviço e deverá aguardar vaga na fila de espera, o que é procedimento de rotina para todos os pacientes.

Este estudo está sendo realizando apenas neste ambulatório e fará parte dele um total de 27 pacientes disfônicos com nódulos de pregas vocais iguais a você.

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, o tratamento fonoaudiológico para mulheres com nódulos de pregas vocais poderá ser mais preciso no que diz respeito à dosagem na prescrição de exercícios vocais.

IV. ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA CONSIGNANDO:

Você poderá reconsiderar sua decisão de participar neste estudo clínico a qualquer momento, após as explicações dadas sobre ele no primeiro encontro, ou antes, de começar o teste no segundo encontro.

A você será concedido o direito de ver os dados registrados na ficha clínica, a seu pedido, e discutir estes dados com o pesquisador.

Como sua participação neste estudo é completamente voluntária você pode retirar-se dele no momento em que desejar, até mesmo sem declarar as suas razões. Caso você decida não participar deste estudo seu nome será incluído automaticamente na lista de pacientes que esperam atendimento fonoaudiológico neste ambulatório. O tempo de espera será o mesmo para todos os pacientes, os que participarão ou não do presente estudo.

Os dados e resultados obtidos durante o presente estudo serão estritamente confidenciais. Os fonoaudiólogos juízes que analisarão seus registros vocais não terão acesso aos seus dados pessoais. Sua identificação será apenas numérica, por exemplo, paciente 1, paciente 2 e assim consecutivamente.

Você não pagará por qualquer procedimento oferecido neste ambulatório relacionado com o estudo. Sua participação no estudo não acarretará em despesas adicionais além das necessárias para o seu comparecimento no ambulatório de ORL do HCFMUSP em dois dias. Você não receberá qualquer pagamento por sua participação.

Como a presente pesquisa apresenta risco mínimo nenhum seguro para este estudo foi contratado. Sendo assim, não há a possibilidade de indenização em qualquer instância.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Você, seu parente ou seu responsável legal tem direito de fazer qualquer pergunta sobre a sua doença, os procedimentos, os riscos e os benefícios ou outro aspecto qualquer com relação ao estudo ou sobre seus direitos como paciente. Se ocorrer dúvidas sobre seus direitos, você deve contatar seu médico, **Dr. Domingos H. Tsuji**, tel.: 3251-5504.

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

Se você estiver gripada ou com qualquer problema das vias aéreas respiratória deverá informar o pesquisador e sua voz não poderá ser registrada. Sendo assim, você só deverá comparecer para este procedimento quando os referidos problemas de saúde cessarem.

O Comitê de Ética de pesquisa local revisou e aprovou o estudo.

VII. CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

São Paulo, ____ de ____ de 200 ____

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Paciente N° _____ Iniciais do Paciente _____

ESTUDO: ESTUDO CLÍNICO PROSPECTIVO, COMPARATIVO INTRA-SUJEITOS, PARA ESTUDAR AS RESPOSTAS VOCAIS FRENTE À EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO DE VIBRAÇÃO SONORIZADA DE LÍNGUA AO LONGO DE SETE MINUTOS, EM MULHERES DISFÔNICAS COM NÓDULOS DE PREGAS VOCAIS.

Após ter recebido todas as informações relacionadas ao estudo, eu, _____, certifico que o Fga. Marcia H. M. Menezes respondeu a todas as minhas perguntas sobre o estudo e minha condição, e eu, voluntariamente, aceito participar dele. Está entendido que eu posso retirar-me do estudo a qualquer momento, e isto não modificará os meus cuidados médicos e fonoaudiológicos ou de meus parentes no presente e no futuro. Todas as informações a meu respeito serão confidenciais.

Recebi uma cópia da folha de informações ao paciente, a qual li e compreendi claramente.

Concordo que os meus dados clínicos obtidos neste estudo sejam documentados.

Assinatura do paciente/representante legal

Data

_____/_____/____

Assinatura do fonoaudiólogo

Data

_____/_____/____

Local

ANEXO 3

Protocolo de Desempenho do Exercício de Vibração Sonorizada de Língua

	Número de vezes por período de tempo			
Sujeitos	0 -1	1 - 3	3 - 5	5 -7
1	8	14	15	37
2	12	20	23	49
3	8	10	9	38
4	23	40	51	10
5	15	24	21	35
6	7	16	18	26
7	8	26	24	49
8	13	26	29	47
9	9	21	24	28
10	8	13	11	22
11	33	66	63	31
12	11	28	30	41
13	9	28	41	57
14	13	13	27	42
15	5	7	9	18
16	13	24	31	18
17	17	35	34	25
18	18	42	42	30
19	21	34	57	13
20	12	25	28	55
21	10	22	21	20
22	9	18	21	19
23	18	39	40	22
24	23	49	45	33
25	19	34	42	24
26	6	16	17	10
27	6	15	15	66

ANEXO 4

Consensus Auditory

PROTOCOLO CAPE-V:

CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO AUDITIVA DA VOZ – ASHA 2003, SID3

Nome: _____ Data: _____

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

- 1) Vogal sustentada com 3 a 5 segundos
- 2) Produção das seguintes sentenças:

a) Érica tomou suco de pêra e amora.	d) Agora é hora de acabar.
b) Sonia sabe sambar sozinha.	e) Minha mãe namorou um anjo.
c) Olha lá o avião azul.	f) Papai trouxe pipoca quente.
- 3) Fala espontânea, com os seguintes conteúdos: "Fale-me sobre o seu problema de voz" ou "Diga-me como está a sua voz".

Legenda: C = consistente I = Intermitente

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

Comentários sobre ressonância: NORMAL OUTRA (descreva): _____

Características adicionais (por exemplo: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, instabilidade de frequência, tremor, qualidade molhada ou outras observações relevantes)

Clínico: _____

ANEXO 5

PROTOCOLO DE ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ (PAPAV)

Nome do Juiz: _____

Instruções:

Prezado fonoaudiólogo, você está recebendo quatro CDs contendo arquivos *wave* da emissão de vogal sustentada. Estes arquivos estão separados por *tracks*. Cada track corresponde a um par de vozes, de uma mesma pessoa.

A cada par analisado você deverá assinalar no protocolo PAPAV se as vozes são iguais, se a voz A é melhor ou se a voz B é melhor. Em seguida, deverá também assinalar o motivo pelo qual você chegou a esta conclusão com base nos critérios propostos pelo protocolo CAPE-V (ASHA, 2003 SID3) traduzido e adaptado por Behlau (2004):

As definições dos aspectos contidos no PAPAV são:

- a) **Grau Geral (G):** grau de alteração vocal, impressão global da voz, identifica o grau da alteração vocal como um todo.
- b) **Rugosidade (R):** irregularidade nas vibrações das pregas vocais, ruído.
- c) **Soprosidade (S):** turbulência audível como um chiado, escape de ar na glote, sensação de ar na voz
- d) **Tensão (T):** impressão de estado hiperfuncional da emissão
- e) **Pitch:** sensação psicoacústica de frequência fundamental, podendo ser grave ou agudo, identificado no PAPAV com os símbolos ↓ e ↑ respectivamente;
- f) **Loudness:** sensação psicoacústica de intensidade vocal, podendo ser fraca ou forte, identificada no PAPAV com os símbolos ↓ e ↑ respectivamente;

Além dos aspectos já descritos, você deverá marcar na coluna **OUTROS MOTIVOS** qualquer aspecto vocal que seja significativo de acordo com o seu julgamento, podendo ser **instabilidade** (flutuação na frequência fundamental, na intensidade da voz e/ou na qualidade vocal); **ressonância** (amplificação da voz causada pelos ressonadores podendo ser equilibrada ou desequilibrada com foco nasal, laringo-faríngeo, faríngeo e oral); quebra de sonoridade, etc.

Cabe ressaltar que a numeração contida neste protocolo (coluna n) corresponde ao número de cada par de vozes que coincide com o número dos *tracks* (Ex: n 1 = par de vozes 1 = *track* 1).

ANEXO 6

Definições dos Parâmetros da Análise Acústica e ilustração do

Relatório Estatístico fornecido pelo software VoxMetria

- A **freqüência fundamental** é a velocidade na qual uma forma de onda se repete por unidade de tempo. Fisiologicamente, é determinada pelo número de ciclos glóticos que se repetem, sendo expressa em Hz (1Hz = 1 ciclo / segundo). Para os homens, a faixa da F0 varia de 80 a 150 HZ e para mulheres de 150 a 250 Hz (Behlau et al, 2001).
- O **jitter** é definido como a perturbação ciclo-a-ciclo do “pitch” ou como as variações na periodicidade da freqüência fundamental. Altos índices de jitter normalmente estão associados às vozes patológicas. A instabilidade da freqüência fundamental pode ser atribuída a mudanças no tamanho, formato ou firmeza das pregas vocais. As medidas relativas ao *jitter* são expressas em porcentagem (%) e o valor limite de normalidade estabelecido no programa é de 0,6%.
- O **shimmer** é um parâmetro que mede a perturbação da amplitude, ou seja, quão rápido a amplitude muda em uma vogal sustentada por alguns segundos. Altos níveis de *Shimmer* normalmente estão associados às vozes patológicas. Isto pode ser atribuído devido a mudanças no tamanho, formato ou firmeza das pregas vocais. Suas medidas também são oferecidas em porcentagem (%) e o valor limite de normalidade estabelecido é de 6,5%.
- O **Glottal to noise excitation (GNE)** é uma medida acústica para calcular o ruído em uma séries de pulsos produzidos pela oscilação das pregas vocais. (Michaelis and Strube, 1995; Michaelis et al. 1997). Este parâmetro é baseado na hipótese que pulsos resultantes da colisão das pregas vocais geram uma excitação síncrona de diferentes faixas de freqüência. O GNE não necessita do cálculo da freqüência fundamental e gera informações mais independentes de *Jitter* e *Shimmer*. Um valor próximo a um significa uma excitação do tipo “pulso” enquanto valores próximos a zero resultam de uma excitação do tipo “ruído”.
- A **Irregularidade** refere-se à flutuação da voz ao longo do tempo, considerando instabilidade de freqüência e intensidade no longo prazo. Os valores de irregularidade são considerados normais até 4,75 %, de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo programa utilizado.
- O **Ruído** corresponde ao componente aperiódico do sinal sonoro. De acordo com o programa o valor de ruído pode ser considerado normal até 2,5 dB.

ANEXO 7

Anexo 6 – Distribuição dos sujeitos nos grupos experimental e controle, e suas respectivas idades.

Sujeitos	Idade	Grupo Experimental	Grupo Controle
1	44	X	-----
2	18	X	-----
3	39	X	-----
4	32	X	-----
5	37	X	-----
6	23	X	-----
7	18	X	-----
8	18	X	-----
9	35	X	-----
10	45	X	-----
11	27	X	-----
12	41	X	-----
13	23	X	-----
14	27	X	-----
15	37	X	-----
16	33	X	-----
17	36	X	X
18	24	X	X
19	48	X	X
20	18	X	X
21	23	X	X
22	45	X	X
23	35	X	X
24	45	X	X
25	24	X	X
26	30	X	X
27	33	X	X

REFERÊNCIAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

- Alipour F, Titze IR, Hunter E, Tayama N. Active and Passive Properties of Canine Abduction/Adduction Laryngeal Muscles. *J Voice*. 2005; 19 (3):350-359.
- Andersen JL, Schjerling P, Saltin B. Muscle, genes and athletic performance. *Sci. Am*. 2000; 283(3): 48-55.
- Arnstein DP, Trapp TK, Berke SG, Natividad M. Regional blood flow to the canine vocal fold at rest and during phonation. *Ann Otol Rhin Lary*. 1999; 98:796-802
- ASHA. Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). Sponsored by American Speech-Language-Hearing Association's Division 3: Voice and Voice Disorders, Department of Communication Science and Disorders, University of Pittsburgh. June 10-11, 2002. Cited 2003 Aug 12. Available from: www.asha.org.
- Barrichelo V; Behlau M. Perceptual identification and acoustic measures of the resonant voice based on "Lessac's Y-Buzz" – a preliminary study with actors. *J Voice*; 2007. 21 (1) 46-53
- Behlau M, Pontes P. – Avaliação Global da Voz, São Paulo, EPPM, 1979, 42p.
- Behlau M, Madazzio G, Pontes P – Disfonias Organofuncionais. In: Behlau M. (org.) – **Voz: O livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v. 2. p. 295 – 341.
- Behlau M, Madazzio G, Feijó D, Azevedo R, Gielow I, Rehder MI – Aperfeiçoamento Vocal e Tratamento Fonoaudiológico das Disfonias. In: Behlau M. (org.) – **Voz: O livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. v.2. p. 409 - 528.
- Behlau MS. Consensus Auditory – Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Revista Sociedade Brasileira Fonoaudiologia*. 2004; 9 (3): 187-9.

¹ De acordo com:

Adaptado de International Committee of medical Journals Editors (Vancouver)

Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. 2005.

- Bele IV. Reliability in perceptual analysis of voice quality. *J Voice*, 2005; 19 (4): 555-573.
- Branski RC, Verdolini K, Sandulache V, Rosen C, Hebda PA. Vocal fold wound healing: a review for clinicians. *J Voice*. 2006; 20 (3): 432–41.
- Briess B. Voice therapy. *Arch Otolaryngol*. 1957; 66: 374–82.
- Bueno TC. Técnica de vibração de língua: aspectos do aprendizado, dos efeitos acústicos e das imagens do trato vocal e da face. Dissertação de Mestrado, PUC-SP, São Paulo, 2006, 174 p.
- Candeloro JM e Caromano FA. Efeito de um programa de hidroterapia na flexibilidade e na força muscular de idosas. *Rev. bras. fisioter*. 2007; 11 (4):303-309.
- Colton R e Casper JK. – Vocal Rehabilitation. In: _____ - Understanding voice problems: a physiological perspective for diagnosis and treatment. 2ª ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1996. P. 270-89.
- Dejonckere P, Bradley P, Pais Clemente, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, Van de Heyning P, Remacle M, Woisard, V. A basic protocol for function assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *Eur arch Otorhinolaryngol*. 2001; 258:77–82.
- Dromey C, Nissen SL, Roy N, Merrill RM. Articulatory changes following treatment of muscle tension dysphonia: Preliminary *J Speech Lang Her Res*. 2008; 51 (1):196–208.
- Felippe ACF, Martelletti, MHM, Grechi, TH. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*, 2006; 72(5): 659-64.
- Finney G. Vocal exercise in the sixteenth century – Related to theories of physiology and disease. In: _____ - Bulletin of the history of medicine. 1968, vol. 42. p. 422 - 448.
- Fujita R, Ferreira AE, Sarkovas C. Avaliação videoquimográfica da vibração de pregas vocais no pré e pós-hidratação. *Rev Bras Otorrinolaringol* .2004; 70 (6):742-746.
- Gama ACC, Behlau MS. Estudo da constância de medidas acústicas de vogais prolongadas e consecutivas em mulheres sem queixa de voz e em mulheres com disfonia. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*, 2009; 14 (1) 10: 8-14.

- Garrel R, Nicollas R, Chapus E, Ouaknine M, Giovanni A, Dougherty D. Voice improvement in unilateral laryngeal paralysis during loud voicing: theoretical impact. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007 oct 264 (10): 1201-5.
- Gaskill CS, Erickson ML. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *J Voice*. 2008; 22 (6): 634–43.
- Gelfer MP, Pazera JF. Maximum duration of sustained /s/ and /z/ and the s/z ratio with controlled intensity. *J Voice*, 2006; 20 (3): 369 – 79.
- Gray S, Thibeault S. Diversity in voice characteristics – interaction between genes and environment, use of microarray analysis. *Journal of Communication Disorders*. 2002; 35 (4):347-54.
- Godino-Llorente JI, Osma-Ruiz V, Sáenz-Lechón N, Vilda-Gómez P, Blanco-Velasco M, Cruz-Roldán F. The effectiveness of glottal to noise excitation ratio for the screening of voice disorders. *J Voice*. 2009. in press.
- Han Y, Wang J, Fischman D, Biller H, Sanders I. Slow tonic muscle fibers in the thyroarytenoid muscles of human vocal folds; a possible specialization for speech. *The anatomical record*. 1999; 256: 146-157.
- Hirano M. Clinical examination of voice. New York: Springer – Verlag, 1981, pp 81-4.
- Hsiao T, Liu C, Luscher ES, Titze I. The effect of cricothyroid muscle action on the relation between subglottal pressure and fundamental frequency in a in vivo canine model. *J Voice*. 2001; 15 (2):187-193.
- Imamura R, Yoshida Y, Hiroyuki F, Tadashi N, Hirano M. Thyroarytenoid muscle functional subunits based on morphology and muscle fiber typing in cats. *The Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2000; 110 (2): 158-167.
- Jiang JJ, Diaz CE, Hanson DG. Finite element modeling of vocal fold vibration in normal phonation and hyperfunctional dysphonia: implications for the pathogenesis of vocal nodules. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1998; 107 (7):603–610.
- Jang JL, Noon SD, Hanson DG. Effects of head extension and tongue protrusion on voice perturbation measures. *J Voice*, 2000, 11 (1): 8–16.
- Karkos PD, McCormick M. The etiology of vocal fold nodules in adults. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009; 17 (6): 420–3.
- Karni A, Meyer Z, Adams MM, Turner R, Ungerleider LG. Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during skill learning. *Nature*. 1995;

377: 155 -158.

- Kempster GB, Gerrat BR, Verdolini-Abbott KV, Barkmeier-Kraemer, Hillman RE. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a standardized clinical protocol. *Amer J Speech Lang Pathol*, 2009; 18 (2):124-32;
- Laukkanen A, Ilomaki I, Leppanen K, Vilkman E. Acoustic Measures and Self-reports of Vocal Fatigue by Female Teachers. *J Voice*. 2008; 22 (3): 283-289
- Laukkanen A, Titze IR, Hoffman H, Finnegan E. Effects of a semiocluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatr Logop*. 2008; 60 (6):298–311.
- Leydon C, Sivasankar M, Falciglia DL, Atkins C, Fisher KV. Vocal fold surface hydration: a review. *J Voice*. 2009; 23 (6): 658-665.
- Leonard R. Voice therapy and vocal nodules in adults. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009; 17: 453-457.
- Ma S, Yiu E. Multiparametric evaluation of dysphonic evaluation of dysphonic severity. *J Voice* 2006; 20 (3): 380-90.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do Exercício. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.
- McCarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak, MA, Vailas, AC. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1995; 27(3): 429-436.
- McGowan RS. – Tongue-tip trills and vocal tract compliance. *J. Acoust. Soc. Am*. 1992; 91 (5): 293-10.
- Menezes M, Duprat AC, Costa HO – Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time. *J Voice*. 2005; 19 (1):61-70.
- Michaelis D, Grams T, Strube H.W. Glottal-to-noise excitation ratio: a new measure for describing pathological voices. *Acta Acoust*. 1997; 83: 700–706.
- Miller S – Voice Therapy for vocal fold paralysis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2004; 37 (1): 105-19.
- Minamoto VB. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2005; 12 (3): 50-5.

- Niebudek-Bogusz E, Sznurowska-Przygocka B, Fiszler M, Kotyto P, Sinkiewicz A, Modrzewska M, Sliwinska-kowalska M. The effectiveness of voice therapy for teachers with dysphonia. *Folia Phoniatr Logop*. 2008; 60:134-41.
- Oates J. Auditory-perceptual evaluation of disordered vocal quality – pros, cons and future directions. *Folia Phoniatr Logop*. 2009; 61 (1): 49-56.
- Ortiz KZ, Carrillo, L. Comparação entre as análises auditivas e acústicas nas disartrias. *Rev Bras de Fonoaudiologia*. 2008; 12(4): 325-31.
- Partone C, Johns MM 3rd, Hapner ER. A Review of Patient Adherence to the Recommendation for Voice Therapy. *J Voice*. 2008; 22 (2): 192-6.
- Parsa V, Jamieson DG. Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus speech. *J Speech Lang Hear Res*. 2001; 44: 327-39.
- Partone C, Johns MM 3rd, Hapner ER. A review of patient adherence to the recommendation for voice therapy. *J Voice*. 2008; 22 (2): 192-6.
- Pinho MSR – Exercícios vocais específicos. In: _____ Fundamentos em Fonoaudiologia – Tratando os distúrbios da voz. São Paulo. Parte I. Guanabara-Koogan. 1998. P. 12-20.
- Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3a ed. São Paulo: Manole, 2000.
- Rodrigues S. – Análise múltipla do efeito da técnica de vibração sonorizada de língua em indivíduos adultos sem queixa vocal. Dissertação de Mestrado, UNIFESP – EPM, São Paulo, 1996, 76 p.
- Roy N, Weinrich B, Gray S, Stemple J, Sapienza C. Three Treatment for teachers with voice disorders: a randomized clinical trial. *J Speech Lang Hear Res*. 2003, 46: 670-88.
- Ruotsalainen JH, Sellman J, Lehto L, Jauhiainen N, Verbeek JH. Interventions for preventing voice disorders in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007, oct 17; (4): CD006372.
- Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigation of the immediate effects of two semi-occluded vocal tract exercises. *Rev Pró-Fono*. 2008; 20 (4) 261-6.
- Saxon KF; Schenider, CM. Vocal Exercise Physiology. San Diego: Singular, 1995.
- Saxon KG, Berry SL. Vocal exercise physiology: Same principles, new training paradigms. *J Singing*. 2009; 66 (1): 51-57.
- Schwarz K, Cielo CA. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica

- de vibração sonorizada de língua. *Rev Pró-Fono*. 2009; 21 (2):161-6.
- Simberg S, Laine A. The resonance tube method in voice therapy. *Logopedics Phoniatrics Vocology*. 2007; 32 (4):165-170.
- Simberg S, Sala E, Tuomainen J, Sellman J, Rönneama AM. The effectiveness of group therapy for students with mild voice disorders: a controlled clinical trial. *J Voice*, 2006, 20 (1): 97-109.
- Sivasankar M, Ericson E, Schneider S, Hawes A. Phonatory effects of airway dehydration: preliminary evidence for impaired compensation to oral breathing in individuals with a history of vocal fatigue. *J Speech Lang Hear Res*. 2008; 51 (6): 1494-506.
- Souza CO. Aprendizagem, adaptação e generalização de uma tarefa motora de oposição de dedos: comparação entre as práticas específica e variada. São Paulo, 2008. Dissertação de Mestrado USP.
- Speyer R. Effects of voice therapy: a systematic review. *J Voice*. 2008; 22 (5): 565–80.
- Spielman J, Ramig LO, Halpern A, Gavin W. William J. Gavin. Effects of an Extended Version of the Lee Silverman Voice Treatment on Voice and Speech in Parkinson's Disease. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2007; .16: 95-107.
- Stemple J, Lee L, D'Amico B, Pickup B. Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. *J Voice*. 1994; 8 (3): 271-278.
- Timmermans B, De Bodt M, Wuyts FL, Van De Henyning PH. Training outcome in future Professional voice users after 18 months of voice training. *Folia Phoniatric Logop*, 2004; 56 (2):120-129.
- Titze IR. On the relation between subglottal pressure and fundamental frequency in phonation. *J Acoust Soc Am*. 1989; 85 (2): 901-906
- Titze IR. Mechanical stress in phonation. *J Voice*, 1994; 8 (3): 99-105.
- Titze IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res*. 2006; 49: 448–59.
- Tsuji DH, Sennes LU, Imamura R, Frizzarini R, Bento R, Miniti A. Lesões inflamatórias fonotraumáticas. In: ____ Condutas práticas em laringologia. São Paulo: Fundação Otorrinolaringologia, 2005. p.39-44.
- Verdolini K, Rosen CA, Branski RC. Classification Manual for voice disorders – CMDV -1. SID 3, Voice and Voice Disorders, ASHA, 2006.

- Verdolini K. Lessac-Madsen Resonant Voice Therapy - Clinician Manual. Plural Publishing. 2008, 26p.
- Verdolini-Marston K, Sandage M, Titze I. Effect of hydration treatments on laryngeal nodules and polyps and related voice measures. *J Voice*. 1994; 8(1):30-47.
- Verdolini-Marston K, Titze I, Druke D. Changes in phonation threshold pressure with induced conditions of hydration. *J Voice*. 1990; 4 (2):142-151
- Vintturi J, Alku P, Lauri E-R, Sala E, Sihvo M e Vilkmann E. Objective analysis of vocal warm-up with special reference to ergonomic factors. *J Voice*. 2001; 15 (1) 36-53.
- Viveiros L, Polito MD, Simão R, Farinatti P. Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento. *Rev Bras Med Esporte*. 2004; 10 (6): 459–63.
- Yamasaki R. Morfometria do trato vocal de indivíduos disfônicos com nódulos vocais em postura de repouso: um estudo com ressonância magnética. São Paulo, 2009. Tese de Doutorado, UNIFESP.
- Welham NV, MacLagan MA. Vocal fatigue: current knowledge and future directions. *J Voice*, 2003. 17 (1): 21–30.
- Wilmore JH e Costill DL. Metabolismo e Sistemas Energéticos Básicos. In: Fisiologia do Esporte e do Exercício. 2 ed. São Paulo: Manole, 2001. p. 114-154
- Zang Y, Jiang JJ. Acoustic analyses of sustained and running voices from patients with laryngeal pathologies. *J Voice*. 2008; 22 (1) 1-9.
- Zraick RI, Wender K, Smith-Olinde L. The effect of speaking task on perceptual judgment of the severity of dysphonic voice. *J Voice*. 2005, 19: 574-81.
- Zhang K, Siegmund T, Chan RW, Fu M. Predictions of fundamental frequency changes during phonation based on a biomechanical model of the vocal fold lamina propria. *J Voice*. 2009; 23 (3): 277-282.