

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

LUCAS CARVALHO ARAGÃO ALBUQUERQUE

**EFEITOS DA MANOBRA DE MENDELSON ASSOCIADA AO BIOFEEDBACK
ELETROMIOGRÁFICO NA DEGLUTIÇÃO EM IDOSAS ROBUSTAS**

Recife
2019

LUCAS CARVALHO ARAGÃO ALBUQUERQUE

**EFEITOS DA MANOBRA DE MENDELSON ASSOCIADA AO BIOFEEDBACK
ELETROMIOGRÁFICO NA DEGLUTIÇÃO EM IDOSAS ROBUSTAS**

Tese de Doutorado apresentada ao curso de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito à obtenção do título de Doutor em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento.

Área de concentração: Neurociências

Orientador: Prof. Dr. Hilton Justino da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Araújo Pernambuco

Recife

2019

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

A345e Albuquerque, Lucas Carvalho Aragão.
Efeitos da manobra de Mendelsohn associada ao biofeedback eletromiográfico na deglutição em idosas robustas / Lucas Carvalho Aragão Albuquerque. – 2019.
86 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Hilton Justino da Silva.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS, Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Recife, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Deglutição. 2. Idosos. 3. Terapia. 4. Biofeedback. I. Silva, Hilton Justino da (Orientador). II. Título.

616.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2019-145)

LUCAS CARVALHO ARAGÃO ALBUQUERQUE

**EFEITOS DA MANOBRA DE MENDELSON ASSOCIADA AO BIOFEEDBACK
ELETROMIOGRÁFICO NA DEGLUTIÇÃO EM IDOSAS ROBUSTAS**

Tese de Doutorado apresentada ao curso de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito à obtenção do título de Doutor em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento.

Área de concentração: Neurociências

Aprovada em 15 de maio de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Daniele Andrade da Cunha,
Universidade Federal de Pernambuco

Prof(a). Dr(a). Carla Cabral dos Santos Accioly,
Universidade Federal de Pernambuco

Prof(a). Dr(a). Lica Arakawa Sugueno,
Hospital das clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Prof(a). Dr(a). Lucia Figueiredo Mourão,
Universidade Estadual de Campinas

Prof(a). Dr(a). Ana Maria Furkim,
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus familiares e amigos mais próximos por aceitarem as desculpas pelas ausências e displicências.

À minha família, fundamental na continuidade e na perseverança da formulação da pesquisa.

À minha turma de doutorado, agradeço a cada um, em especial, àqueles que me suportaram e me ensinaram o caminho das pedras.

Aos meus mestres, que semearam conhecimentos fundamentais em mim, ensinamentos que jamais serão esquecidos.

À equipe de pesquisa e GPATO, em especial a Camila, sua batalha foi uma das principais motivações para a conclusão da pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hilton Justino, meu grande pai acadêmico. Estaria fadado ao fracasso se não fosse por você ter me impulsionado a buscar o caminho certo e justo, como o seu. Aqui está o meu “muito obrigado!”. Gratidão pela confiança, apoio, conselhos, liberdade e oportunidades oferecidas.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Leandro Pernambuco, que tanto me inspira a perseverar no caminho, meu “calmante acadêmico”, a pesquisa não teria acontecido sem você.

Aos voluntários da pesquisa. De fato, este trabalho não teria sido concluído sem o “aceito!” de vocês, grato pelo aprendizado, é para o benefício de vocês que, com tanto amor, concluo esta tese.

A todos que, com alguma função essencial, fazem parte dos ambulatorios e do serviço da UNATI e NAI. Meus profundos agradecimentos pelas salas, encaminhamentos, permissões e ensinamentos. À Lenilda, Dra. Carla, Dr. Hugo, Dr. Rafael, podem estar certos, que todo o carinho, conselhos e puxões de orelha foram e continuarão a ser muito apreciados por mim e pelos pacientes.

À banca examinadora deste trabalho. Pela leitura, correções e sugestões fundamentais, pela atenção oferecida e pelo conhecimento compartilhado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da UFPE, especialmente às professoras Sandra e Fátima, muito me foi ofertado nas assinaturas e ajudas indispensáveis, gratidão pela paciência diante das minhas necessidades enquanto aluno.

RESUMO

O envelhecimento é um processo natural, que afeta sistemas e funções. Dentre os acometimentos, encontram-se as alterações na função da deglutição. Estudos relatam que as modificações na deglutição, em idosos robustos, estão relacionadas a perda da força e da resistência da língua, a hipoativação da musculatura supra-hioídea e a diminuição da pressão e do volume da faringe. Diante disso, algumas manobras terapêuticas foram criadas com intuito reabilitativo. Dentre as propostas terapêuticas utilizadas pra reabilitação da deglutição, elenca-se a manobra de Mendelsohn, cujo objetivo é fortalecer a musculatura da língua e faringe e favorecer a elevação laríngea. Além da terapia convencional, estudos têm utilizado o Biofeedback eletromiográfico, para favorecer e potencializar a terapia da deglutição. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo verificar, em idosas robustas, os efeitos da terapia com a manobra de Mendelsohn associada ao biofeedback eletromiográfico na deglutição. Para tanto, foram selecionados 20 idosos robustos, sem queixas na deglutição ou relacionadas ao sistema estomatognático. Todos os participantes eram do sexo feminino e tinham idade média de 66,9 anos. Para fins comparativos, foram criados dois grupos pareados pelo sexo e pela idade, um grupo experimental e um grupo controle. O grupo experimental, com 10 voluntárias, passou por um regime de terapia convencional, com a manobra de Mendelsohn, associada ao biofeedback eletromiográfico. Enquanto, o grupo controle, também com 10 voluntárias, passou pelo mesmo regime de tratamento sem o apoio do biofeedback. Antes e após as terapias foram avaliadas as pressões e resistências da língua com o IOPI, a eficiência da deglutição com o AMIOFE, a atividade elétrica da musculatura supra-hioídea com a eletromiografia de superfície e a geometria faríngea com a faringometria acústica. Após oito sessões de terapia, ambos os grupos apresentaram melhoras na função e nas estruturas avaliadas. As diferenças, para ambos os grupos, na pressão de língua após as terapias foram significativas (Experimental $p < 0.001$ e controle $p < 0,006$), assim como para resistência de língua (Experimental $p < 0.001$ e controle $p < 0,001$). Os resultados para eficiência dos lábios foram significativos para ambos os grupos, durante a deglutição de líquidos e pastoso (Experimental $p < 0.009$ e controle $p < 0,023$ para líquidos e pastoso). A melhora significativa na eficiência da deglutição foi observada no grupo experimental para líquidos e pastoso ($p = 0,011$ e $0,003$), respectivamente. Não foram observadas mudanças significativas na média dos

potenciais eletromiográficos avaliados. Avaliando o tempo dos potenciais eletromiográficos para deglutição de líquidos e pastoso, foram encontradas diminuições significativas em ambos os grupos. O número de picos eletromiográficos apresentou redução significativa para líquidos e pastoso no grupo experimental e com 50ml de líquido no grupo controle. A variável geométrica da faringe foi significativamente reduzida, para área de secção transversal da junção orofaríngea, no grupo experimental ($p=0,24$). Diante dos dados encontrados, podemos concluir que a terapia com a Manobra de Mendelsohn, associada ao Biofeedback eletromiográfico, tem efeitos positivos na função e nos parâmetros morfométricos de estruturas relacionadas à deglutição em idosas saudáveis.

Palavras-chave: Deglutição. Idosos. Terapia. Biofeedback.

ABSTRACT

Aging is a natural and progressive process that affects cells, tissues, systems and functions. Among the disorders related to aging are changes in the swallowing function. Studies have reported that changes in swallowing in healthy elderly people are related to: loss of strength and tongue resistance, hypoactivation of the supra-hyoid muscles, and decreased pharyngeal pressure and walls volume. In view of this, some therapeutic maneuvers were created with the aim of rehabilitation. Among the therapeutic proposals used for the rehabilitation of swallowing, the Mendelsohn maneuver is used, whose objective is to strengthen the musculature of the tongue and pharynx and favor laryngeal elevation. In addition to conventional therapy, studies have recently used self-monitoring tools, such as electromyographic Biofeedback, to promote and potentiate swallowing therapy. Thus, the present study aimed to verify the swallowing effects of therapy with the Mendelsohn maneuver associated with electromyographic biofeedback in healthy elderly. To this end, 20 healthy elderly individuals were selected, with no swallowing complaints or related to the stomatognathic system. All participants were female and had a mean age of 66.9 years. For comparative purposes, two groups matched for sex and age, one experimental group and one control group were created. The experimental group, with 10 volunteers, underwent a conventional therapy regimen, with the Mendelsohn maneuver, associated with electromyographic biofeedback. Meanwhile, the control group, also with 10 volunteers, underwent the same treatment regimen without the support of biofeedback. Before and after the therapies, the pressure and resistance of the tongue with IOPI, the efficiency of swallowing with AMIOFE, electrical activity of the supra-hyoid muscles with surface electromyography and pharyngeal geometry with acoustic pharyngometry were evaluated. After eight sessions of therapy, both groups showed improvements in function and in the structures evaluated. The differences for both groups in tongue pressure after the therapies were significant (Experimental $p < 0.001$ and control $p < 0.006$) as well as for tongue resistance (Experimental $p < 0.001$ and control $p < 0.001$). The results for lip efficiency were significant for both groups, during swallowing of liquid and thickened liquids, (Experimental $p < 0.009$ and control $p < 0.023$ for liquids and Thickened liquids). The significant improvement in swallowing efficiency was observed in the experimental group for liquids and thickened liquids ($p = 0.011$ and 0.003), respectively. No significant changes were observed in the mean

of the electromyographic potentials evaluated. Evaluating the time of electromyographic potentials for fluid and Thickened liquids swallowing, significant decreases were found in both groups. The number of electromyographic peaks presented significant reduction for liquids and Thickened liquids in the experimental group and with 50 ml of liquid in the control group. The pharyngeal geometric variables were significantly reduced, for the pharyngeal cross section, for the experimental group ($p = 0.024$). Considering the data found, we can conclude that Mendelsohn Maneuver therapy associated with electromyographic Biofeedback has positive effects on swallowing function and structures in healthy elderly women.

Keywords: Swallowing. Aged. Therapy. Biofeedback.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	Tipo do Estudo	16
3.2	Local do Estudo	16
3.3	População-alvo	16
3.4	Critérios de inclusão	17
3.5	Critérios de exclusão	17
3.6	Critérios de descontinuidade	17
3.7	Contato inicial e seleção dos idosos	17
3.8	Amostragem e processo de alocação	17
3.9	Cálculo do tamanho amostral	20
	Definição das variáveis, instrumentos de triagem, avaliação	20
3.10	procedimentos	20
3.11	Procedimentos iniciais para triagem e caracterização amostral	21
3.12	Avaliação do participante	22
<i>3.12.1</i>	<i>Avaliação Eletromiográfica</i>	<i>22</i>
<i>3.12.2</i>	<i>Avaliação da pressão e resistência muscular da língua</i>	<i>27</i>
<i>3.12.3</i>	<i>Avaliação faringométrica acústica (FA)</i>	<i>28</i>
<i>3.12.4</i>	<i>Protocolo de avaliação miofuncional orofacial com escores (AMIOFE)</i>	<i>30</i>
3.13	Protocolo de intervenção para os grupos	31
3.14	Protocolo de treinamento	32
3.15	Treinamento da deglutição sem o <i>Biofeedback</i> eletromiográfico	32
3.16	Treinamento da deglutição com o <i>biofeedback</i> eletromiográfico	34
3.17	Plano de Análise	35
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
	REFERÊNCIAS	38
	APÊNDICE A – TRABALHOS APROVADOS PARA PUBLICAÇÃO EM ANAIS DE EVENTOS	42
	APÊNDICE B – CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS	44
	APÊNDICE C – CARTILHA PARA CONVITE	45

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	46
APÊNDICE E – ARTIGO ORIGINAL	48
ANEXO A – ARTIGO DE REVISÃO	80
ANEXO B – PROJETO UNIVERSAL APROVADO (CAPES)	81
ANEXO C – APROVAÇÃO DO ESTUDO DO REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS	82
ANEXO D - PFEFFER	83
ANEXO E - RADI	84
ANEXO F - AMIOFE	85
ANEXO G – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	86

1 INTRODUÇÃO

Define-se o envelhecimento como um processo natural, progressivo e degenerativo que gera, fisiologicamente, fragilidades e mudanças no organismo, afetando as células, tecidos, órgãos e sistemas (ERVATTI; BORGES; JARDIM, 2015). Os efeitos das degenerações supracitadas podem ser acompanhados e potencializados por doenças crônicas, processos senis, por quadros depressivos, sedentarismo e modificações cognitivas (CUPERTINO; ROSA; RIBEIRO, 2007; MINAYO, 2012).

Devido ao envelhecimento, a função da deglutição tende a se modificar fisiologicamente. A diminuição dos rebordos ósseos, neurodegenerações, alterações na função, força, resistência e número de unidades motoras da musculatura podem gerar alterações nessa função (DE BODT M, GUNS C, D'HONDT M, VANDERWEGEN J, 2015; MOLFENTER et al., 2018; WAKABAYASHI et al., 2017).

Revisões sistemáticas e estudos de caracterização da população idosa saudável, ressaltam que o envelhecimento do sistema estomatognático resulta na diminuição da força e resistência da língua, flacidez faríngea, diminuição da capacidade de elevação laríngea e, conseqüentemente, compromete a saúde de maneira geral, podendo trazer prejuízos ao estado nutricional, função pulmonar, frequência e tempo de internações, promovendo a piora na qualidade de vida. (HERZBERG et al., 2018; JOHNS; ARVISO; RAMADAN, 2011; MARTINS et al., 2014; WAKABAYASHI et al., 2015, 2017).

Tendo em vista os comprometimentos motores e as limitações funcionais decorrentes das alterações na deglutição, surgiram diversas propostas para reabilitação. Dentre elas, a manobra de Mendelsohn (MM), que se mostrou eficaz como exercício de reabilitação para restauração da função de deglutição. Esta manobra, como exercício de reabilitação, pode resultar em melhor elevação e coordenação laríngea durante a deglutição e, também, é considerada eficaz para uma melhor contração faríngea, para o aumento da força de língua, dos níveis de elevação do osso hioide e no reaprendizado da deglutição (CHIARIONI; WHITEHEAD, 2008; DING et al., 2002; HUCKABEE; CANNITO, 1999; NICHOLLS et al., 2017; WHITEHEAD; SCHUSTER, 1981).

De maneira complementar, pesquisadores têm utilizado e associado ferramentas de automonitoramento com a MM, dentre elas o *biofeedback*

eletromiográfico (BioEMG) com a Eletromiografia de superfície (EMGs) (ATHUKORALA et al., 2014; BOGAARDT; GROLMAN; FOKKENS, 2009; CRARY et al., 2004; MCCULLOUGH et al., 2012; TANG et al., 2017). A EMGs é uma ferramenta objetiva e não invasiva que possibilita a visualização da ativação dos músculos da deglutição na forma de gráficos, em tempo real (CRARY; GROHER, 2000). Por sua vez, o BioEMG é caracterizado pela manipulação do tamanho, duração e amplitude desses gráficos pelo próprio paciente, com auxílio do terapeuta (NICHOLLS et al., 2017).

Apesar de não encontrarmos evidências científicas de sua viabilidade e efetividade, os achados das pesquisas revelam que a MM, associada ao automonitoramento com o BioEMG, é uma ferramenta promissora na reabilitação funcional, graças a sua capacidade de adaptação às demandas do paciente e de fornecer um retorno em tempo real da ativação muscular, tornando o paciente capaz de controlar e adaptar a força utilizada pra deglutir auxiliando, ao mesmo tempo, o terapeuta no tratamento e no acompanhamento. (ATHUKORALA et al., 2014; AZOLA; SUNDAY; HUMBERT, 2017; CRARY et al., 2004; MCCULLOUGH et al., 2012; TANG et al., 2017).

Com base no levantamento em bases virtuais, observou-se a carência de estudos que esclarecessem se a terapia apoiada pelo automonitoramento por *biofeedback* eletromiográfico é capaz de gerar modificações positivas na mecânica da deglutição em idosos não disfágicos. Além disso, não foi encontrado nenhum ensaio clínico randomizado envolvendo o *biofeedback* eletromiográfico na população idosa, justificando, assim, a realização da pesquisa além da possível contribuição na prática clínica dos profissionais que atuam nesta área, podendo trazer resultados importantes para a melhoria da qualidade de vida e da alimentação desses indivíduos. Do mesmo modo, com os resultados dessa tese, espera-se contribuir para a prática clínica e para a disseminação terapêutica junto aos idosos não disfágicos. Parece pertinente sugerir que, a utilização de uma ferramenta que forneça uma informação visual e proprioceptiva em tempo real, pode favorecer a modificação e o reajuste do processo de deglutição. Nesse sentido, o uso dessa ferramenta passa a representar uma área de aplicação particularmente promissora, dada a possibilidade de contribuição para o reequilíbrio por meio do controle do comportamento muscular.

Assim, a proposta da pesquisa é: investigar os efeitos da terapia com a manobra de Mendelsohn apoiada pelo *biofeedback* eletromiográfico na deglutição em

idosos robustos; verificar a modificação na eficiência da deglutição, na atividade elétrica dos músculos supra-hioídeos, na pressão e resistência de língua e na geometria faríngea em idosas tratadas, ao longo da terapia com ou sem o *biofeedback* eletromiográfico e; ainda, comparar as modificações na deglutição após a terapia com o *biofeedback* eletromiográfico nos dois grupos de estudo.

Para tanto, a tese se estrutura em cinco etapas, sendo a apresentação a primeira. No segundo capítulo, apresenta-se a revisão sistemática da literatura sob a forma de um artigo, intitulado: “Efeitos da terapia com *biofeedback* eletromiográfico na deglutição: uma revisão sistemática da literatura”. Esse texto teve como objetivo investigar o estado atual do conhecimento em relação ao uso do automonitoramento com a eletromiografia de superfície como ferramenta de tratamento para disfagias. O artigo foi publicado pelo periódico *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, com Estrato B2, no grupo Medicina II, com fator de impacto 1.546 (ANEXO A).

No terceiro capítulo, são detalhados os métodos empregados na realização da pesquisa de campo.

O quarto capítulo, relativo aos resultados da pesquisa, é formado por um artigo original, que será submetido a revista *Dysphagia*, estrato B1, no grupo Medicina II, com fator de impacto 2,531. O artigo do capítulo “Apresentação dos resultados”, é intitulado: “Efeitos da manobra de Mendelsohn associada ao *biofeedback* eletromiográfico na deglutição em idosas saudáveis”. Nele, foram apresentados os resultados do estudo clínico controlado, randomizado, triplo-cego prospectivo, de intervenção por 4 semanas, com comparação de grupos, com o objetivo de se verificar os efeitos da terapia com a manobra de Mendelsohn apoiada pelo automonitoramento na deglutição em idosas. Esse estudo respeita o mesmo método presente na tese e traz maiores detalhes a respeito das aferições estatísticas, discutindo os possíveis efeitos da terapia (APÊNDICE E).

No quinto capítulo, apresenta-se as considerações finais. Além desses passos, compõe a tese os comprovantes de apresentação de trabalhos em forma de pôster: quatro em congressos nacionais e um em âmbito internacional, com os respectivos resumos expandidos, publicados nos anais dos eventos (APÊNDICE A). Ademais, foi aprovado um projeto universal pela CAPES/CnPQ (NO 42982/2018-7) (ANEXO B), intitulado “Efeitos da terapia com *biofeedback* eletromiográfico na deglutição em idosos”, coordenado pelo professor Dr. Hilton Justino da Silva; foram escritos três capítulos de livro, respectivamente, “Eletrognatografia em Motricidade

Orofacial”, “Anatomia clínica e embriologia do sistema estomatognático” e “Tecnologias na avaliação em Motricidade Orofacial”, obra organizada por professores doutores expoentes na área da Fonoaudiologia, com o texto já aprovado pela Editora Pulso, em fase de revisão (APÊNDICE B).

Na construção da tese, foram obedecidas as normas brasileiras relativas à apresentação de trabalhos acadêmicos, à numeração progressiva de seções de um documento (NBR 6022, de maio de 2018) e à referenciação (NBR 6024, de maio de 2018). Os elementos pré e pós-textuais seguem a “Regulamentação da Defesa e Normas de Apresentação do Centro de Ciências da Saúde/Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciência do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)” e, nos artigos enviados para publicação nacional e internacional, foram utilizadas as normas de Vancouver (ICMJE, 2011).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta sessão é composta pelo artigo de revisão da literatura pelo periódico *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. Desta forma, o artigo encontra-se no anexo A, desta tese.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Tipo de estudo

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado, triplo-cego, de intervenção por 4 semanas, com comparação de grupos. O caráter controlado do estudo diz respeito a certas variáveis, como: hipertensão arterial, alterações ou comprometimentos musculoesqueléticos e problemas metabólicos. A randomização, por sua vez, diz respeito ao fato de que os idosos foram alocados aleatoriamente nos grupos de estudo. O aspecto triplo-cego é devido ao cegamento dos avaliadores, terapeutas e estatístico.

O estudo foi devidamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisas (CAAE: 69724017.0.0000.5208) (ANEXO G) e cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) – (identificador: RBR-5hhtrt) (ANEXO C) – e conduzido de acordo com as recomendações do *Consolidates Standards of Reporting Trials* (SCHULZ; ALTMAN; MOHER, 2010).

3.2. Local do Estudo

O estudo foi realizado com voluntários captados no Núcleo de Atenção ao Idoso (NAI), localizado na Universidade Federal de Pernambuco, em Recife.

O local foi selecionado por fazer parte de uma instituição pública, destinada ao atendimento de idosos com ou sem alterações na saúde. O espaço dispõe de uma divisão de reabilitação, dentro da qual se inclui o serviço de Fonoaudiologia, que presta atendimento a diversos tipos de problemas nas áreas da comunicação humana. Dentre elas, a área de disfagia.

3.3. população-alvo

O recorte populacional foi constituído por idosos robustos que, de acordo com Veras et al. (2013), são indivíduos com 60 anos ou mais, autônomos, independentes, com ou sem doenças crônicas (desde que estas estejam sob controle), participantes do NAI (UFPE) no período da pesquisa, randomizados em dois grupos: um tratado

com *biofeedback* eletromiográfico (grupo intervenção) e outro tratado sem o *biofeedback* eletromiográfico (grupo controle).

3.4. Critérios de inclusão

Foram admitidos os seguintes critérios de inclusão, para ambos os grupos:

1. Voluntários idosos, a partir de 60 anos de idade, com ou sem patologias crônicas (desde que sob controle e/ou tratadas);
2. Sem restrição de sexo;
3. Ausência de déficits cognitivos identificados pelo questionário de atividades funcionais (PFEIFFER), por uma pontuação igual ou maior que 2 (ANEXO D).
4. Ausência de sinais e/ou sintomas de disfagia, avaliados pelo Rastreio de disfagias em Idosos (RADI), por uma pontuação maior que 4 (ANEXO E).

3.5. Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os voluntários com: dificuldade de obedecer ordens simples; ausência de interesse em seguir com o treino eletromiográfico e descontinuidade na participação das etapas da coleta; aqueles estiveram ou estão em tratamento fonoaudiológico, sem dentição funcional ou com próteses mal adaptadas; idosos com alterações musculoesqueléticas que afetem a face ou o pescoço; aqueles que desenvolveram enfermidades que comprometessem a deglutição, tais como: distúrbio do sistema osteomioarticular cervical, acidentes vasculares encefálicos, doenças neurodegenerativas, hipertensão arterial sistêmica, diabetes tipo I e II, e síndrome de apneia obstrutiva do sono durante o período de terapia.

3.6. Critério de descontinuidade

Nenhum voluntário foi descontinuado da pesquisa. Contudo, foi estabelecido o critério de descontinuidade para o não comparecimento, por mais de duas sessões, às avaliações e ao programa de treinamento muscular, com ou sem *biofeedback*.

3.7. Contato inicial e seleção dos idosos

Foi realizado contato prévio com um médico, nutricionista, cirurgião-dentista e psicólogo, responsáveis pelo acompanhamento dos idosos a nível ambulatorial no NAI, para o fornecimento de informações sobre os possíveis participantes. Esses profissionais realizaram o encaminhamento dos idosos possivelmente elegíveis para participar da pesquisa. Para tanto, a direção do NAI foi contatada previamente para a solicitação de sua anuência.

No momento da consulta com os profissionais supracitados, foi entregue pelo profissional, ou pelo P1, uma cartilha contendo as informações a respeito da pesquisa (APÊNDICE C). Após a entrega e a leitura da cartilha, os idosos foram questionados sobre seu desejo de participar da pesquisa. Diante da resposta afirmativa, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D), foi entregue e assinado pelo próprio idoso.

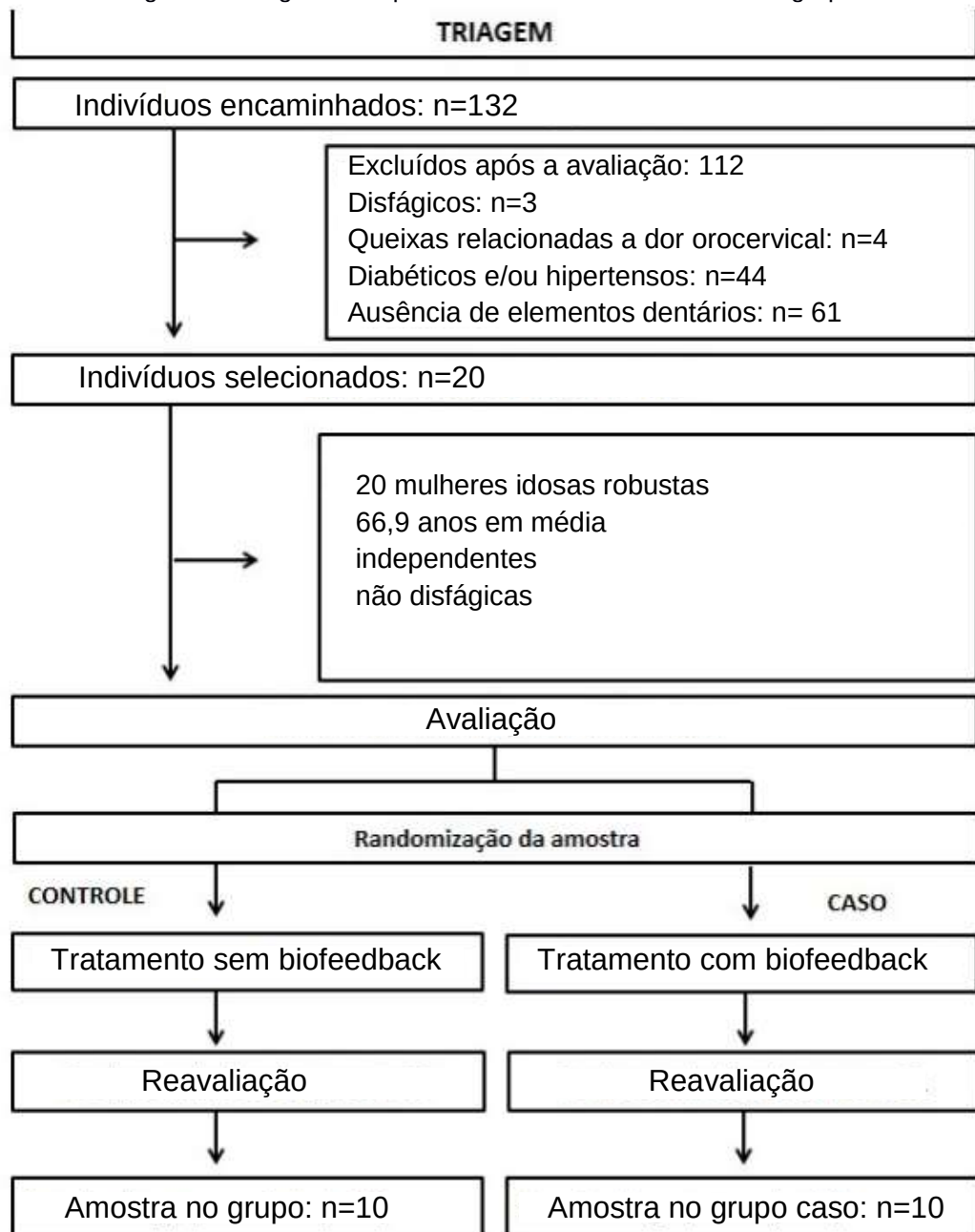
Seguido da assinatura do TCLE e constatada a vontade de participação na pesquisa, foi realizada a randomização pelo P2 para um dos dois grupos e, então, iniciada a avaliação proposta no protocolo desta pesquisa.

3.8. Amostragem e processo de alocação

Os idosos participantes foram recrutados de forma probabilística e distribuídos aleatoriamente por meio da tábua de números aleatórios em dois grupos.

Em ambos os grupos, um pesquisador (P1) ficou responsável pelo sigilo da alocação e um segundo pesquisador (P2) responsável pela randomização. Um terceiro pesquisador (P3) realizou as avaliações (inicial e final) de todos os idosos participantes. Um quarto pesquisador (P4) se responsabilizou pela aplicação do protocolo de tratamento e um quinto pesquisador (P5) realizou a análise estatística (FIGURA 1).

Figura 1 - Fluxograma e diagrama de procedimentos realizados nos dois grupos.



Fonte: Autor.

O sigilo de alocação foi realizado por meio de uma sequência numérica aleatória que era fornecida pelo P1 ao P2, responsável pela randomização. A randomização foi realizada de maneira cega, com a tábua de números aleatórios. Dessa forma, o P2 randomizou uma sequência numérica e não os nomes de cada um dos idosos. Somente após a randomização o P3, responsável pela avaliação, teve acesso aos idosos, sem saber em qual grupo o idoso estava alocado. Apenas após a randomização e a avaliação foi possível que o P4 tivesse acesso aos nomes dos

idosos pertencentes a cada grupo. Por fim, após as sessões de tratamento e reavaliação o P5, responsável pela análise estatística, recebeu os dados tabulados com números e letras, sem nomes ou iniciais, para evitar a identificação dos idosos.

3.9. Cálculo do tamanho amostral

O tamanho da amostra foi calculado pela fórmula descrita por Sakpal, (2010), considerando os resultados eletromiográficos como desfecho primário. Com isso, para a pesquisa, admitiu-se o nível de significância bilateral de 0,05 e o poder de prova de 80,0%. Fundamentado nisso, observa-se:

1) A proporção de participantes com possibilidade de modificação de parâmetros clínicos pelo tratamento com *biofeedback* eletromiográfico foi de 1 para 1 (caso: controle);

2) A diferença padronizada foi igual a 1,2 (diferença entre os idosos do grupo caso e do grupo controle, convertidas em valores de probabilidade expressos pela variável padronizada (z);

3) O poder de prova foi igual a 80%, já que as pesquisas sobre o efeito do *biofeedback* eletromiográfico ainda são escassas e de cunho investigativo e descritivo. Admitindo esse valor do poder de prova, a constante de cálculo do tamanho amostral iguala-se a 7,9 para o nível de significância de 0,05 na rejeição da hipótese nula de igualdade entre os grupos.

Os parâmetros de poder de prova e de diferença padronizada foram aplicados no nomograma de Altman, resultando em tamanho amostral de 18 idosos, dos quais nove foram alocados no grupo intervenção e nove no grupo controle. Contudo, considerou-se um percentual de perda de 10%, chegando ao número de 20 idosos, 10 em cada grupo.

3.10. Definição das variáveis, instrumentos de triagem, avaliação e procedimentos

As variáveis foram agrupadas em uma categoria de caracterização dos sujeitos e uma categoria constituída por parâmetros a serem avaliados em resposta aos objetivos da presente pesquisa, a serem levadas a teste (QUADRO 1).

Quadro 1 – Distribuição das variáveis de estudo segundo tipo e categorização

Variáveis de triagem e caracterização amostral	Tipo	Categorização
Faixa etária	Intervalar	60 – 69 70 – 79 80 – 89 90 – 99
Sexo	Nominal	masculino e feminino
Ocupação	Nominal	Foi classificada conforme a Classificação Brasileira de Ocupações, na qual se consideram 10 grupos segundo nível de complexidade da formação e da atividade desenvolvida
Desempenho ocupacional (PFEFFER)	Nominal	Dependente ou independente
Rastreo da deglutição em idosos (RADI)	Nominal	Disfágicos ou não disfágicos
Desconforto em região cervical	Nominal	Foi considerada como critério de exclusão
Queixa de alteração na deglutição	Nominal	Considerado critério de exclusão. Queixa ou sinal de disfagia, engasgo, tosse, ardor, dor, sensação de aperto na garganta, cansaço ao engolir, prurido laríngeo, esforço para engolir ou outras queixas relacionadas à deglutição.
Avaliação Instrumental e clínica		
Avaliação eletromiográfica	Nominal	categorizada segundo a análise dos registros firmados nesses laudos
Avaliação da pressão e resistência de língua	Nominal	categorizada segundo a análise dos registros firmados nesses laudos
Avaliação com a Faringometria	Nominal	categorizada segundo a análise dos registros firmados nesses laudos
Avaliação Miofuncional Orofacial em Idosos (AMIOFE)	Nominal	categorizada segundo a análise dos registros firmados nesses laudos

Fonte: Autor.

3.11. Procedimentos iniciais para triagem e caracterização amostral

Após a assinatura do TCLE, realizada individualmente e em local privado e reservado (na sala 1 do NAI), os participantes encaminhados pelos profissionais do NAI foram convidados para a etapa de avaliação, feita pelo P3. Os participantes foram submetidos à identificação, para caracterização. Com base na análise das respostas à identificação, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Seguiram-se três etapas. Na primeira, os voluntários foram submetidos à avaliação de função cognitiva pelo PFEFFER.

Na segunda etapa, correspondente ao exame físico, todos os voluntários responderam a um questionário estruturado para identificação de queixas e sinais evidentes da presença de alterações na deglutição e problemas na região cervical, com vistas a minimizar o viés de seleção. Na sequência, os voluntários foram submetidos ao exame físico com palpação da musculatura cervical e orofacial.

A terceira etapa foi realizada com o “Rastreamento de Disfagia em Idosos (RaDI)”. O RaDI é um instrumento com onze questões a respeito de sintomas e sinais autorreferidos associados a alterações da deglutição, no qual as possibilidades de resposta são “não” ou “sim”. Em caso de resposta afirmativa à questão, investiga-se ainda a frequência do sintoma ou sinal através das opções “às vezes” ou “sempre”. Cada possibilidade de resposta gera uma pontuação com os seguintes valores: “não” = zero; “às vezes” = um; “sempre” = dois. Para composição do escore final do RaDI, que pode variar de zero a 22 (vinte e dois), procede-se a soma da pontuação obtida em cada questão do instrumento. O RaDI já cumpriu as primeiras etapas do processo de validação (MAGALHÃES JUNIOR et al., 2014) e atualmente encontra-se em fase final desse processo. Considerando ser frequente encontrar idosos com dificuldades de leitura, o RaDI foi administrado em formato de entrevista.

Os voluntários que passaram pela triagem e se enquadraram nos critérios de inclusão foram encaminhados para a avaliação clínica e instrumental.

3.12. Avaliação do participante

As avaliações dos voluntários foram realizadas em dois momentos:

- Tempo 0 (T): dois dias antes do início das intervenções terapêuticas;
- Tempo 1 (T1): dois dias após o fim das oito sessões terapêuticas;

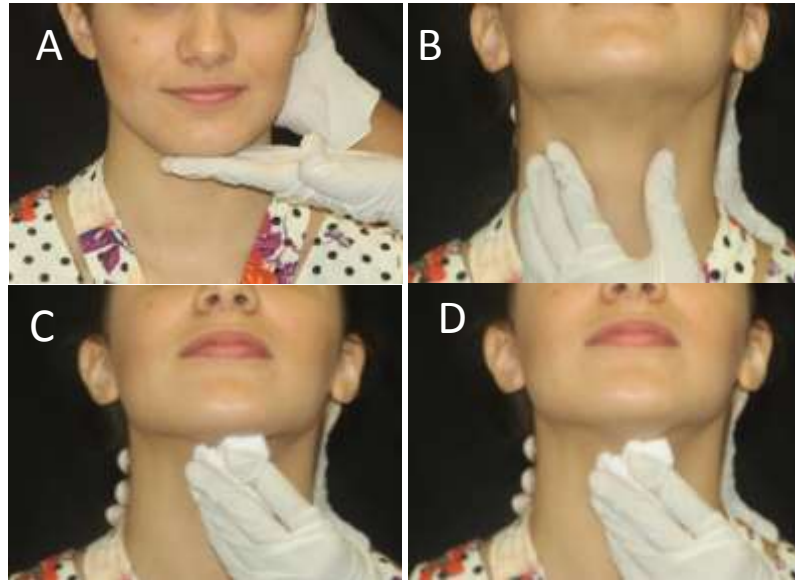
As avaliações foram realizadas por dois profissionais de saúde. O primeiro, com formação em Odontologia, que avaliou clinicamente, o estado geral de saúde oral, a pressão sistólica e diastólica, a cavidade oral e os sinais clínicos de alteração e as desproporções craniofaciais. O outro avaliador, com formação em Fonoaudiologia, foi responsável pelas anamneses e avaliações da função da deglutição com o AMIOFE, da pressão e resistência muscular da língua por meio do IOPI, da atividade elétrica das musculaturas por meio da eletromiografia e da geometria faríngea, através da Faringometria.

3.12.1. Avaliação Eletromiográfica

Para a coleta dos potenciais eletromiográficos foram seguidas cinco etapas, para todos os participantes.

Primeira etapa – Preparação para o exame e palpação laríngea e limpeza da região a ser avaliada (Figura 2).

Figura 2 - A) Localização, B) palpação, C e D) limpeza com álcool à 70% da região supra-hioídea.



Fonte: Autor

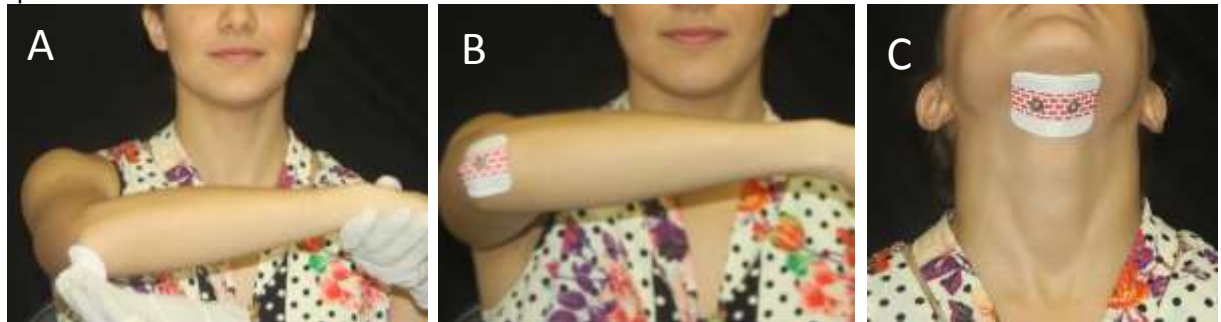
a) Acomodação do sujeito em cadeira com apoio para as costas e sem apoio para a cabeça, com as mãos sobre as coxas, as plantas dos pés apoiadas no solo, cabeça ereta e olhar direcionado para a frente, de costas para o equipamento. Quando necessário, realizou-se a tricotomia na região do rosto e pescoço a fim de evitar bloqueios na captação do sinal elétrico dos músculos de interesse;

b) Inspeção externa laríngea: solicitou-se ao participante que deglutisse com a finalidade de estabilizar a laringe. Em seguida, procedeu-se à palpação da laringe, detalhando posição, reação ao toque e simetria.

c) Redução da impedância da pele por meio de limpeza com gaze e álcool 70° GL, com o objetivo de aumentar a captação do sinal elétrico.

2) Segunda etapa – Posicionamento dos eletrodos (Figura 3).

Figura 3 - A e B) Limpeza e colocação do eletrodo e canal terra. C) Colocação do eletrodo supra-hioídeo.



Fonte: autor.

a) Para fim de estabilização de sinal, foi colocado o eletrodo de referência (terra) no olecrano da ulna do braço direito do participante, após a limpeza da região.

b) Um canal, com dois eletrodos, respeitada a distância inter-eletrodos de 1,0 cm de centro a centro, foram alocados no sítio dos grupos musculares de interesse, demarcados com lápis dermatográfico, assim dispostos: para o grupo dos supra-hioídeos: um canal com dois eletrodos na região submandibular, para obtenção de sinais, principalmente dos músculos milo-hióides e digástricos, considerados como assoalho da boca, na direção longitudinal das fibras dos ventres anteriores do músculo digástrico, por ser o mais superficial e próximo da derme;

3) Terceira etapa – Posicionamento do participante em relação à aparelhagem de captação dos sinais eletromiográficos (Figura 4).

Foi solicitado ao participante da pesquisa que se sentasse, confortavelmente, em uma cadeira posicionada lateralmente e à frente do eletromiógrafo e do computador empregados para a captação dos sinais eletromiográficos, de forma que não observasse a tela, para evitar o feedback visual e o comprometimento da avaliação.

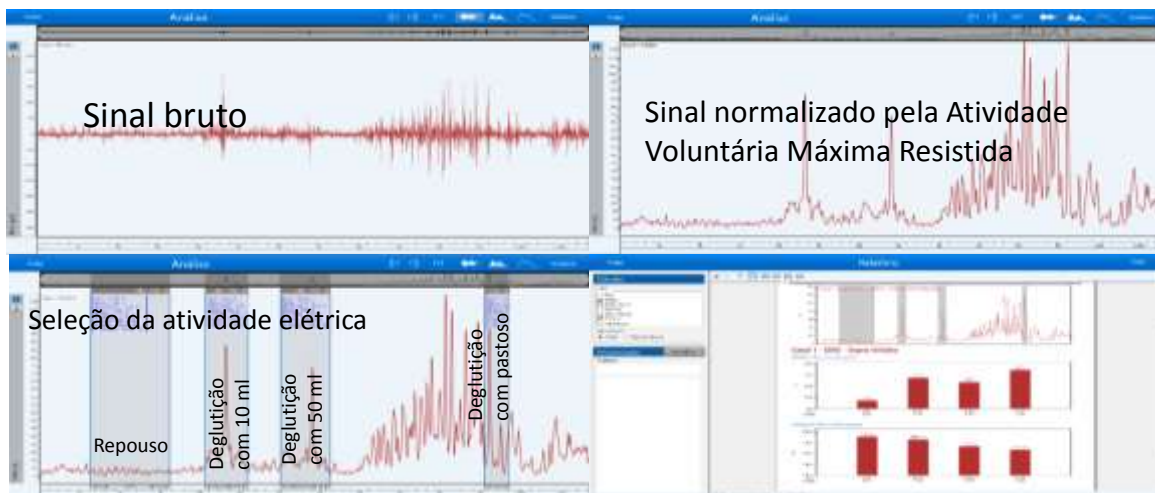
Figura 4 - A) Posicionamento do participante durante a avaliação eletromiográfica.



Fonte: autor.

4) Quarta etapa – as normalizações e a análise do sinal eletromiográfico (Figura 5).

Figura 5 - Seleção e análise da atividade elétrica durante as etapas de repouso, deglutição com 10ml, com 50ml e com pastoso.



Fonte: autor.

A amplitude e a frequência do sinal da EMGS são sensíveis a fatores intrínsecos às características da fibra muscular (tais como diâmetro, tipo de fibra e quantidade de tecido entre o músculo aferido e o eletrodo), bem como a fatores extrínsecos à fibra muscular (incluindo posição, área de contato, forma e tipo dos eletrodos), fato que deriva na necessidade de se submeter o valor do sinal eletromiográfico aferido à normalização, ou seja, à proporção de um parâmetro considerado como referência.

Sintetizando os cálculos matemáticos, a normalização consiste na conversão das aferições em microvolts aos percentuais do parâmetro de referência, definido como a forma de aferição que oferece a menor variabilidade espúria, com aplicabilidade clínica a todas as aferições de interesse.

No trabalho da tese, determinou-se um parâmetro de referência para normalização. O parâmetro foi a manobra de contração muscular que permitia maior homogeneidade da Máxima Atividade Voluntária Resistida (MAVR).

Procedeu-se à avaliação da MAVR durante a execução de uma manobra muscular, destinada à avaliação de grupo muscular supra-hioídeo.

A manobra selecionada foi a deglutição incompleta com esforço - consiste na máxima atividade voluntária sustentada pela língua contra o palato, por 05 segundos, por três vezes consecutivas, com intervalo de 10 segundos entre cada execução, empregando o comando verbal: “Atenção! Contraia! Força! Mantenha, mantenha”. As aferições são realizadas durante a solicitação de manutenção de contração (BAROFSKY, 1992; CRARY; GROHER, 2000).

Para tornar o ambiente mais silencioso e adequado à coleta desses dados, foram fechadas as portas e janelas, bem como desligado o aparelho de ar-condicionado.

5) Quinta etapa – Coleta de dados eletromiográficos (Figura 6)

Figura 6 - A) Avaliação eletromiográfica durante o repouso, B) deglutição de líquidos e pastoso.



Fonte: autor.

Para a coleta dos potenciais elétricos, avaliados em microvolts (μV), dos músculos supra-hióideos, foi utilizado o MIOTOOL 200® (Sistema de aquisição de dados) provido da possibilidade de seleção de oito ganhos independentes por canal, com ganho de 1000. Foram utilizados dois sensores SDS500® com conexão por garras; cabo de referência (terra); calibrador; software Miograph 2.0®; Cabo de Comunicação USB; marca MIOTEC®, com eletrodos descartáveis de superfície MEDETRACE® constituídos por Ag/AgCl, imerso em gel condutor, responsável pela captação e condução do sinal da EMGS.

O equipamento da EMGS foi conectado ao notebook de marca LG® e sistema operacional Windows® Vista Premium, HD 160GB, Processador Intel® Dual-Core InsideGhz. Nesse procedimento, os sujeitos devem manter a respiração normal sem vocalização (repouso), para captação da atividade elétrica dos músculos supra-hióideos durante 30 segundos, devendo ser evitadas as inspirações profundas, afim de não se provocar a contração de músculos acessórios do pescoço. Na sequência, foi solicitado ao sujeito que inspirasse, para dar início a deglutição de 10ml de água, posteriormente à deglutição livre com 50ml de água, seguindo-se, ao fim, a deglutição de 30ml de líquido pastoso.

O líquido pastoso utilizado foi preparado com água em temperatura ambiente e misturado a um espessante feito à base de maltodextrina e amido de milho modificado, seguindo a metodologia empregada nas pesquisas de Magalhães Junior (2013). A consistência utilizada foi o pastoso moderadamente engrossado.

3.12.2. Avaliação da pressão e resistência muscular da língua (Figura 7)

A pressão e resistência muscular da língua foram mensuradas por meio do *Iowa Oral Performance Instrument* (IOPI). Durante a realização do exame o participante permaneceu sentado em uma cadeira com anteparo posterior para apoio da coluna, os joelhos e quadris em 90° de flexão e os pés totalmente apoiados no chão, com o olhar dirigido para o horizonte obedecendo ao plano de Frankfurt.

O IOPI, é formado por um transdutor de pressão que se conecta a um bulbo de ar onde é exercida a pressão que é, imediatamente, expressa em quilos pascal (kPa) em uma tela no próprio equipamento.

O dispositivo mensura a pressão que a língua exerce, por sobre o palato duro, sobre um bulbo plástico descartável.

Na realização do exame, o voluntário manteve a boca fechada, com o bulbo posicionado na cavidade oral, entre o dorso da língua e a região media do palato duro, e pressionou com a língua o bulbo contra o palato.

Nesse momento foi solicitado ao voluntário que ele realizasse pressão com a língua, contra o bulbo, com "toda a força possível", três vezes, sendo a média aritmética tomada como a média da pressão máxima da língua.

Para análise da resistência, seguindo as orientações do fabricante, foi selecionado no equipamento a opção *light*. Usando as setas, foi selecionada a metade da pressão máxima coletada anteriormente. Com o bulbo posicionado na boca do voluntário, entre o dorso da língua e o palato, foi selecionado o modo tempo e solicitado ao participante que ele mantivesse os sensores luminosos, da cor verde, do equipamento o máximo de tempo possível. O tempo foi interrompido sempre que os sensores luminosos ficassem vermelhos por mais de dois segundos (HEWITT et al., 2008).

Figura 7 - A) Equipamento para avaliação da pressão e resistência de língua, B) posicionamento do bulbo na cavidade oral do paciente e C) realização do exame



Fonte: autor.

3.12.3. Avaliação faringométrica acústica (FA) (Figura 8)

Todos os voluntários realizaram a FA em estado de vigília. Foi utilizado o faringômetro acústico (®Eccovision. E. Benson Hood Laboratories, Pembroke, Mass), instalado no Departamento de Fonoaudiologia da UFPE, onde existe a possibilidade de controle da temperatura (26º) durante a realização do exame.

A faringometria acústica é um método de mensuração do comprimento, das áreas de secção transversal (AST) e do volume da cavidade oral e da faringe. O aparelho responsável por essa medição, chamado de faringômetro acústico, utiliza uma tecnologia capaz de emitir ondas sonoras e captar a reflexão destas ondas e, a partir deste procedimento, calcular as variações na impedância acústica que ocorrem ao longo da via aérea. Por meio do *software* do próprio equipamento, são calculadas as AST a partir das mudanças de amplitude e do tempo do pulso da onda refletida.

O equipamento é composto de um tubo de ondas, conectado a um computador, no qual a outra extremidade do tubo é acoplada a uma boquilha. O tubo de ondas contém um alto falante, que é a fonte sonora, e dois microfones que captam dois tipos de ondas, as emitidas e as refletidas. A boquilha presente na extremidade do tubo é produzida em borracha e foi desenvolvida para que funcione como vedação acústica.

A sala de realização dos exames foi previamente organizada para evitar interferências durante a aquisição de dados. O *software* do equipamento possui um formulário com os dados dos voluntários que foram registrados antes do início do exame.

Para a realização do procedimento foi necessário que o voluntário se mantivesse sentado, com alinhamento da postura entre a cabeça e o tronco. Para isto, uma cadeira com encosto foi utilizada para facilitar o posicionamento. Os voluntários

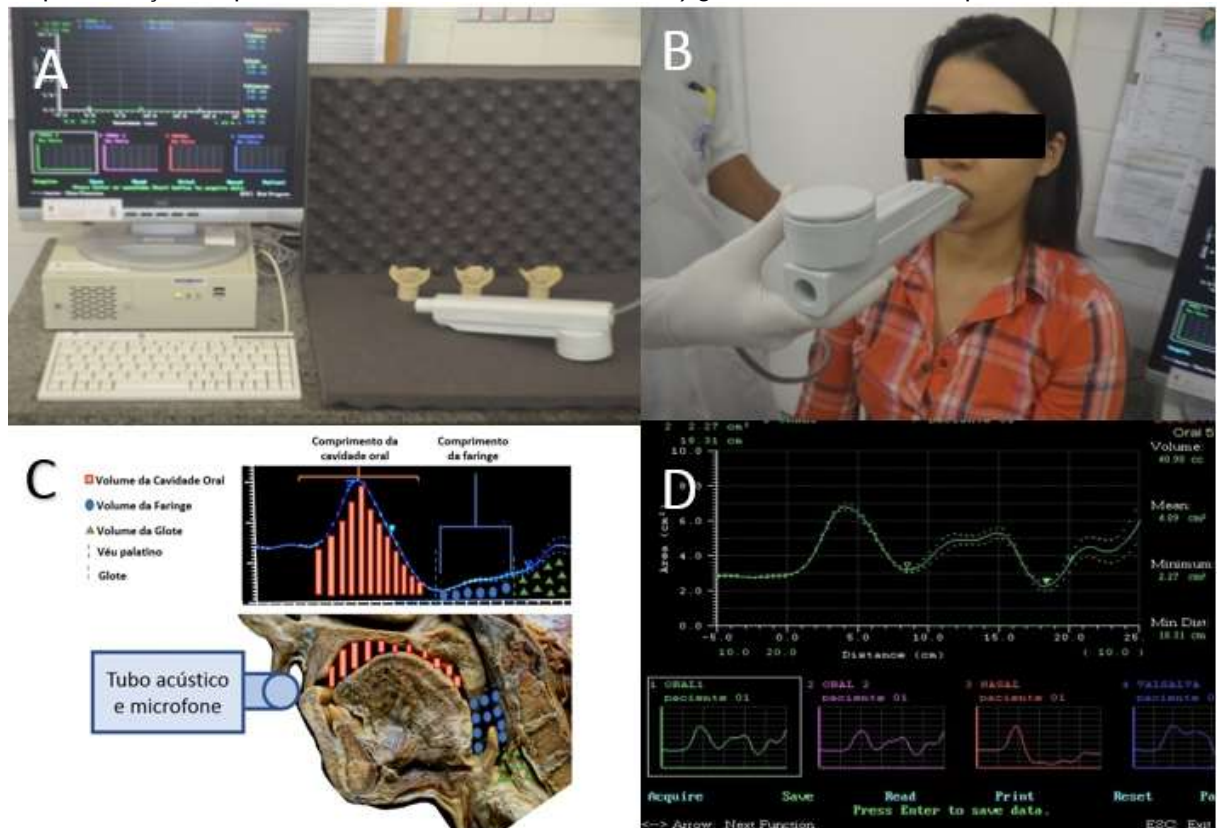
morderam a boquilha de borracha e a selaram com os lábios, para que não ocorresse o vazamento acústico. Esta boquilha foi conectada ao tubo de ondas que fica disposto paralelamente ao chão. O voluntário foi orientado a manter o fluxo de ar normalmente, fixando o olhar para um anteposto.

O software realizou a obtenção dos dados e a produção do gráfico da relação da distância (eixo das coordenadas) com a área (eixo das abscissas). Foram realizadas quatro aquisições de dados em quatro janelas do software, o gráfico obtido é chamado de faringograma. Para o registro da medida nas duas primeiras janelas, o voluntário foi orientado a inspirar pelo nariz e exalar de forma lenta pela boca. Os dois gráficos obtidos serviram de base para a obtenção das medidas orofaríngeas, devendo ser sobrepostos e apresentar uma reprodutibilidade de 100% com variação de $\pm 6\%$.

Coube ao avaliador a escolha de qual gráfico foi utilizado para a análise dos dados. Para o registro da medida na terceira janela, o voluntário foi orientado a inspirar e exalar o ar pelo nariz. Desta forma, o véu palatino ficou rebaixado, sendo possível a delimitação da junção orofaríngea (OPJ), o final da cavidade oral. Tal medida serviu apenas de base para a localização desse parâmetro, que foi transferido para o gráfico selecionado entre as duas janelas principais.

Para o registro da medida na quarta janela de aquisição, foi solicitado que o paciente inspirasse pelo nariz e realizasse a manobra de Valsava, para que ocorresse o fechamento glótico, sendo possível, desta forma, localizar a posição final da cavidade faríngea, no nível glótico.

Figura 8 - A) Equipamento para avaliação faringométrica, B) posicionamento do voluntário e C) Representação esquemática dos achados no exame e D) gráficos visualizados após a coleta



Fonte: autor.

3.12.4. Protocolo de avaliação miofuncional orofacial com escores (AMIOFE) (ANEXO F)

O Protocolo de Avaliação Miofuncional Orofacial com Escores (AMIOFE) é um método que possibilita que a percepção do examinador possa ser expressa em uma escala numérica e, conseqüentemente, por se tratar de um método simples, permite a mensuração da avaliação sem a necessidade de se utilizar outros materiais específicos (FELÍCIO et al., 2010, 2017).

O protocolo visa avaliar 47 itens, em relação as características e comportamentos observados em 6 condições clínicas: quanto a fisionomia, a postura e a mobilidade dos lábios, a língua, as bochechas, a mandíbula, a respiração, a deglutição e a mastigação, como descrito abaixo:

1. Condição postural/posição: escala de quatro pontos, sendo o quatro (4) adotado para normalidade; o três (3) para alteração leve; o dois (2) para alteração moderada e o um (1) para alteração severa.

2. Mobilidade: escala de seis pontos, sendo o seis (6) adotado para normalidade; o cinco (5) para habilidade insuficiente; o quatro (4) para habilidade insuficiente com movimentos associados; o três (3) para habilidade insuficiente com tremores associados; o dois (2) para habilidade insuficiente com movimentos associados e tremores e o um (1) para ausência de habilidade;

3. Funções:

a. Respiração: escala de quatro pontos, sendo o quatro (4) adotado para respiração nasal; o três (3) para respiração oronasal leve; o dois (2) para respiração oronasal moderada e o um (1) para respiração oronasal severa.

b. Deglutição: para os lábios uma escala de seis pontos, sendo o seis (6) quando os lábios vedam a cavidade oral e não apresentam esforço; o quatro (4) para contração leve; O três (3) para contração moderada; o dois (2) para contração severa e o um (1) quando os lábios não vedam a cavidade oral.

Para a língua foi atribuída uma escala de quatro pontos, sendo o de número quatro (4) relacionado a normalidade (língua contida na cavidade oral), três (3) interposta aos rebordos alveolares (adaptação ou disfunção), dois (2) interposta aos arcos dentários (adaptação ou disfunção) e um (1) protraída em excesso.

b1. Deglutição de líquido e pastoso: No caso dos sinais de alteração foram considerados os escores um (presente) e zero (ausente), sendo observados: movimentação da cabeça, deslize da mandíbula, tensão dos músculos faciais, escape de alimento, engasgo e ruído.

O protocolo permite a avaliação dos aspectos de maneira independente, calculando-se os escores individuais por sessões. Assim, neste estudo, foram analisados os componentes referentes a eficiência da deglutição (b e b1).

3.13. Protocolo de intervenção para os grupos

Os participantes, que se enquadraram nos critérios de inclusão, devidamente avaliados, já divididos de forma aleatória e homogênea, foram submetidos à sessões de treinamento. Cada sessão teve duração de quatro a cinco minutos, ocorrendo duas vezes por semana, durante quatro semanas, e foram realizadas no NAI.

Para realização do tratamento, os pesquisadores envolvidos foram devidamente treinados por um fonoaudiólogo com extensa prática e conhecimento a despeito da eletromiografia e terapia com *biofeedback* eletromiográfico.

3.14. Protocolo de treinamento (Figura 9)

Nas duas sessões iniciais, foi solicitada a realização da manobra de *Mendelsohn* durante a deglutição de 10 ml de água em temperatura ambiente, por até cinco segundos, repetindo a mesma manobra 10 vezes, em três séries, com intervalos de 120 segundos entre cada série.

Nas quatro sessões seguintes, foi solicitado o mesmo procedimento, contudo, com uma quantidade de 30ml de água em temperatura ambiente, mantendo a laringe elevada por até sete segundos, repetindo a mesma manobra 10 vezes, em três séries, com intervalos de 120 segundos entre cada série.

As seis sessões iniciais de treinamento foram feitas com água, variando a quantidade e a intensidade de esforço necessário, progressivamente, para se alcançar maiores contrações, seguindo as orientações da literatura (AMINPOUR et al., 2011; KENNEDY et al., 2010; MCARDLE W. D., KATCH F. I., 2013).

Para finalizar, nas duas sessões finais, foi solicitado a deglutição de 30 ml de líquido pastoso em temperatura ambiente pelo voluntário, por até 10 segundos, repetindo a mesma manobra 10 vezes, em três séries, com intervalos de 120 segundos entre cada série.

O líquido pastoso foi preparado com água e espessante, seguindo as orientações de Steele et al. (2015). A consistência utilizada foi de um pastoso moderado. A preparação foi realizada minutos antes do momento da terapia. Para tanto, com a ajuda de um copo milimetrado e uma balança de precisão, foram utilizados 900ml de água em temperatura ambiente, adicionada de 48,8g de espessante. Após a preparação, a mistura foi dividida em 30 copos de 30 ml com ajuda de uma seringa descartável de 10 ml. Os 30 copos foram servidos individualmente a cada pessoa, durante as repetições do protocolo de treinamento.

Durante todo o treinamento o participante não visualizou a tela do computador, limitando-se a controlar a deglutição proprioceptivamente e sob orientação do pesquisador.

As repetições e o esforço respeitaram os limites dos participantes, assim como o tempo da terapia.

3.15. Treinamento da deglutição sem o *Biofeedback* eletromiográfico

Após a randomização dos grupos, o grupo alocado para o tratamento sem o *biofeedback* eletromiográfico, foi tratado da seguinte forma:

O participante ficou sentado de forma confortável, em uma cadeira com anteparo para apoio das costas, os joelhos e quadris em 90° de flexão e os pés totalmente apoiados no chão.

Seguindo o mesmo protocolo descrito na avaliação eletromiográfica, foram posicionados os eletrodos e ligado o equipamento.

Após a conexão do equipamento no computador e o devido acionamento do *software Miotecsuit*, foi solicitado ao participante que realizasse a manobra de *Mendelsohn*, com duração e intensidades variando de acordo com o andamento das sessões, especificadas na figura 9.

A manobra de *Mendelsohn* foi concebida como uma técnica de deglutição compensatória para remover resíduos da faringe, mas também se mostrou eficaz como exercício de reabilitação para a restauração da função de deglutição. Essa manobra, como exercício de reabilitação, pode resultar em melhor elevação e coordenação laríngea durante a deglutição e, também, é considerada uma contribuição para uma melhor contração faríngea (DING et al., 2002).

3.16. Treinamento da deglutição com o *biofeedback* eletromiográfico

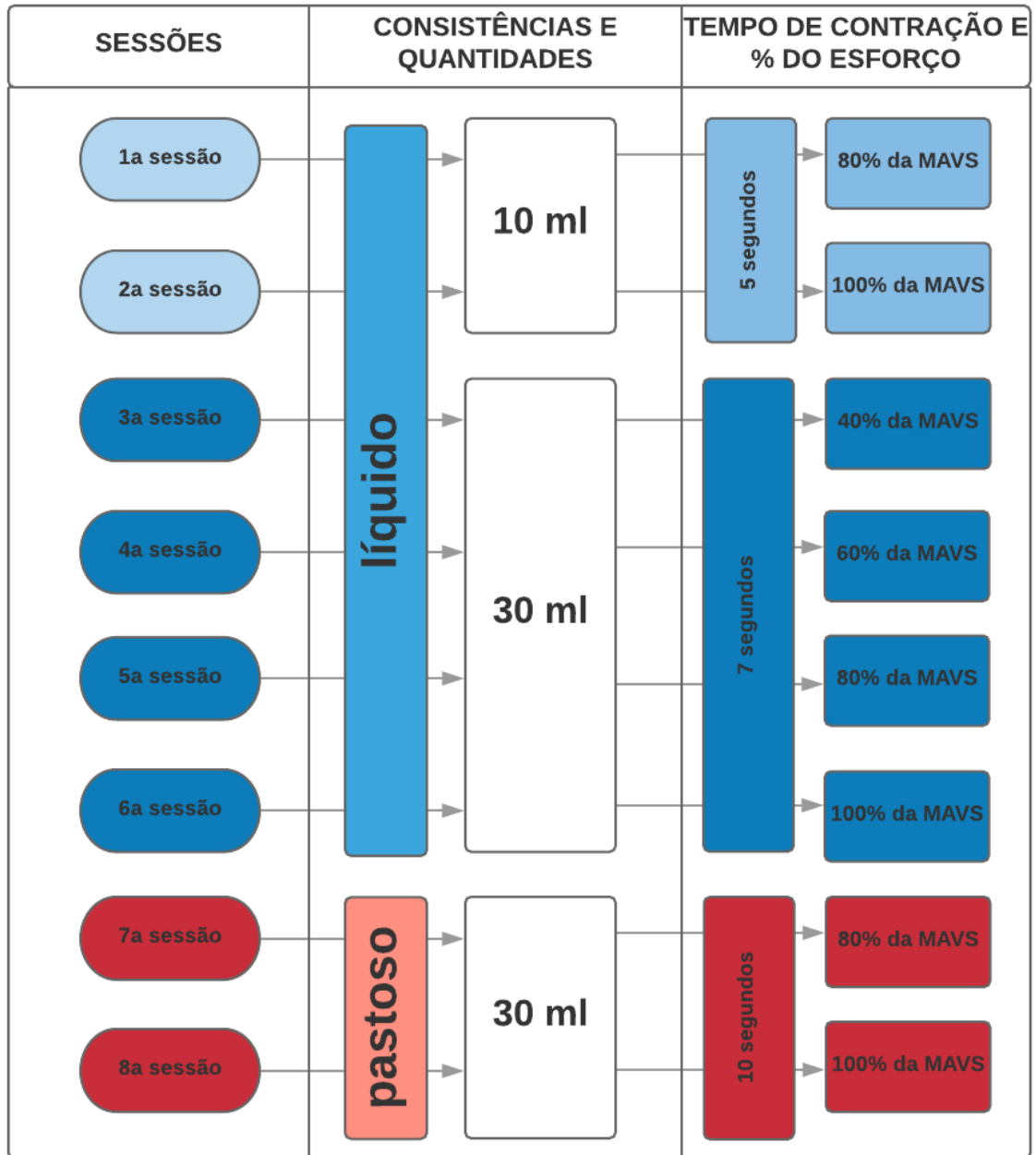
Durante as sessões de terapia com *Biofeedback*, foi realizado o mesmo procedimento supracitado. Contudo foi acionado outro *software* do programa eletromiográfico.

O *software* utilizado foi o *Biotrainer* USB da *Miotec*®, ferramenta de *biofeedback* que foi reproduzida pelo eletromiógrafo *MIOTOOL200*®, conectado ao notebook de marca *LG*®, com sistema operacional *Windows*® *Vista Premium*, HD 160GB e Processador *Intel*® *Dual-Core InsideGhz*.

O computador conectado ao eletromiógrafo com o *software Biotrainer* foi posicionado em frente ao participante, a uma distância de meio metro, e ajustado para que ficasse em uma altura que possibilitasse a visualização de sua tela, de modo a não comprometer a postura da cabeça do voluntário. Foi solicitado ao participante que realizasse as mesmas tarefas solicitadas ao grupo de tratamento sem o *biofeedback*

eletromiográfico. Contudo, esse grupo de participantes visualizou a tela do computador e controlou sua deglutição através da visualização.

Figura 9 – Características dos planos de treinamento para os dois grupos.



Fonte: autor.

3.17. Plano de Análise

O programa utilizado para a digitação dos dados e para a obtenção dos cálculos estatísticos foi o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), na versão 20.0. Uma vez organizados os dados de todas as avaliações clínicas (AMIOFE e RADI) e dos registros (eletromiográfico, pressórico e faringométrico), o plano de análises foi desenvolvido em três fases. Na primeira, foram obtidas as medidas estatísticas de tendência central e dispersão (média e desvio padrão; mediana e intervalo interquartilico), além das frequências absolutas e relativas, para descrição amostral. A segunda fase foi dedicada à caracterização do desempenho deglutitório dos grupos, empregando-se teste de sinais para a comparação intragrupo e o Exato de Fisher para comparação intergrupos. A terceira fase consistiu da análise multivariada. Toda a análise estatística foi feita de forma cega, o estatístico não teve acesso aos nomes ou aos grupos nos quais os idosos se enquadravam.

Para as variáveis quantitativas, foi avaliada a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Nos casos em que a normalidade foi indicada, aplicou-se o teste de t de Student para amostras independentes na comparação das medidas avaliadas entre os grupos em estudo. Na comparação da medida entre o momento pré e pós tratamento, foi aplicado o teste t de Student para amostras pareadas. Nos casos em que a não normalidade foi indicada, aplicou-se o teste de Mann-Whitney na comparação das medianas avaliadas entre os grupos em estudo. Na comparação da medida entre o momento pré e pós tratamento, foi aplicado o teste de Wilcoxon. Para avaliar a correlação entre os escores do estudo, foi aplicado o teste de correlação de Spearman.

Todos os testes foram realizados com nível de significância de 0,05, com exceção das análises univariadas realizadas para a montagem da análise multivariada, quando o nível de significação foi igualado a 0,20.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Esta sessão é composta pelo artigo original, que foi submetido para apreciação ao jornal Dysphagia. Desta forma, o artigo encontra-se no Apêndice E, desta tese.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que existam registros na literatura a respeito das modificações na deglutição e das estruturas envolvidas nessa função em idosos, mesmo na ausência de patologias, as informações a despeito dos efeitos do tratamento nessa população são extremamente escassas. A revisão sistemática realizada indicou que o BioEMG é um recurso terapêutico complementar que mostra indícios de efeitos positivos na deglutição, embora as pesquisas com desenhos de estudo mais robustos sejam necessárias para comprovar sua evidência científica. Não foram encontrados estudos que investigassem o efeito do BioEMG como estratégia complementar para a terapia de deglutição em idosos robustos.

No que se refere ao estudo de intervenção, concluiu-se que o programa terapêutico de MM, associado ao BioEMG, em oito sessões:

- Reduz a tensão labial durante a deglutição e diminui o número de deglutições para o mesmo volume;
- Reduz a área de secção transversal da junção orofaríngea;
- Aumenta a pressão e a resistência de língua;
- Reduz o número de picos e o tempo de ativação eletromiográfica para a deglutição de substâncias líquidas e pastosas;

Os resultados sugerem que o programa terapêutico com MM, associada ao BioEMG, em oito sessões, pode melhorar os parâmetros clínicos e morfométricos relacionados à deglutição em idosos robustas.

Com base nessas aferições, reafirma-se a necessidade de mais investimentos em programas de exercícios para a deglutição direcionados, especificamente, a idosos robustos ou indivíduos em processo de envelhecimento, numa conduta afim à lógica do envelhecimento ativo. Nessa concepção mais ampliada, amparada numa conduta preventiva, a abordagem tem como intuito melhorar a eficácia e a segurança alimentar, atenuando os efeitos fisiológicos do envelhecimento na deglutição.

Além disso, não negligenciando as limitações do nosso estudo, sugerimos que sejam realizados ensaios clínicos controlados multicêntricos, com amostras maiores e de ambos os sexos, com programas terapêuticos que contemplem outras modalidades convencionais, em associação com o BioEMG, além da avaliação dos efeitos tardios da intervenção, com a verificação da sustentabilidade dos resultados a longo prazo.

REFERÊNCIAS:

- AMINPOUR, S. et al. *Pharyngeal wall differences between normal younger and older adults*. Ear, nose, & throat journal, v. 90, n. 4, p. E1, abr. 2011.
- ATHUKORALA, R. P. et al. *Skill Training for Swallowing Rehabilitation in Patients With Parkinson's Disease*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v. 95, n. 7, p. 1374–1382, 2014.
- AZOLA, A. M.; SUNDAY, K. L.; HUMBERT, I. A. *Kinematic Visual Biofeedback Improves Accuracy of Learning a Swallowing Maneuver and Accuracy of Clinician Cues During Training*. Dysphagia, v. 32, n. 1, p. 115–122, 2017.
- BAIXINHO, C. L.; DIXE, M. D. A. *Práticas Das Equipas Na Prevenção De Queda Nos Idosos Institucionalizados: Construção E Validação De Escala Texto & Contexto - Enfermagem*, v. 26, n. 3, p. 1–9, 2017.
- BAROFSKY, I. *Surface electromyographic biofeedback and the patient with dysphagia: clinical opportunities and research questions*. [s.l: s.n.]. v. 10
- BOGAARDT, H. C. A.; GROLMAN, W.; FOKKENS, W. J. *The use of biofeedback in the treatment of chronic dysphagia in stroke patients*. Folia Phoniatrica et Logopaedica, v. 61, n. 4, p. 200–205, 2009.
- CHIARIONI, G.; WHITEHEAD, W. E. *The role of biofeedback in the treatment of gastrointestinal disorders. Nature clinical practice*. Gastroenterology & hepatology, v. 5, n. 7, p. 371–82, 2008.
- CRARY, M. A.; GROHER, M. E. *Basic concepts of surface electromyographic biofeedback in the treatment of d ...* american Journal of Speech-Language Pathology, v. 9, n. May, p. 116–125, 2000.
- CRARY, M. A et al. *Functional benefits of dysphagia therapy using adjunctive sEMG biofeedback*. Dysphagia, v. 19, n. 3, p. 160–164, 2004.
- CUPERTINO, A. P. F. B.; ROSA, F. H. M.; RIBEIRO, P. C. C. *Definição de envelhecimento saudável na perspectiva de indivíduos idosos*. Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 20, n. 1, p. 81–86, 2007.
- DE BODT M, GUNS C, D'HONDT M, VANDERWEGEN J, V. N. G. *Dysfagie. Handboek voor de klinische praktijk*. Antwerp: Reeks Omtrent logopedie, 2015.
- DING, R. et al. *Surface electromyographic and electroglottographic studies in normal subjects under two swallow conditions: Normal and during the Mendelsohn maneuver*. Dysphagia, v. 17, n. 1, p. 1–12, 2002.
- ERVATTI, L. R.; BORGES, G. M.; JARDIM, A. D. P. *Mudança Demográfica no Brasil no início do Século XXI*. Subsidios para as Projeções da População. [s.l: s.n.].

- FELÍCIO, C. M. DE et al. *Expanded protocol of orofacial myofunctional evaluation with scores: Validity and reliability*. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, v. 74, n. 11, p. 1230–1239, 2010.
- FELÍCIO, C. M. DE et al. *Orofacial Myofunctional Evaluation Protocol for older people: validity, psychometric properties, and association with oral health and age*. CoDAS, v. 29, n. 6, p. 1–12, 2017.
- HERZBERG, E. G. et al. *Swallow Event Sequencing: Comparing Healthy Older and Younger Adults*. Dysphagia, v. 33, n. 6, p. 759–767, 2018.
- HEWITT, A. et al. *Standardized instrument for lingual pressure measurement*. Dysphagia, v. 23, n. 1, p. 16–25, mar. 2008.
- HUCKABEE, M. L.; CANNITO, M. P. *Outcomes of Swallowing Rehabilitation in Chronic Brainstem Dysphagia: A Retrospective Evaluation*. Dysphagia, v. 14, n. 2, p. 93–109, 1999.
- JOHNS, M. M.; ARVISO, L. C.; RAMADAN, F. *Challenges and Opportunities in the Management of the Aging Voice*. Otolaryngology-Head and Neck Surgery, v. 145, n. 1, p. 1–6, 2011.
- KENNEDY, D. et al. *Tongue pressure patterns during water swallowing*. Dysphagia, v. 25, n. 1, p. 11–19, 30 mar. 2010.
- MARTINS, R. H. G. et al. *Aging voice: Presbyphonia*. Aging Clinical and Experimental Research, v. 26, n. 1, p. 1–5, 2014.
- MCARDLE W. D., KATCH F. I., K. V. L. *Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano* Journal of Chemical Information and Modeling, 2013.
- MCCULLOUGH, G. H. et al. *Effects of Mendelsohn maneuver on measures of swallowing duration post stroke*. Topics in stroke rehabilitation, v. 19, n. 3, p. 234–43, 5 de maio 2012.
- MINAYO, M. C. DE S. *O envelhecimento da população brasileira e os desafios para o setor saúde*. Cadernos de Saúde Pública, v. 28, n. 2, p. 208–210, 2012.
- MOLFENTER, S. M. et al. *The Swallowing Profile of Healthy Aging Adults: Comparing Noninvasive Swallow Tests to Videofluoroscopic Measures of Safety and Efficiency*. Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR, v. 61, n. 7, p. 1603–1612, 13 jul. 2018.
- NICHOLLS, B. et al. *Swallowing detection for game control: Using skin-like electronics to support people with dysphagia*. 2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PerCom Workshops 2017, p. 413–418, 2017.
- OCARINO, N. DE M.; SERAKIDES, R. *Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 12, n. 3, p. 164–168, jun. 2006.

- SAKPAL, T. V. *Sample size estimation in clinical trial*. Perspectives in clinical research, v. 1, n. 2, p. 67–69, 2010.
- SCHULZ, K. F.; ALTMAN, D. G.; MOHER, D. *CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials*. Trials, v. 11, p. 1–8, 2010.
- STEELE, C. M. et al. *International Dysphagia Diet Standardisation Framework: Feedback and Steps Towards Implementation on behalf of the IDDSI Committee*. v. 30, n. 1, p. 2015, 2015.
- TANG, Y. et al. *Therapeutic efficacy of neuromuscular electrical stimulation and electromyographic biofeedback on Alzheimer's disease patients with dysphagia*. Medicine, v. 96, n. 36, p. e8008, 2017.
- VERAS, R. P. et al. *Desenvolvimento de uma linha de cuidados para o idoso: hierarquização da atenção baseada na capacidade funcional*. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v. 16, n. 2, p. 385–392, 2013.
- WAKABAYASHI, H. *Presbyphagia and Sarcopenic Dysphagia: Association Between Aging, Sarcopenia, and Deglutition Disorders*. J Frailty Aging, v. 3, p. 97–103, 2014.
- WAKABAYASHI, H. et al. *Skeletal muscle mass is associated with severe dysphagia in cancer patients*. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, v. 6, n. 4, p. 351–357, 2015.
- WAKABAYASHI, H. et al. *Prevalence of skeletal muscle mass loss and its association with swallowing function after cardiovascular surgery*. Nutrition, v. 38, p. 70–73, 2017.
- WHITEHEAD, W. E.; SCHUSTER, M. M. *Behavioral approaches to the treatment of gastrointestinal motility disorders*. Medical Clinics of North America, v. 65, n. 6, p. 1397–1411, 1981.

APÊNDICE A – TRABALHOS APROVADOS PARA PUBLICAÇÃO EM ANAIS DE EVENTOS

Anais do 11º Encontro Brasileiro de Motricidade Orofacial TEMAS LIVRES	
TL007	AVALIAÇÃO FARINGOMÉTRICA EM IDOSOS. VOLUME, ÁREA E DISTÂNCIA DAS ESTRUTURAS INTRAORAIS
 Autores	Lucas Carvalho Aragão Albuquerque, Camila Maria Silva , Leandro Araújo Pernambuco, Hilton Justino da Silva.
P024	RELAÇÃO ENTRE A ATIVIDADE ELÉTRICA DA MUSCULATURA SUPRA HIOIDEA E PRESSÃO DE LÍNGUA EM IDOSOS
 Autores	Kallyne Rayanne Gomes Ferreira, Lucas Carvalho Aragão Albuquerque, Leandro Araújo Pernambuco, Camila Maria da Silva , Hilton Justino da Silva.
P070	BIOFEEDBACK ELETROMIOGRÁFICO: UMA FERRAMENTA PARA TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA
 Autores	Lucas Carvalho Aragão Albuquerque, Camila Maria da Silva , Eduarda Correia Moretti, Leandro Araújo Pernambuco, Hilton Justino da Silva.



CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho

TREINAMENTO MIOFUNCIONAL DA DEGLUTIÇÃO COM BIOFEEDBACK ELETROMIOGRÁFICO

do(s) autor(es) **LUCAS CARVALHO ARAGÃO ALBUQUERQUE, KALLYNE RAYANNE GOMES FERREIRA, LEANDRO ARAÚJO PERNAMBUCO, HILTON JUSTINO DA SILVA** foi apresentado durante o **XXV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e I Encontro de Fonoaudiologia da Bahia**, realizado de 12 a 15 de setembro de 2017, no Bahia Othon Palace Hotel, Salvador, BA, Brasil, como Pôster.
Salvador, 15 de Setembro de 2017.

Certificamos que o trabalho

ESTRATÉGIA TERAPÊUTICA COM BIOFEEDBACK VISUAL DA PRESSÃO DE LÍNGUA

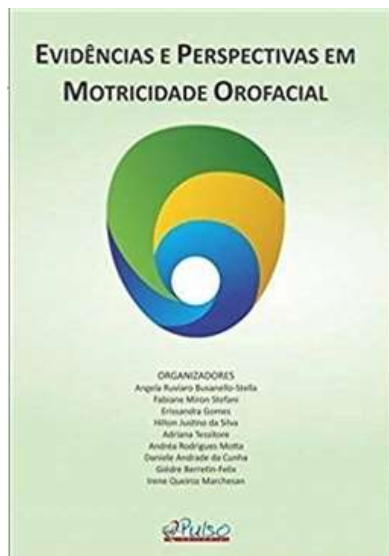
do(s) autor(es) **LUCAS CARVALHO ARAGÃO ALBUQUERQUE, KALLYNE RAYANNE GOMES FERREIRA, LEANDRO ARAÚJO PERNAMBUCO, HILTON JUSTINO DA SILVA** foi apresentado durante o **XXV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e I Encontro de Fonoaudiologia da Bahia**, realizado de 12 a 15 de setembro de 2017, no Bahia Othon Palace Hotel, Salvador, BA, Brasil, como Pôster.
Salvador, 15 de Setembro de 2017.

Certificamos que o trabalho

PROTOCOLO DE TREINAMENTO DA DEGLUTIÇÃO COM BIOFEEDBACK ELETROMIOGRÁFICO

do(s) autor(es) **LUCAS CARVALHO ARAGÃO ALBUQUERQUE, KALLYNE RAYANNE GOMES FERREIRA, LEANDRO ARAÚJO PERNAMBUCO, HILTON JUSTINO DA SILVA** foi apresentado durante o **XXV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e I Encontro de Fonoaudiologia da Bahia**, realizado de 12 a 15 de setembro de 2017, no Bahia Othon Palace Hotel, Salvador, BA, Brasil, como Pôster Concorrente ao Prêmio Excelência em Fonoaudiologia.
Salvador, 15 de Setembro de 2017.

APÊNDICE B – CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS



CAPÍTULO 5

TECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO EM MOTRICIDADE OROFACIAL

*Hilton Justino da Silva
 Daniele Andrade da Cunha
 Lucas Carvalho Aragão Albuquerque*

I - Introdução

A atuação em Motricidade Orofacial envolve procedimentos de terapia que devem estar intimamente relacionados ao processo de avaliação.

EVIDÊNCIAS ATUAIS E PERSPECTIVAS EM MOTRICIDADE OROFACIAL

Lançamento

ABRAMO
MOTRICIDADE OROFACIAL

**TRATADO DE
MOTRICIDADE
OROFACIAL**

Pulso

3

CAPÍTULO

**EMBRIOLOGIA E ANATOMIA CLÍNICA
DO SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO**

Gilberto Cunha de Sousa Filho
Lucas Carvalho Aragão Albuquerque

26

CAPÍTULO

**ELETROGNATOGRÁFIA EM
MOTRICIDADE OROFACIAL**

Lucas Carvalho Aragão Albuquerque
Carla Cabral dos Santos Accioly Lins

APÊNDICE C – CARTILHA PARA CONVITE

Nome _____

Idade _____

Sexo: _____

Telefone: _____

End: _____

Tenho interesse me participar:

SIM ()

Não ()

Contato do Pesquisador

Professor: Lucas Aragão
 Universidade Federal de Pernambuco
 Curso de Fonoaudiologia
 Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria
 Telefone para contato: 2126 8555
 (81) 9 97491151
 Email: fono_lucas@hotmail.com



GRUPO DE PESQUISA
 Patofisiologia do
 Sistema Estomatognático



Professor: Lucas Aragão
 Universidade Federal de Pernambuco
 Curso de Fonoaudiologia
 Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria
Telefone para contato: 2126 8555
(81) 9 97491151
Email: fono_lucas@hotmail.com



Saúde do idoso: Treinamento muscular para deglutição

A partir dos 60 anos de idade, naturalmente, podemos desenvolver problemas para engolir.

Engasgos, podem se tornar problemas, sendo um dos motivos de internamento e óbito, na população idosa



GRUPO DE PESQUISA
 Patofisiologia do
 Sistema Estomatognático

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa Efeitos do biofeedback eletromiográfico na deglutição de idosos, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Lucas Carvalho Aragão Albuquerque, residente da Rua Teixeira de Freitas, número 42, CEP: 50741-170, Recife-PE – Telefone: 81 9 97491151 e-mail: fono_lucas@hotmail.com para contato do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar). e está sob a orientação de: Hilton Justino da Silva Telefone: 81 9 99732857, e-mail Hiltonfono@hotmail.com. Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA: Descrição da pesquisa: O objetivo desta pesquisa é verificar a eficiência de um tratamento com exercícios para deglutição de idosos. Inicialmente serão feitas algumas perguntas e após isso serão realizados os seguintes exames: Eletromiografia de superfície, Faringometria, Análise da Pressão de Língua e videoendoscopia. Para tanto serão colados em sua pele alguns adesivos (eletrodos) e alguns materiais descartáveis, higienizados, serão posicionados na sua boca e no seu nariz. Durante o exame não é esperado nenhum desconforto, mas se o(a) senhor(a) vier a sentir algum desconforto, a equipe da pesquisa providenciará meios pra evitar tal situação. O(A) senhor(a) pode ser incluído(a) no grupo controle ou no grupo amostral e será acompanhado(a) semanalmente durante um mês. A partir do final da avaliação, o(a) senhor(a) receberá um total de 8 visitas, duas vezes por semana, totalizando um mês. Durante as visitas o(a) senhor(a) realizará uma série de exercícios focados na sua alimentação. Esses exercícios não exigem muito esforço e já vem sendo empregados há anos nos atendimentos fonoaudiológicos. Tanto o grupo controle quanto o grupo caso, receberão o mesmo número e tipo de exercício.

RISCOS: Todas as etapas da pesquisa serão realizadas em local resguardado e de forma individualizada para minimizar o risco de constrangimento por parte dos voluntários. Há também remota possibilidade de o voluntário apresentar rubor transitório na área onde serão afixados os eletrodos de superfície hipoalergênicos. Para evitar isso, os idosos serão submetidos a limpeza e avaliação da região delicadamente. Existe a possibilidade de o indivíduo apresentar desconforto durante a avaliação endoscópica, para minimizar isso, poderá ser aplicado um anestésico tópico (pomada) na região intraoral do indivíduo minimizando o desconforto causado pelo exame. Informamos que o (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de despesas). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

BENEFÍCIOS: Caso seja percebida alguma alteração na sua deglutição, o(a) senhor(a) terá como benefício o encaminhamento para tratamento fonoaudiológico na Clínica de Fonoaudiologia da UFPE, além de receber o treinamento proposto na pesquisa e orientações a respeito da saúde vocal, auditiva e deglutitória.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens, exames e protocolos), ficarão armazenados por 5 anos em armário com chave na sala do orientador Prof. Hilton Justino do Departamento de Fonoaudiologia da UFPE, na Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901, Tel: 21262857, sob sua responsabilidade e serão utilizadas para atingir os objetivos da pesquisa e estará de acordo com as normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde (CNS), do Ministério da Saúde (MS). Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

APÊNDICE E – ARTIGO ORIGINAL

Running Head: Biofeedback therapy in swallowing

Effects of the Mendelsohn maneuver associated with electromyographic biofeedback on swallowing in healthy elderly women

Lucas C. A. Albuquerque^{1*}, Leandro A. Pernambuco², Marina M. Chateaubriand³, Camila M. da Silva, ³Hilton J. da Silva¹

¹Department of Neuropsychiatry and Behavior Sciences, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

²Department of Speech and Language Therapy, Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil

³Department of Dentistry, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

***Corresponding author:**

Dr. L. C. A. Albuquerque

Universidade Federal de Pernambuco/Centro de Ciências da Saúde / Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e ciências do comportamento.

Rua Teixeira de Freitas - 42 – Várzea. Recife/ CEP: 50.771-250 - Brazil

Email: fono_lucas@hotmail.com

Category: Original article

Word count: 4937

Compliance with Ethical Standards

Declaration of Interest: The authors report no conflicts of interest.

Acknowledgement: The study received no funding.

Ethical Approval and Informed Consent: 69724017.0.0000.5208

Data Availability Statement: Data sharing is not applicable to this article as no new data were created or analyzed in this study.

ABSTRACT

Aging causes various physiological and functional changes, including changes in swallowing. The Mendelsohn maneuver was developed to strengthen the tongue and pharynx musculature, to favor laryngeal elevation. This study investigated the swallowing effects of Mendelsohn maneuver therapy associated with electromyographic biofeedback in 20 healthy elderly individuals (female mean age: 66.9 years) without swallowing or stomatognathic complaints, using two groups matched for sex and age. The experimental group (n = 10) received conventional therapy with the Mendelsohn maneuver as well as electromyographic biofeedback. The control group (n = 10) received the same treatment, without biofeedback support. Pre- and post-intervention, the pressure and resistance of the tongue, with IOPI, the efficiency of swallowing, with AMIOFE, electrical activity of the supra-hyoid muscles, with surface electromyography, and pharyngeal geometry, with acoustic pharyngometry, were evaluated. After eight sessions of therapy, both groups showed structural and functional improvements. Post-therapy differences in tongue pressure (Experimental: $p < 0.001$, and Control: $p < 0.006$) and resistance (Experimental: $p < 0.001$ and Control: $p < 0.001$) were significant. Lip efficiency during swallowing of liquid and thickened liquids (Experimental: $p < 0.009$ and Control $p < 0.023$ for liquids and thickened liquids) improved significantly. Electromyographic potentials did not change significantly, but their timing for swallowing liquids and thickened liquids decreased in both groups. Pharyngeal cross-section reduced significantly in the experimental group ($p = 0.024$). Thus, Mendelsohn maneuver therapy with electromyographic biofeedback positively affects swallowing structure and function in healthy elderly women.

Keywords: Aged, Biofeedback, Swallowing, Therapy

4.1. Introduction

In human beings, swallowing is a natural and pleasurable action that is essential for the maintenance of vital and social capacities [1,2]. The loss of the ability to swallow can be disastrous for the general state of health, leading to pneumonia, malnutrition, dehydration, and increased hospitalization and health costs, especially in the elderly [3].

With the increase in human life expectancy worldwide, epidemiological studies indicate that about 13% of the elderly population in Brazil [4] and 40% of those in the United States [1] present changes in swallowing. It is one of the main causes of death in Japan [5], even in the absence of related pathologies [3,6,7].

The appearance of dysphagia in the elderly population, in the absence of causal pathologies, is due to the natural weakening of the pharyngeal, tongue, and supra-hyoid musculature [8]. Molfenter demonstrated that the thickness of the pharynx begins to decrease from the age of 40 years and that the first impacts on swallowing are noticed from the age of 60 years [8]. Other studies have also reported a decrease in the number of muscle fibers in the tongue and in the supra-hyoid muscles, which may affect the tongue strength and decrease laryngeal elevation [2,3,9].

In view of the weakening of these structures, specific intervention programs have been developed with a view to rehabilitating the most affected muscle groups [10]. The voluntary prolongation of the hyolaryngeal complex during its maximum peak elevation, known as the Mendelsohn maneuver (MM) [11-13], has been used to treat a variety of patients with different types of dysphagia, and is applied as a compensatory or rehabilitative strategy for safe and efficient passage of the alimentary bolus through the pharynx [14,15].

Previous studies have suggested that the MM, when used as a rehabilitation strategy in cases with dysphagia, can significantly increase tongue pressure and duration of activation of

the supra-hyoid musculature, as well as promote positive effects on the morphology of the larynx, pharynx, and esophagus [16, 17]. However, the effects of MM as a strategy for strengthening and improving swallowing efficiency in healthy elderly have not been reported in the literature.

Surface electromyography [sEMG] is a quantitative and non-invasive tool that allows visualization of muscle activation in the form of graphs, in real-time [18-20]. EMG biofeedback [EMG biofeedback] involves manipulation of the size, duration, and amplitude of signals on these graphs by the patient, with a therapist's help [21]. EMG biofeedback has been used in association with MM in patients with Alzheimer's disease [22], post-stroke [23-25], head and neck cancer [24], psychogenic dysphagia [27], as well as in healthy adults. However, few studies have focused on using this approach in swallowing of healthy elderly populations.

In elderly non-dysphagic individuals, who face the natural physiological effects of aging on swallowing, it is assumed that association of MM with EMG biofeedback may yield benefits to fundamental aspects of swallowing biomechanics, such as tongue strength and resistance, pharyngeal geometry, and electrical activity of the supra-hyoid muscle group.

Thus, the objective of this study was to verify the effects of therapy with the MM, associated with EMG biofeedback, in healthy elderly individuals.

4.2. Methods

This study was a randomized, triple-blind, controlled clinical trial of a 4-week intervention. All procedures were approved by the ethics and institutional review board and all participants signed informed consent prior to participation. The study was registered in the Brazilian Clinical Trials (identifier: RBR-5hhtrt) and conducted according to the recommendations of the Consolidates Standards of Reporting Trials.

4.2.1. Sample

Initially, 152 volunteers were recruited at an elderly care center, 76 per treatment arm. Recruitment was performed blindly and randomly (using a table of random numbers) by a researcher who did not participate in the evaluations or treatment. After screening and anamnesis, 132 volunteers were excluded because they presented a history of neurological diseases, head and/or neck surgeries, complaints related to the stomatognathic system and/or deglutition, or metabolic and/or vascular changes (Figure 1).

Consequently, a series of 20 healthy elderly women were included in the study. These volunteers fulfilled the following inclusion criteria: integrated autonomic capacity measured by the PFEFFER protocol (28), without signs and symptoms of dysphagia according to the Dysphagia Screening in the Elderly (29), without a history of head and neck surgery or signs of neurological alteration (8,30) and other diseases with a possible influence on swallowing.

The volunteers were divided into an experimental and a control ($n = 10$ per group). The experimental group, with a mean age of 66.3 ± 6.3 years, received eight treatment sessions with MM supported by self-monitoring by EMG biofeedback. The control group, comprised of 10 elderly women with a mean age of 67.5 ± 4.3 years, received eight treatment sessions with MM, without biofeedback.

[INSERT FIGURE 1 HERE]

4.2.2. Data collection

The evaluations were performed twice: 2 days before the beginning of the therapeutic process and 2 days after the end of the therapy. A single researcher independently performed evaluations, blinded to the allocation and the treatment process.

For the clinical evaluation of swallowing, the swallowing efficiency section of the Orofacial Evaluation in the Elderly (AMIOFE) protocol was used [31]; the quantitative evaluation included the dimensioning of oropharyngeal geometry, tongue pressure, resistance, and activation, and the timing and number of electrical peaks of the supra-hyoid musculature.

4.2.3. Clinical evaluation of swallowing

Physical examination of swallowing included palpation, observation, and functional evaluation of swallowing and muscular, joint, and dental structures involved in deglutition [31]. To evaluate liquid swallowing, 30 ml of room temperature water and 30 ml of thickened liquid, level 3 in the International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI) was provided in a disposable cup [31,32].

Swallowing adaptation ratings were assigned scores of 1 (present) or 0 (absent) for the following change items: head movement, jaw slide, facial muscle tension, food escape, choking, and noise.

For lip efficiency a six-point scale was used and scored as follows: 6 when the lips sealed the oral cavity effortlessly; 4 for slight contraction; 3 for moderate contraction; 2 for severe contraction, and 1 when the lips did not seal the oral cavity during swallowing.

A four-point scale was assigned to score the tongue position during swallowing as follows: 4 for a normal containment of the tongue in the oral cavity, 3 when the tongue was interposed to the alveolar borders (adaptation or dysfunction), 2 if the tongue was interposed to the dental arches (adaptation or dysfunction), and 1 if the tongue was excessively protracted.

For the number of swallows, scores were assigned as follows: 3 for non-repetition of swallowing of the same bolus; 2 for a single repetition of swallowing of the same bolus, and 1 for multiple swallows.

4.2.4. Evaluation of the pharyngeal geometry

Pharyngeal geometry was evaluated with Acoustic Pharyngometry (AF). AF was collected using the ECCOVISION® Acoustic Pharyngometer™ (Sleep Group Solutions, Hollywood, FL, USA). During acquisition, the volunteers were seated comfortably in a chair with head and back support.

Subsequently, the volunteers were instructed to bite over a piece of rubber, sealing it with their lips so that no acoustic leak occurred. This mouth piece was connected to a wave tube that was arranged parallel to the ground. The volunteer was instructed to maintain the airflow normally, with the gaze fixed to the front.

The software acquired data, determining the distance (coordinate axis) and area (abscissa axis) for a graph. Four data acquisitions were performed in four software windows. For measurements recorded in the first two windows, the volunteer was instructed to inhale through the nose and exhale slowly through the mouth. The two graphs obtained served as the basis for obtaining the oropharyngeal measurements, which could be superimposed with a reproducibility of 100% and $\pm 6\%$ variation [33]. To record measurements in the third window, the volunteer was instructed to inhale and exhale through the nose. In this way the palatine veil was lowered, making delimitation of the oropharyngeal junction (OPJ) and end of the oral cavity possible. This measure served only as a basis for locating this region, which was transferred to the selected chart in the two main windows [33–36].

The AF results are arranged in graphs containing the values of length, cross-sectional area (CSA), and oral cavity and pharynx volumes [37] (Figure 2).

[INSERT FIGURE 2 HERE]

4.2.5. Pressure and tongue endurance evaluation

Tongue pressure and tongue endurance were measured using the Iowa Oral Performance Instrument 2.0 Model (IOPI Medical LLC®, Woodinville, WA, USA). A disposable plastic bulb was first inserted into the oral cavity between the back of the tongue and the middle region of the hard palate; the volunteer was instructed to keep the mouth closed and to use the tongue to apply maximum pressure from under the bulb [38,39], three times. The highest pressure was recorded. Subsequently, to acquire tongue resistance, half of this peak value was manually selected, and the volunteer was asked to maintain this level of tongue pressure against the

palate, constantly. The maximum amount of time that the volunteer was able to maintain the pressure was recorded with a built-in stopwatch, in seconds [39]. The results were visualized on the equipment screen and collected for later analysis.

4.2.6. Evaluation of the electrical activity of the supra-hyoid musculature

To measure the electrical activation levels of the supra-hyoid muscles, the number of EMG peaks and the time required to swallow 10 ml or 30 ml of water, and 30 ml of thickened liquid, was determined using surface EMG [18,20,40].

The MIOTOOL 200® (Miotec, Porto Alegre/RS, Brasil) data acquisition system was used to collect the electrical potentials (in μV) of the supra-hyoid muscles; it offered the possibility of selecting eight independent gains per channel, with a total gain of 1000. Two SDS500® sensors with claw connectors; a reference cable (ground); calibrator; Miograph 2.0® software; USB communication cable, with disposable Ag/AgCl electrodes (MEDETRACE, DBI MEDICAL® São Paulo, Brazil), immersed in conductive gel, were used to capture the EMG signal.

The volunteer sat comfortably in a chair positioned in front of the EMG and the computer used to capture the EMG signals; the volunteer did not observe the screen and thus received no visual feedback that could hinder the evaluation. The electrodes were placed at the site of the muscular groups of interest, marked with a dermatographic pencil, as follows. For the supra-hyoid group, two electrodes were placed in the submandibular region [41]. Volunteers were instructed to maintain normal breathing without vocalization (resting), avoiding deep inspirations to prevent contraction of accessory neck muscles. Afterwards, inspiration was requested to initiate free swallowing of 10 ml and then 30 ml of water, followed by swallowing 30 ml of thickened liquid [17,42].

To select and analyze EMG potentials, electrical signals were normalized by converting μV to percentages of the reference parameter, defined as the measurement that produced the

lowest spurious variability, with clinical applicability to all measurements of interest [41]. This parameter was the muscle contraction maneuver (incomplete deglutition with effort) that allowed for most homogeneity of maximum sustained voluntary activity (MSVA). The maneuver consisted of the MSVA of the tongue against the palate, for 05 seconds, three consecutive times, with an interval of 10 seconds between each execution, on verbal commands: "Attention! Get it! Force! Hold, hold." [43,44].

After EMG potentials were collected, the data were analyzed. The mean electrical activation, normalized as a percentage of the MSVA, and the interval corresponding to swallowing of liquid or thickened liquid, were selected in the software window. Then, the software automatically generated the MSVA percentage averages. To analyze the number of EMG peaks, the peaks were counted inside the selected windows to visualize the averages. Finally, the electric activation time was also captured from the software windows used to capture the averages (Figure 2).

[INSERT FIGURE 3 HERE]

4.2.7. Treatment protocol

The entire therapeutic process was performed independently by a third researcher blinded to the evaluation findings and allocation process. MM therapy was performed, according to a predetermined routine, in both groups. In each therapy, 30 deglutition training sessions were performed, divided into three sets of 10 repetitions, with 180-second intervals between series. Eight sessions of therapy were performed, requiring progressive effort. During the first two sessions, it was requested that the participant maintain laryngeal elevation at its maximum peak for 5 seconds, while swallowing 10 ml of water. In the four intermediate sessions, it was to be maintained for 7 seconds, while swallowing 30 ml of room temperature water, and in the two final sessions, for 10 seconds, while swallowing 30 mL of thickened liquid. During therapy, with the therapist's support, volunteers were instructed to swallow and

keep the larynx in its highest position for the pre-set amount of time. Each therapy lasted about 4.5 minutes and was performed twice a week.

The thickened liquid was prepared with 900 ml of room temperature water and 48.8 g of thickener based on maltodextrin and modified corn starch, following the guidelines of Steele et al. [32], to produce a moderately thick paste (IDDSI level 3). The liquid was prepared 2 minutes prior to the therapy session, using the method of Magalhães et al. (50). After preparation, the mixture was aliquoted (30 ml) into 30 cups by means of a 10-ml disposable syringe. The 30 cups were individually served to each individual during repetitions of the training protocol.

[INSERT FIGURE 4 HERE]

4.2.8. Treatment with EMG biofeedback

For the experimental group, MM treatment was performed with EMG biofeedback. The elderly women were seated comfortably in a chair with back support and with a footrest. The electrical activity during the MM was captured with an eight-channel electromyograph (Miotec®), with a channel positioned in the submandibular region between the mandible and the hyoid bone. Biotrainer software (Miotec®) was used, as it allows training to be divided into sessions with customizable frequency, time, and intensity of repetitions. The treatment protocol was designed to stimulate the strength gain and resistance of the swallowing muscles, with consideration of the predominant muscular fiber types and the contractile characteristics of the target musculature [45-47].

Participants were instructed to perform the MM, with progressive duration and intensity. In a playful way, and with the support of a visual target, the volunteer was encouraged to achieve progressive levels of effort and duration of contraction by manipulating the EMG signal lines, as suggested in the literature [45,48,49]. Every time the MM was performed, the volunteer was encouraged to make an effort until the target (a fish on the display screen) reached the

surface of the screen (the sea on the display screen) (Figure 3). To encourage increased contraction duration, the volunteer was encouraged to maintain the fish on the surface of the sea for increasingly longer periods of time (Figure 3). During the therapies, no other auditory or verbal stimuli that could interfere with the treatment were offered.

For the control group, the same exercise routine, with the same intensities and repetitions were performed. However, throughout the training, these participants did not observe the computer screen, and were thus limited to their own proprioceptive control of swallowing, under the guidance of the researcher.

All volunteers, from both groups, were treated by the same therapist who was blinded to the allocations and assessments.

[INSERT FIGURE 5 HERE]

4.2.9. Statistical analysis

All statistical analysis was performed by a fourth researcher, completely independently and blinded to the assessments and allocations, using SPSS software, version 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The prevalence of the clinical characteristics of the volunteers was calculated. Fisher's exact test was used to compare the proportion of AMIOFE outcomes between the groups and between the two-assessment time-points. Normality of data distribution was tested with the Shapiro–Wilks test. Student's *t*-test or the Mann–Whitney test, according to the normality test result, was used to compare independent samples between groups. In the intragroup comparisons, the non-parametric Wilcoxon test was applied. To analyze the correlation between the quantitative measures evaluated, Spearman's correlation test was applied. Significance was set at 5% in all tests.

4.3. Results

All the volunteers included in the research were able to complete the treatment without adverse events. There was no significant difference in the mean age of the volunteers between the groups ($p = 1.00$).

4.3.1. Clinical aspects of swallowing

In terms of lip efficiency during swallowing of the liquid and thickened liquid, there was no significant difference between the group at pretreatment. After treatment, oral cavity sealing without effort was greater for both groups, as well as for both consistencies of liquid (Table 1).

In terms of signs of adaptation and changes in swallowing, none of the volunteers in either group presented head movement, jaw sliding, leakage, choking, or noise at pretreatment. Only in the experimental group, 10% of volunteers showed tension of the facial muscles. After treatment, none of the volunteers in either group showed any of these signs.

In terms of the number of swallows, at pretreatment, more than one repetition of swallowing was prevalent in both groups. After treatment, the experimental group presented a reduction in the number of swallows for the liquid ($p = 0.003$) and for the thickened liquid ($p = 0.01$). In contrast, the control group did not present any significant reduction in the number of swallows for the thickened liquid ($p = 0.17$) or for the liquid ($p = 0.33$) (Table 2).

4.3.2. Pharyngeal geometry

The experimental group demonstrated reductions in all pharyngometric measurements, although the reduction was significant only for the pharyngeal cross-sectional area ($p = 0.02$). In contrast, the control group did not show any significant difference, neither showed a pattern of reduction or increase of measures similar to the experimental group (Table 3).

4.3.3. Pressure and resistance of tongue

At pretreatment, in terms of tongue parameters, the longest resistance time was found in the intervention group ($p = 0.03$). However, in intragroup comparisons, both pressure and

duration of tongue resistance had increased significantly in the two groups after treatment (Table 4).

4.3.4. EMG potential of the supra-hyoid musculature

There were no significant differences in the number of EMG peaks during swallowing between groups. However, in intragroup comparisons, there was a significant reduction in the number of EMG peaks before and after treatment for the thickened liquid ($p = 0.02$) in the control group (Table 5 - 7).

In the intragroup comparison, the test was significant for the experimental group for all evaluated consistencies. The control group presented a significant reduction in the number of EMG peaks during swallowing with 30ml of liquid ($p = 0.004$).

There was no significant difference in electrical activation time during swallowing for either volume or consistency of liquid between groups. However, in the intragroup comparison, the time required to swallow was significantly decreased in both groups after treatment ($p = 0.005$).

4.4. Discussion

This study assessed the effects of MM, alone or in association with EMG biofeedback, in healthy elderly women.

Although MM is not a recently developed technique, there are few reports of its effects, alone or in association with self-monitoring techniques, in healthy elderly patients. Based on studies and case reports [22,23,25], we hypothesized that MM, in association with EMG biofeedback, could have beneficial effects on the pressure and resistance of the tongue, on the activation of the supra-hyoid muscles, and on the distances, volumes, and cross-sectional areas of intraoral structures, and on swallowing efficiency.

4.4.1. Deglutition efficiency

In both groups, AMIOFE data indicated an improvement in the action of the lips in both groups. Tension of the labial muscles during swallowing is common in the elderly and may be related to the loss of muscle mass in the tongue and pharynx [5,51,52]. One of the adaptation characteristics in swallowing is exacerbated labial and chin contraction [46]. With the reduction of tongue and pharynx strength, the lips take on the responsibility of ejecting part of the food bolus [5,39,53].

The decrease in lip tension found in our study may be because the MM puts the tongue and pharynx in the role of ejecting the bolus [16,17,54]. Earlier studies have shown that the tongue and pharynx pressure increases exponentially after implementation of the MM, which corroborates our findings on tongue pressure [16,17,54]. When the pressure-generating forces are removed from the lips, the tongue and pharynx can transport the food bolus to the esophagus [55,56]. Therefore, we conjecture that the use of the MM alone is able to reduce the excessive labial contraction during swallowing, which could explain the similar findings in our two study groups.

On the other hand, by evaluating the number of EMG peaks and the time of electrical activation during swallowing, we found significant differences in the experimental group. Therefore, we assume that the differences are due to the self-monitoring achieved via EMG biofeedback. Supporting this, it has been reported that EMG feedback can stimulate safe motor learning for patients [46,57], reducing the time required to divide the food bolus to be swallowed. When supported by visual self-monitoring, it is easier for the patient to relearn and to consolidate this learning, stimulating the neuroplasticity process, sometimes independent of their muscular capacities [26,46,58]. Studies of EMG biofeedback showed that patients with dysphagia refractory to conventional therapy achieved better swallowing efficiency after using EMG feedback therapy and concluded that positive results are directly related to motor learning [27,59]. Visual feedback seems to play a crucial role in the learning process, and consequently

in the safety of swallowing, by stimulating the action of the motor areas of the frontal cortex, overlapping the automatism of the swallowing nuclei in the brainstem and medulla [60-62]. Thus, we conjecture that improvements in the time and number of EMG peaks during swallowing observed in the experimental group in this study were due to the visual feedback associated with the MM exercise, and the learning process provided by EMG biofeedback.

The time and EMG peaks of swallowing in our study were similar to those reported by Ertekin (2000) in his research with healthy individuals without dysphagia [19]; furthermore, the post-treatment decreased values observed during swallowing in the elderly women in our study approached those in younger individuals reported by Vaiman et al. [41]. Thus, MM therapy associated with EMG feedback seems to be effective in decreasing the number of peaks and the time required to swallow liquid in volumes up to 30 ml, as well as thickened liquid.

4.4.2. Pharyngeal geometry

We also evaluated oropharyngeal geometry before and after the application of MM, with or without the support of EMG feedback. It has been speculated that age alone affects the pharyngo-laryngeal framework and, consequently, has negative effects on the pharyngeal phase of deglutition [8]. Recent studies [37,63] concluded that there is a negative relationship between the size of the pharyngeal lumen and the capacity of pharyngeal constriction, increasing the risk of accumulation of food in the pyriform sinus after swallowing. Additionally, the healthy elderly may have a reduced volume and number of fibers in the pharyngeal muscles [64], which would support the accumulation of secretions and food in the pyriform sinuses, promoting penetration or aspiration.

In our study, we used acoustic pharyngometry, which is a rarely used, non-invasive method [3, 33]. Pretreatment findings were similar to that reported in the available literature, and showed an increased pharyngeal lumen due to age. After therapy, the length, distance, and area of the pharynx and larynx were reduced, indicating that the MM is effective for maintaining

and strengthening the pharyngeal and laryngeal framework. Volunteers treated with MM and EMG biofeedback showed more marked and consistent reductions than those found in the control group, specifically in terms of the cross-sectional area of the pharynx, again indicating that EMG-biofeedback can potentiate the effects of conventional therapy. The particularly marked improvement in the experimental group appears to be related to this self-monitoring. This visual assistance improved the understanding and implementation of pharyngeal strengthening strategies, by facilitating MM execution.

4.4.3. Pressure and resistance of the tongue

Overall, the median maximum pressures and tongue strength increased significantly in the two evaluated groups after treatment. EMG biofeedback does not seem to promote differences in these parameters, as the differences between the groups were small. Therefore, the increase in tongue pressure in both groups may be related to the MM itself. Previous studies have shown increased pressure and tongue resistance in patients who had undergone MM regimens [10-14]. In order to execute the MM, the tongue must be raised continuously to exert pressure on the palate, in order to elevate the larynx to its highest point [17,25,54]. Thus, the counter-resistance of the tongue against the palate, as encountered when performing the MM, can be stimulate gain in pressure and tongue resistance.

The values in these parameters before therapy were smaller in both groups than those previously reported in elderly men and women [3,65,66]. However, they were similar to those of Magalhães Júnior et al. [38] in a study of the same country; it is noteworthy that reference values have not been fully clarified for the population of Brazil.

Nevertheless, after therapy, the tongue pressure approximated those reported internationally [65,66]. The increase in the mean seems to be consistent with the standards of normality listed in the scientific literature, confirming the effectiveness of MM in both groups. Previous reports indicate that below-normal patterns of tongue pressure are closely related to

aspiration risk. Considering that the tongue has a crucial role in the propulsion of food from the oral cavity to the pharynx [67-69], achieving increased tongue pressure may be effective in preventing aspiration or choking episodes in the elderly population.

4.4.4 MM and EMG

According to previous studies [16,17,25], the MM maintains the high and posterior hyoid bone, which can reduce the risk of penetration and aspiration during swallowing. In addition, it has been reported that the MM can increase contraction of the pharynx, supra-hyoid muscles, and tongue, facilitating the passage of food into the esophagus [17,25].

There were no differences in EMG variables within groups before and after treatment. This differed from previous reports, which showed that the groups treated with EMG biofeedback obtained higher EMG means after treatment, possibly due to the visual cues and feedback provided during this therapy. For instance, Reddy [14] found that the magnitude of electrical activation and laryngeal elevation can be increased through biofeedback training. Wolf [70] showed that the verbal and visual feedback associated with this treatment is able to convert the physiological information of some muscles into graphic patterns in real time. This can aid in manipulation of the signal by the patient, allowing them to control the force and time of activation of the treated musculature [8, 26]. In our study, the EMG signal of the supra-hyoid muscles was visualized as a fish that changed its course according to the effort employed by the participant, which helped them to maintain the elevation of the hyoid bone. In addition, during the therapy, the volunteer had to reach progressive levels of effort, which were represented on the computer screen. The literature emphasizes that therapies with clear goals, repetition, frequency, and motivation play an important role in rehabilitation. Consequently, in our study, we used a playful, interesting, and challenging approach, which is reported to yield better results than conventional therapy [71].

We did not use verbal or positive feedbacks (e.g., saying “very good” or “excellent”). Some studies have revealed that this may motivate patients to try to perform better [72]. Thus, in the experimental group, the ease of performing the MM may be a result of the ability to adjust the wave elevation and achieve the objectives traced visually and in real-time. Every time the volunteer performed the MM, she was instructed to reach the top of the square, leading the fish to swim to the "surface" of the sea, which allowed the participant to achieve increasing rates of effort. Likewise, other studies [22-25,59,73] have shown a similar effect in increasing the capacity for hyoid bone elevation when the therapy was associated with biofeedback applied in a playful and progressive way.

4.5. Limitations of the study

The inclusion of only women in this study may be considered a limitation. However, this was justified by the rigor of the inclusion criteria, where the selected volunteers should be healthy and active, without metabolic or vascular diseases, and have good oral health; the percentage of elderly men who are healthy is three times lower than that of older women [6,7]. Nevertheless, there is reportedly no evidence that sex affects pharyngeal geometry variables [63], electrical activity of the supra-hyoid musculature [74], or tongue pressure and resistance [38]; this diminished the risk of bias and expanded the applicability of our results to the male population. Additionally, the small sample size, the lack of evaluation of late effects of therapy and of imaging methods for functional evaluation of swallowing are further limitations. Therefore, further studies of a larger sample size, using imaging methods as well as clinical evaluation of the effects, including the late effects, of the therapy, and of the sustainability of the effects achieved, are required. Additionally, different populations should be targeted, to verify the applicability of the findings to patients with Parkinson's, cerebrovascular accidents, head and neck cancer, and neurodegenerative diseases. As the therapy is based on gaming and has minimal contraindications, it could possibly also be applied in the pediatric population.

4.6. Conclusion

On the basis of the findings of this research, it is possible to conclude that the MM therapeutic program, associated with BioEMG, in eight sessions reduces lip tension during swallowing and decreases the number of swallows for the same volume; reduces the cross-sectional area of the oropharyngeal junction; increases tongue pressure and resistance; and reduces the number of peaks and the electromyographic activation time for the swallowing of liquid and thickened liquids substances. The results suggest that the MM therapeutic program associated with BioEMG in eight sessions can improve clinical and morphometric parameters related to swallowing in healthy elderly women.

4.7. References

1. Ney DM, Weiss JM, Kind AJH, Robbins J (2009) Senescent swallowing: Impact, strategies, and interventions. *Nutr Clin Pract* 24:395–413.
2. Wakabayashi H, Matsushima M, Uwano R, Watanabe N, Oritsu H, Shimizu Y (2015) Skeletal muscle mass is associated with severe dysphagia in cancer patients. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 6:351–357.
3. Zhao WT, Yang M, Wu HM, Yang L, Zhang XM, Huang Y (2018) Systematic review and meta-analysis of the association between sarcopenia and dysphagia. *J Nutr Heal Aging* 22:1003–1009.
4. Mourão LF, Xavier DAN, Neri AL, Luchesi KF (2016) Estudo da associação entre doenças crônicas naturais do envelhecimento e alterações da deglutição referidas por idosos da comunidade. *Audiol Commun Res* 21:4–11.
5. Sato K, Chitose SI, Sato K, Umeno H (2016) Deglutition and respiratory patterns during sleep in the aged. *Acta Otolaryngol* 136:1278–1284.
6. Minayo MC de S (2012) O envelhecimento da população brasileira e os desafios para o setor saúde. *Cad Saude Publica* 28:208–210.

7. Ervatti LR, Borges GM, Jardim ADP (2015) Mudança Demográfica no Brasil no início do Século XXI. Subsidios para as Projeções da População. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. p. 1-156.
8. Molfenter SM, Brates D, Herzberg E, Noorani M, Lazarus C (2018) The swallowing profile of healthy aging adults: comparing noninvasive swallow tests to videofluoroscopic measures of safety and efficiency. *J Speech Lang Hear Res* 61:1603–1612.
9. Wakabayashi H (2014) Presbyphagia and sarcopenic dysphagia : association between aging , sarcopenia , and deglutition disorders. *J Frailty Aging* 3:97–103.
10. Balou M, Herzberg EG, Kamelhar D, Molfenter SM (2019) An intensive swallowing exercise protocol for improving swallowing physiology in older adults with radiographically confirmed dysphagia. *Clin Interv Aging* 14:283–288.
11. Kahrilas PJ, Logemann JA, Krugler C, Flanagan E (1991) Volitional augmentation of upper esophageal sphincter opening during swallowing. *Am J Physiol Liver Physiol* 260:G450–G456.
12. Bodén K, Hallgren A, Witt Hedström H (2006) Effects of three different swallow maneuvers analyzed by videomanometry. *Acta Radiol* 47:628–633.
13. Sasaki CT, Leder SB (2013) Effects of mendelsohn maneuver on measures of swallowing duration post stroke: Comment. *Dysphagia* 28:120.
14. Mendelsohn, Martyn. Mccondel F. Mendelsohn MS, McConnell FM (1987) Function in the pharyngoesophageal segment. *Laryngoscope* 97:483–489.
15. McCullough GH, Kim Y, Bodén K, Hallgren A, Witt Hedström H (2013) Effects of the mendelsohn maneuver on extent of hyoid movement and UES opening post-stroke. *Dysphagia* 28:511–519.

16. Constantinescu G, Hodgetts W, Scott D, Kuffel K, King B, Brodt C, Rieger J (2017) Electromyography and mechanomyography signals during swallowing in healthy adults and head and neck cancer survivors. *Dysphagia* 32:90–103.
17. Ding R, Larson CR, Logemann JA, Rademaker AW (2002) Surface electromyographic and electroglottographic studies in normal subjects under two swallow conditions: Normal and during the Mendelsohn maneuver. *Dysphagia* 17:1–12.
18. Crary MA, Groher ME (2000) Basic concepts of surface electromyographic biofeedback in the treatment of dysphagia: A tutorial. *Am J Speech Lang Pathol* 9:116–125.
19. Ertekin C, Aydogdu I, Yüceyar N, Kiylioglu N, Tarlaci S, Uludag B (2000) Pathophysiological mechanisms of oropharyngeal dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis. *Brain* 123:125–140.
20. Schultz JL, Perlman AL, VanDaele DJ (1994) Laryngeal movement, oropharyngeal pressure, and submental muscle contraction during swallowing. *Arch Phys Med Rehabil* 75:183–188.
21. Nicholls B, Ang CS, Efstratiou C, Lee Y, Yeo WH (2017) Swallowing detection for game control: Using skin-like electronics to support people with dysphagia. 2017 IEEE Int Conf Pervasive Comput Commun Work PerCom Work, p. 413–418.
22. Tang Y, Lin X, Lin X, Zheng W, Zheng Z, Lin Z, Chen JH (2017) Therapeutic efficacy of neuromuscular electrical stimulation and electromyographic biofeedback on Alzheimer's disease patients with dysphagia. *Medicine* 96:e8008.
23. Bogaardt HCA, Grolman W, Fokkens WJ (2009) The use of biofeedback in the treatment of chronic dysphagia in stroke patients. *Folia Phoniatr Logop* 61:200–205.
24. Crary MA, Carnaby Mann GD, Groher ME, Helseth E (2004) Functional benefits of dysphagia therapy using adjunctive sEMG biofeedback. *Dysphagia* 19:160–164.

25. McCullough GH, Kamarunas E, Mann GC, Schmidley JW, Robbins JA, Crary MA (2012) Effects of Mendelsohn maneuver on measures of swallowing duration post stroke. *Top Stroke Rehabil* 19:234–243.
26. Azola AM, Sunday KL, Humbert IA (2017) Kinematic visual biofeedback improves accuracy of learning a swallowing maneuver and accuracy of clinician cues during training. *Dysphagia* 32:115–122.
27. Crary MA (1995) A direct intervention program for chronic neurogenic dysphagia secondary to brainstem stroke. *Dysphagia* 18:6–18.
28. Pfeffer RI, Kurosaki TT, Harrah CH, Chance JM, Filos S (1982) Measurement of functional activities in older adults in the community. *J Gerontol* 37:323–329.
29. Magalhães Júnior HV (2018) Evidências de validade do questionário autorreferido para rastreamento de disfagia orofaríngea em idosos-RaDI. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/25636> .
30. Martin-Harris B, McFarland D, Hill EG, Strange CB, Focht KL, Wan Z, Blair J, McGrattan K (2015) Respiratory-swallow training in patients with head and neck cancer. *Arch Phys Med Rehabil* 96:885–893.
31. Felício CM de, Lima M do RF, Medeiros APM, Ferreira JTL (2017) Orofacial Myofunctional Evaluation Protocol for older people: validity, psychometric properties, and association with oral health and age. *CoDAS* 29:1–12.
32. Steele CM, Hanson B, Lecko C, Lam P, Cichero JAY (2015) International Dysphagia Diet Standardisation Framework : feedback and steps towards implementation on behalf of the IDDSI Committee. 30(1):2015.
33. Vorperian H, Henigan-douglas E, Durtschi R, et al (2015) VTLab Acoustic Pharyngometry (APh) Protocol: Data collection (Part I) & data analysis (Part II). https://www2.waisman.wisc.edu/vocal/docs/res/APh-Protocol_Part-II_Data-Analysis_v12.pdf

34. Kamal I (2001) Normal standard curve for acoustic pharyngometry. *Otolaryngol Head Neck Surg* 124:323–330.
35. Kamal I (2004) Test-retest validity of acoustic pharyngometry measurements. *Otolaryngol Head Neck Surg* 130:223–228.
36. Kamal I (2004) Acoustic pharyngometry patterns of snoring and obstructive sleep apnea patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 130:58–66.
37. Molfenter SM, Lenell C, Lazarus CL (2019) Volumetric changes to the pharynx in healthy aging: consequence for pharyngeal swallow mechanics and function. *Dysphagia* 34:129–137.
38. Magalhães Junior HV, Tavares JC, Magalhães AAB, Galvão HC, Ferreira MAF (2014) Caracterização da pressão da língua em idosos. *Audiol Commun Res* 19:375–379.
39. Hewitt A, Hind J, Kays S, Nicosia M, Doyle J, Tompkins W, Gangnon R, Robbins J (2008) Standardized instrument for lingual pressure measurement. *Dysphagia* 23:16–25.
40. Huckabee M-L, Low IS, McAuliffe MJ (2012) Variability in clinical surface electromyography recording of submental muscle activity in swallowing of healthy participants. *Asia Pacific J Speech Lang Hear* 15:175–186.
41. Vaiman M, Eviatar E, Segal S (2004) Evaluation of normal deglutition with the help of rectified surface electromyography records. *Dysphagia* 19:125–132.
42. Pernambuco LDA, da Silva HJ, Nascimento GKBO, da Silva EGF, Balata PMM, Santos VDS, Leão JC (2011) Electrical activity of the masseter during swallowing after total laryngectomy. *Braz J Otorhinolaryngol* 77:645–650.
43. Balata PMM, Silva HJ Da, Pernambuco LDA, Oliveira JHP De, Moraes SRA De (2015) Normalization patterns of the surface electromyographic signal in the phonation evaluation. *J Voice* 29:129.e1-129.e8.

44. Araújo Pernambuco L De, Silva HJ Da, Lima LM De, Cunha RA Da, Santos VDS, Cunha DA, Leão JC (2011) Atividade elétrica do músculo masseter durante a deglutição de líquido em adultos jovens. *J Soc Bras Fonoaudiol* 23:214–219.
45. McArdle WD., Katch FI, Katch VL (2013) Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano. *J Chem Information and Modeling* 2013. p. 1689–99.
46. Humbert IA, German RZ (2013) New directions for understanding neural control in swallowing: The potential and promise of motor learning. *Dysphagia* 28:1–10.
47. Easterling C (2008) Does an exercise aimed at improving swallow function have an effect on vocal function in the healthy elderly? *Dysphagia* 23:317–326.
48. Kennedy D, Kieser J, Bolter C, Swain M, Singh B, Waddell JN (2010) Tongue pressure patterns during water swallowing. *Dysphagia* 25:11–19.
49. Aminpour S, Leonard R, Fuller SC, Belafsky PC (2011) Pharyngeal wall differences between normal younger and older adults. *Ear Nose Throat J* 90(4):E1.
50. Magalhães HV, Pernambuco LDA, Ferreira MÂ, Gonçalves R (2015) Proposal on how to prepare thickened liquids for fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES) based on International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI). p. 2015.
51. Moreira GMM, Pereira SRM (2012) Performance of Brazilian elderly on the 100 ml water swallowing test. *Rev da Soc Bras Fonoaudiol* 17:9–14.
52. Ney D, Weiss J, Kind A, Robbins J (2010) Senescent swallowing: Impact, strategies, and interventions. *Strategies* 24:395–413.
53. Humbert IA, Robbins J (2008) Dysphagia in the elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 19:1–13.
54. Mendelsohn MS, McConnell FM (1987) Function in the pharyngoesophageal segment. *Laryngoscope* 97:483–489.

55. Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K, Utanohara Y, Hayashi R, Akagawa Y (2006) Decreased tongue pressure reflects symptom of dysphagia. *Dysphagia* 21:61–65.
56. Steele CM, Bailey GL, Polacco REC, Hori SF, Molfenter SM, Oshalla M, Yeates EM (2013) Outcomes of tongue-pressure strength and accuracy training for dysphagia following acquired brain injury. *Int J Speech Lang Pathol* 15:492–502.
57. Lamvik K, Jones R, Sauer S, Erfmann K, Huckabee ML (2015) The capacity for volitional control of pharyngeal swallowing in healthy adults. *Physiol Behav* 152:257–263.
58. Humbert IA, Joel S (2012) Tactile, gustatory, and visual biofeedback stimuli modulate neural substrates of deglutition. *Neuroimage* 59:1485–1490.
59. Crary MA, Carnaby GD, Lagorio LA, Carvajal PJ (2012) Functional and physiological outcomes from an exercise-based dysphagia therapy: A pilot investigation of the mcneill dysphagia therapy program. *Arch Phys Med Rehabil* 93:1173–1178.
60. Whitehead WE (1992) Biofeedback treatment of gastrointestinal disorders. *Biofeedback Self-Regul* 17:59–76.
61. Whitehead WE, Schuster MM (1981) Behavioral approaches to the treatment of gastrointestinal motility disorders. *Med Clin North Am* 65:1397–1411.
62. Chiarioni G, Whitehead WE (2008) The role of biofeedback in the treatment of gastrointestinal disorders. *Nat Clin Pract Gastroenterol Hepatol* 5:371–382.
63. Molfenter SM, Amin MR, Branski RC, Brumm JD, Hagiwara M, Roof SA, Lazarus CL (2015) Age-related changes in pharyngeal lumen size: a retrospective MRI analysis. *Dysphagia* 30:321–327.
64. Sporns PB, Muhle P, Hanning U, Suntrup-Krueger S, Schwindt W, Eversmann J, Warnecke T, Wirth R, Zimmer S, Dziewas R (2017) Atrophy of swallowing muscles is associated with severity of dysphagia and age in patients with acute stroke. *J Am Med Dir Assoc* 18:635.e1-635.e7.

65. Youmans SR, Youmans GL, Stierwalt JAG (2009) Differences in tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve? *Dysphagia* 24:57–65.
66. Youmans SR, Stierwalt JAG (2006) Measures of tongue function related to normal swallowing. *Dysphagia* 21:102–111.
67. De Bodt M, Guns C, D'Hondt M, Vanderwegen J, Van Nuffelen G (2015) *Dysfagie. Handboek voor de klinische praktijk*. Antwerp: Reeks Omtrent Logopedie. p. 594.
68. Butler SG, Stuart A, Leng X, Wilhelm E, Rees C, Williamson J, Kritchevsky SB (2011) The relationship of aspiration status with tongue and handgrip strength in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66:452–458.
69. Hori K, Ono T, Nokubi T (2006) Coordination of tongue pressure and jaw movement in mastication. *J Dent Res* 85:187–191.
70. Sukthankar SM, Reddy NP, Canilang EP, Stephenson L, Thomas R (1994) Design and development of portable biofeedback systems for use in oral dysphagia rehabilitation. *Med Eng Phys* 16:430–435.
71. Koheil R, Sochaniwskyj AE, Bablich K, Kenny DJ, Milner M (1987) Biofeedback techniques and behaviour modification in the conservative remediation of drooling by children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 29:19–26.
72. Burdea A (2003) Virtual rehabilitation - benefits and challenges. *Methods Inf Med* 5:519–523.
73. Athukorala RP, Jones RD, Sella O, Huckabee M-L (2014) Skill training for swallowing rehabilitation in patients with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 95:1374–1382.
74. Malloy JR, Valentin JC, Hands GL, Stevens CA, Langmore SE, Noordzij JP, Stepp CE (2014) Visuomotor control of neck surface electromyography in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 35:795–803.

Table 1. Situation of the lips for the consumption of liquids and thickened liquids.

Lips situation (Thickened liquids)	Groups			
	Experimental		Control	
	Pre	Post	Pre	Post
Absence of seal	-	-	-	-
severe effort	-	-	-	-
moderate effort	2(20,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	1(10,0%)
light effort	7(70,0%)	2(20,0%)	8(80,0%)	2(20,0%)
effortlessly seal the oral cavity	1(10,0%)	8(80,0%)	2(20,0%)	7(70,0%)
p-value ¹	0,009		0,023	
(Liquid)				
Absence of seal	-	-	-	-
severe effort	-	-	-	-
moderate effort	2(20,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)
light effort	7(70,0%)	2(20,0%)	8(80,0%)	2(20,0%)
effortlessly seal the oral cavity	1(10,0%)	8(80,0%)	2(20,0%)	8(80,0%)
p-value ¹	0,009		0,023	

¹p-value of Fisher's exact test.**Table 2.** Distribution of swallowing efficiency during consumption of Liquids e Thickened liquids.

swallowing efficiency (Thickened liquids)	Groups			
	Experimental		Control	
	Pre	Post	Pre	Post
Multiple swallows	1(10,0%)	0(0,0%)	1(10,0%)	0(0,0%)
One repetition	5(50,0%)	0(0,0%)	6(60,0%)	3(30,0%)
Does not repeat the same swallow	4(40,0%)	10(100,0%)	3(30,0%)	7(70,0%)
p-value ¹	0,011		0,179	
(Liquid)				
Multiple swallows	1(10,0%)	0(0,0%)	2(20,0%)	1(10,0%)
One repetition	6(60,0%)	0(0,0%)	5(50,0%)	2(20,0%)
Does not repeat the same swallow	3(30,0%)	10(100,0%)	3(30,0%)	7(70,0%)
p-value ¹	0,003		0,332	

¹p-value of Fisher's exact test.**Table 3.** Median and amplitude of pharyngometric data.

variable		Groups		p-value ¹
		Experimental	Control	
Oropharyngeal junction distance (cm)	Pre	8,45 (2,04)	7,68 (4,08)	0,159
	Post	7,80 (2,58)	8,45 (2,57)	0,905
	p-value ²	0,345	0,721	-
Oropharyngeal junction area (cm ²)	Pre	1,16 (0,69)	1,08 (0,75)	0,344
	Post	1,02 (0,78)	0,94 (0,95)	0,470
	p-value ²	0,237	0,799	-
Cross-sectional area of the pharynx (cm ²)	Pre	1,62 (0,96)	1,28 (1,14)	0,364
	Post	1,12 (0,73)	1,12 (1,17)	0,161
	p-value ²	0,024	0,541	-
Pharyngeal length (cm)	Pré	13,05 (2,23)	12,30 (7,60)	0,705
	Post	11,15 (3,88)	11,65 (3,95)	0,363
	p-value ²	0,314	0,959	-
Pharyngeal volume (cm ³)	Pre	16,82 (7,47)	15,92 (14,82)	0,705
	Post	12,35 (8,16)	15,30 (10,59)	0,256
	p-value ²	0,066	0,445	-
Laryngeal area (cm ²)	Pre	2,14 (1,68)	1,60 (2,11)	0,406
	Post	1,81 (1,53)	2,22 (1,06)	0,496
	p-value ²	0,139	0,575	-

¹p-value of the Mann-Whitney test. ²p-value of the Wilcoxon test.

Table 4. Mean and standard deviation of tongue pressure and resistance.

IOPI		Groups		p-value ¹
Pressure (Kpa)	Pre	Experimental	Control	0,561
	Post	54,2±5,6	56,1±11,3	0,639
	p-value ²	<0,001	0,006	
Endurance (Seconds)	Pre	18,0±5,4	12,1±6,4	0,039
	Post	34,8±3,8	35,6±4,7	0,680
	p-value ²	<0,001	<0,001	-

¹p-value Student's t test for independent samples. ²p-value Student's t test for paired samples.

Table 5. Median and mean EMG amplitude.

Evaluated variable		Groups		p-value ¹
10 ml of Liquid	Pre	Experimental	Control	0,880
	Post	24,57 (22,03)	26,18 (28,52)	0,289
	p-value ²	26,75 (20,21)	38,84 (14,92)	-
50 ml of Liquid	Pre	0,646	0,959	0,545
	Post	34,37 (16,57)	31,64 (27,30)	0,705
	p-value ²	29,77 (31,82)	30,98 (17,39)	-
Thickened liquids	Pre	0,575	0,285	0,364
	Post	41,42 (16,40)	45,17 (37,01)	0,940
	p-value ²	25,88 (26,49)	29,18 (27,22)	-

¹p-value of the Mann-Whitney test. ²p-value of the Wilcoxon test.

Table 6. Median and range of the number of EMG peaks during swallowing.

Number of EMG peaks		Groups		p-value ¹
10 ml of Liquid	Pre	Experimental	Control	0,435
	Post	1,50 (1,00)	1,00 (1,00)	1,000
	p-value ²	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	-
50 ml of Liquid	Pre	0,034	0,102	0,363
	Post	3,00 (2,30)	4,00 (1,00)	0,177
	p-value ²	2,00 (1,00)	2,00 (0,00)	-
Thickened liquids	Pre	0,011	0,004	0,380
	Post	3,00 (3,00)	3,50 (1,50)	0,102
	p-value ²	2,00 (1,00)	3,00 (2,00)	-

¹p-value of the Mann-Whitney test. ²p-value of the Wilcoxon test.

Table 7. Median and amplitude of electrical activation time during swallowing.

electrical activation time		Groups		p-value ¹
10 ml of Liquid	Pre	Experimental	Control	0,223
	Post	4,72 (3,35)	3,43 (1,56)	0,544
	p-value ²	1,60 (0,82)	1,44 (0,28)	-
50 ml of Liquid	Pre	0,005	0,005	0,326
	Post	8,44 (4,74)	6,43 (1,78)	0,363
	p-value ²	2,92 (1,55)	2,25 (0,63)	-
Thickened liquids	Pre	0,005	0,005	0,096
	Post	6,32 (2,99)	5,18 (2,30)	0,820
	p-value ²	3,06 (1,53)	3,03 (1,16)	-

¹p-value of the Mann-Whitney test. ²p-value of the Wilcoxon test.

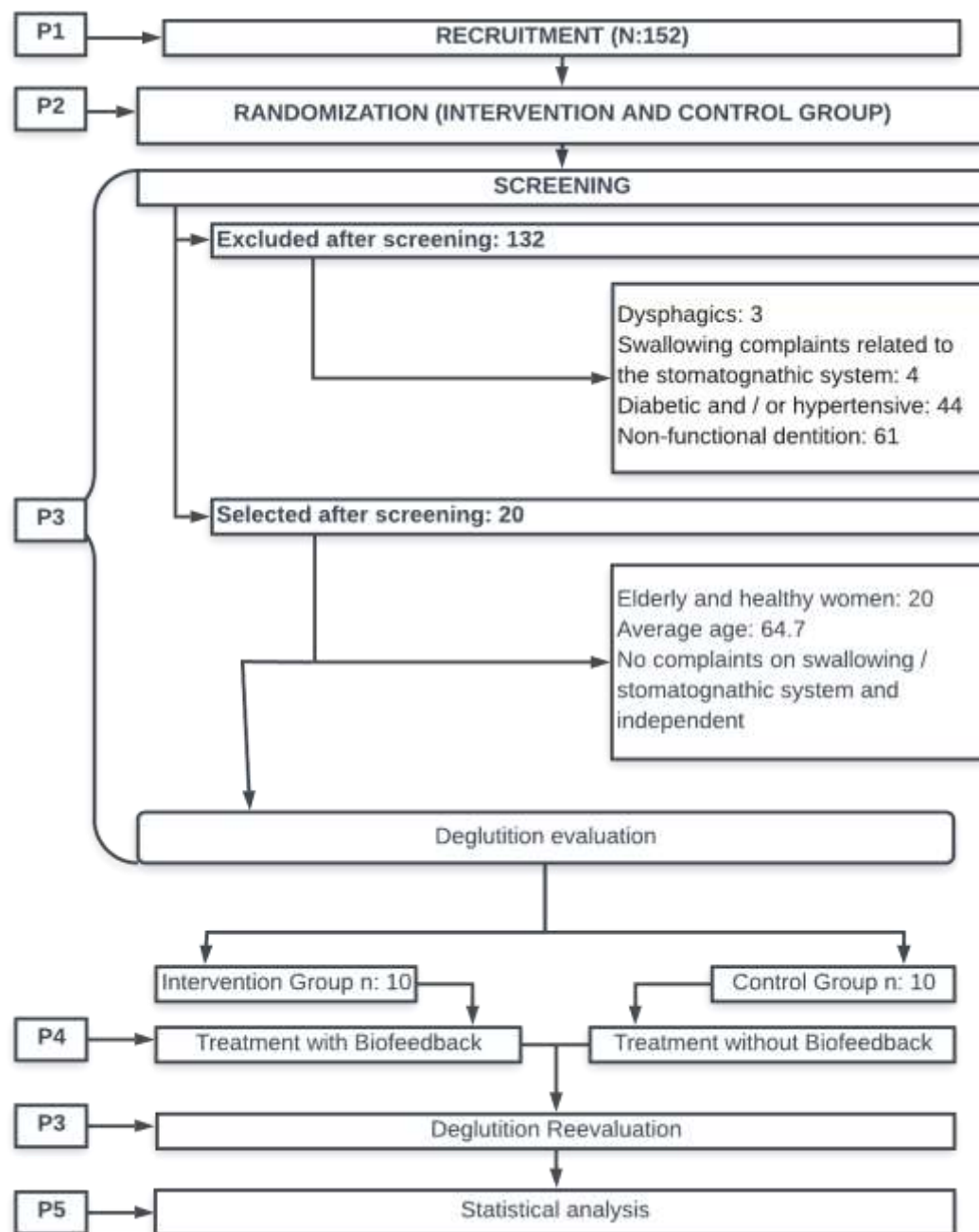


FIGURE 1. flowchart of the sampling

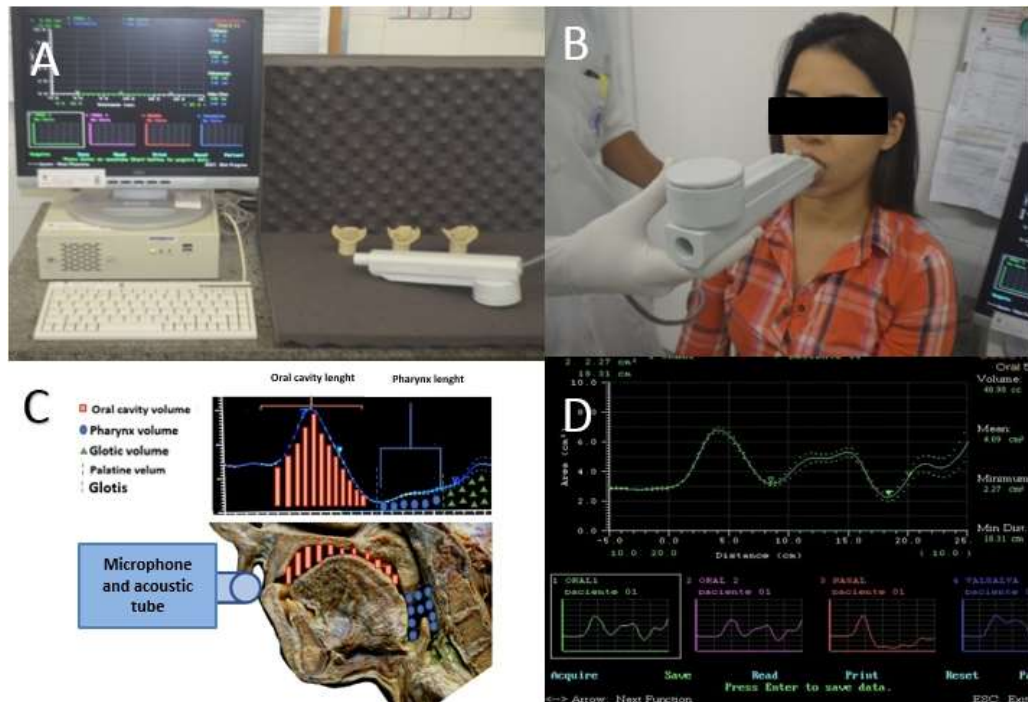


Figure 2 – (a) AP equipment, (b) Patient position, (c) Chart of AP findings, (d) graphics of the AP

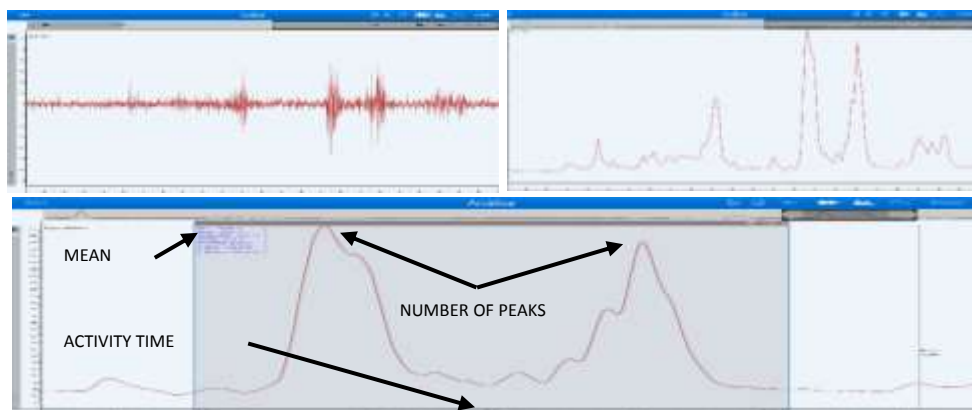


Figure 3 – (a) Raw electromyographic signal, (b) normalized electromyographic signal, (c) analysis of the electromyographic signal

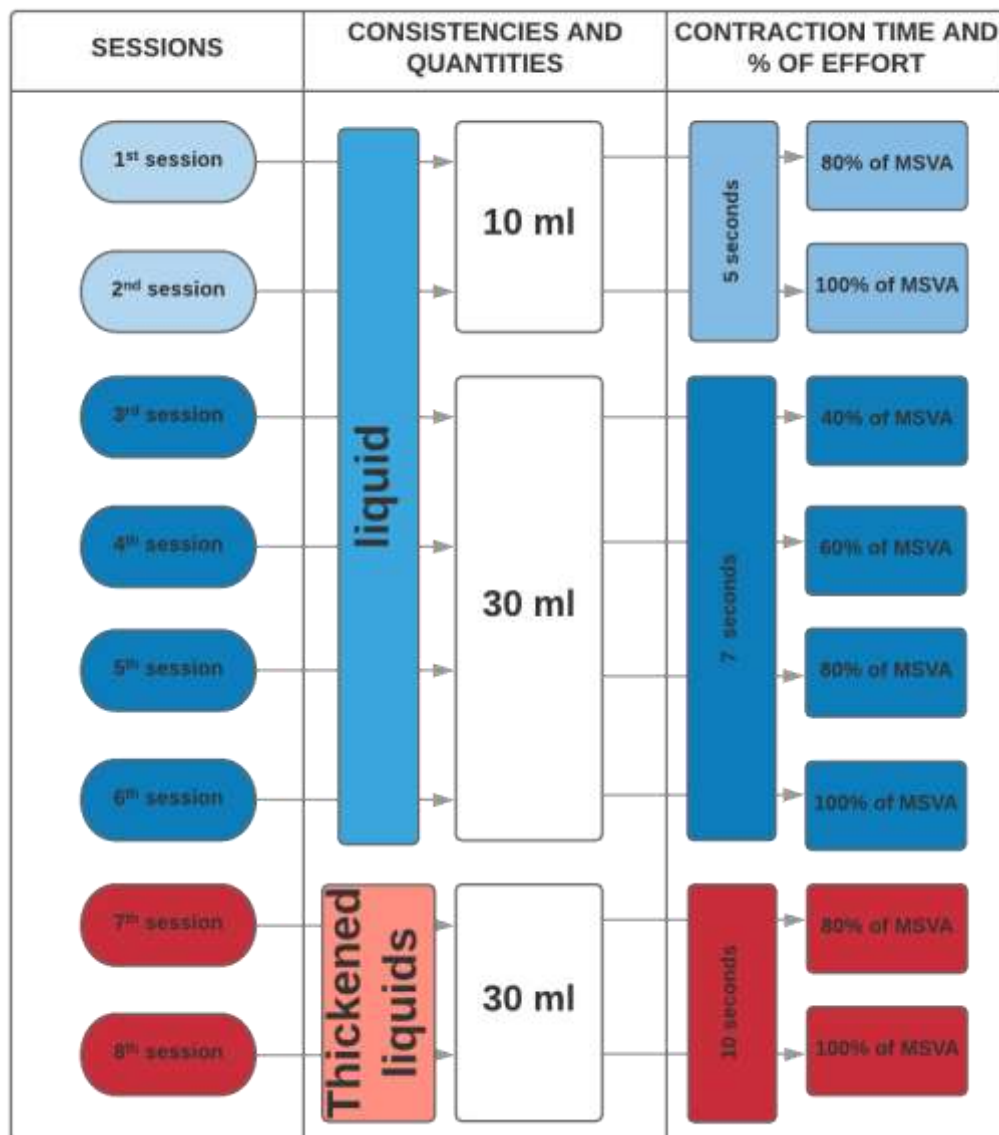


Figure 4 - Characteristics of training plans for both groups

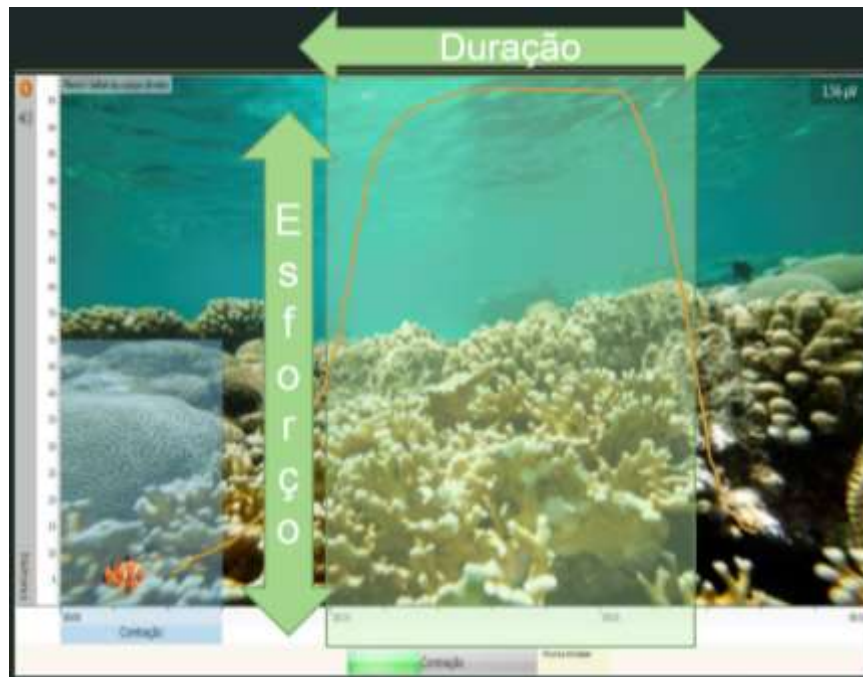


Figure 5 – Modulation of the signal by the patient

ANEXO A – ARTIGO DE REVISÃO

European Archives of Oto-Rhino-Laryngology
<https://doi.org/10.1007/s00405-019-05336-5>

REVIEW ARTICLE



Effects of electromyographic biofeedback as an adjunctive therapy in the treatment of swallowing disorders: a systematic review of the literature

Lucas C. Aragão Albuquerque¹ · Leandro Pernambuco² · Camila M. da Silva³ · Marina Moura Chateaubriand³ · Hilton Justino da Silva¹

Received: 4 January 2019 / Accepted: 5 February 2019
 © Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019

Abstract

Purpose To describe the primary effects of electromyographic biofeedback therapy on swallowing via a systematic review.

Methods A blind search was carried out by two researchers in the PubMed and Bireme platforms and in the Medline, Lilacs, SciELO, PsycINFO, CINAHL, and Web of Science databases, and the journal articles identified therein were evaluated for inclusion in the study. Original articles associated with the theme were selected with no population-, region-, or language-associated limits. A protocol was created for this study with the following points: author, year, place, number and characteristics of participants, activities evaluated, instruments used, and main results. The PEDro scale was used to analyze the quality of the studies.

Results Among the 686 articles identified in the combined searches, 566 were duplicates. A total of 65 articles were discarded after the title and abstract were read, and a further 29 articles were discarded after the full text was read, yielding a total of six articles for inclusion. In summary, the results lead us to believe that positive effects on the laryngeal lifting capacity, improved swallowing functions, and increased excursion and maximal elevation of the hyoid bone, may be directly related to this method of therapy.

Conclusions Adjunctive therapeutic protocols with biofeedback electromyography exert positive effects on swallowing function.

Keywords Biofeedback treatment · Electromyography · Deglutition · Deglutition disorders

Introduction

Oropharyngeal dysphagia is a common condition and may be related to various neurological, muscular, metabolic, and age-related diseases [1]. Studies have reported oropharyngeal dysphagia rates of 30–50% among patients who have

experienced strokes and approximately 80% among patients with neurodegenerative diseases, including Parkinson's disease and Alzheimer's disease, and even in populations without debilitating or chronic diseases, such as elderly individuals [1–3]. Other common causes of dysphagia are structural changes such as cancer, surgical removal of the head and neck structures, chemotherapy, inflammatory changes or infections in the esophagus, acid reflux, tumors within the esophagus, and compression of the esophagus from growths in the chest [4–6]. Although the severity of dysphagia varies among individuals, it can affect the quality of life even if managed properly [4]. Previous studies have demonstrated that dysphagia is closely associated with an increased risk of malnutrition, longer hospital stay, and pulmonary complications such as aspiration pneumonia [2–6].

The management of dysphagia is crucial, since a lack of treatment can negatively impact the quality of life and significantly influence the duration of hospitalization, and thereby

✉ Lucas C. Aragão Albuquerque
 fono_lucas@hotmail.com

¹ Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e ciências do comportamento, Department of Neuropsychiatry and Behavior Sciences, Centro de Ciências da Saúde, Federal University of Pernambuco, Rua Teixeira de Freitas-42, Várzea, Recife CEP: 50.771-250, Brazil

² Department of Speech and Language Therapy, Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil

³ Department of Dentistry, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

ANEXO B – PROJETO UNIVERSAL APROVADO CAPES

Resultado Final				
Identificação da Proposta				
Número do Processo:	429892/2018-7		Solicitante:	Hilton Justino da Silva
Chamada:	UNIVERSAL 2018			
Título do Projeto:	EFEITOS DA TERAPIA COM BIOFEEDBACK ELETROMIOGRÁFICO NA DEGLUTIÇÃO EM IDOSOS			
Parecer de Deliberação Final				
Nota Final				
Nota	Ordem	Prioridade		
10,00				
Resultado da Avaliação				
Favorável				
EQUIPE (LISTA COMPLETA DOS MEMBROS)				
Colaborador				
NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Daniela Andrade da Cunha	Doutorado	-	Universidade Federal de Pernambuco / Centro de Ciências da Saúde-UFPE-PE-Brasil-	Fonocardiologia, Respiração Oral, MOTRICIDADE OROFACIAL
URL DO CURRÍCULO	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Colaborador		
	http://lattes.cnpq.br/4083148176047878			
NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Gilberto Cunha de Sousa Filho	Doutorado	-	Universidade Federal de Pernambuco / Centro de Ciências da Saúde-UFPE-PE-Brasil-	Anatomia Humana, Clínica Odontológica, Técnicas Anestésicas
URL DO CURRÍCULO	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Colaborador		
	http://lattes.cnpq.br/9990343543962976			
NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Leandro de Araújo Pernambuco	Doutorado	-	Universidade Federal da Paraíba / Centro de Ciências da Saúde - Campus H-UFPB-PB-Brasil-	Transtornos de deglutição, Disfagia orofaríngea, Voz, Disfonia, Transtornos da Articulação, Fonocardiologia
URL DO CURRÍCULO	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Colaborador		
	http://lattes.cnpq.br/7838024850861158			
NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Lucas Carvalho Aragão Albuquerque	Mestrado	-	Universidade Federal de Pernambuco / Centro de Ciências da Saúde-UFPE-PE-Brasil-	-
URL DO CURRÍCULO	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Colaborador		
	http://lattes.cnpq.br/7444672466672474			

ANEXO C - APROVAÇÃO DO ESTUDO DO REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS

Approved Submission - RBR-5hhtrt



rebec@icict.fiocruz.br

qui 01/02, 16:23

Você: rebec@icict.fiocruz.br; dtorres@gmail.com

Responder

Url do registro(trial url):<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-5hhtrt/>
Numero de Registro (Register Number):RBR-5hhtrt

Prezado Registrante,

Temos o prazer de informar que seu estudo foi publicado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC).

Agradecemos por seu registro e colaboração e, desde já, nos colocamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir, seja em caso de atualização do registro ou, até mesmo, uma nova submissão.

Por favor, não hesite em contactar-nos.

Cordialmente,

ReBEC Staff - ReBEC/ICICT/LIS
Av. Brasil 4036 - Maré - sala 807
Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21040-360
Tel: +55(21)3882-9227
www.ensaiosclinicos.gov.br

ANEXO D - PFEFFER

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA						
QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FUNCIONAL – PFEFFER						
	0	1	2	3	0	1
1. Ele (Ela) é capaz de preparar uma comida?						
2. Ele (Ela) manuseia seu próprio dinheiro?						
3. Ele (Ela) é capaz de manusear seus próprios remédios?						
4. Ele (Ela) é capaz de comprar roupas, comida, coisas para casa sozinho?						
5. Ele (Ela) é capaz de esquentar a água para o café e apagar o fogo?						
6. Ele (Ela) é capaz de manter-se em dia com as atualidades, com os acontecimentos da comunidade ou da vizinhança?						
7. Ele (Ela) é capaz de prestar atenção, entender e discutir um programa de rádio ou televisão, um jornal ou uma revista?						
8. Ele (Ela) é capaz de lembrar-se de compromissos, acontecimentos, familiares, feriados?						
9. Ele (Ela) é capaz de passear pela vizinhança e encontrar o caminho de volta para casa?						
10. Ele (Ela) pode ser deixado (a) em casa sozinho (a) de forma segura?						
PONTUAÇÃO						

ESCORE

0. Normal

1. Faz, com dificuldade

2. Necessita de ajuda

3. Não é capaz

0. Nunca o fez, mas poderia fazê-lo

1. Nunca o fez e agora teria dificuldade

AVALIAÇÃO

Para cada questão o idoso pode obter de 0 a 3 pontos, totalizando um máximo de 30 pontos. Uma pontuação maior ou igual a **5 pontos já caracteriza o idoso como dependente.**

REFERÊNCIAS

Pfeffer RI, Kurosaki TT, Harrah CH Jr, Chance JM, Filos S. Measurement of functional activities in older adults in the community. J Gerontol. 1982;37 (3): 323-9.

ANEXO E - RADI

RASTREAMENTO DE DISFAGIA EM IDOSOS- RaDI

(Magalhaes Junior et al., 2015)

Nome: _____

Idade: _____

Data de nascimento: _____

Sexo: () M () F

Questão complementar:

Como o(a) senhor(a) avalia sua
DEGLUTIÇÃO?

() EXCELENTE () MUITO BOA () BOA () RAZOÁVEL () RUIM

As perguntas que farei são relacionadas à sua deglutição. Quando sua resposta for “sim”, indique qual a alternativa que melhor expressa o quanto o sintoma é frequente no seu dia a dia (“às vezes” ou “sempre”).

RASTREAMENTO DE DISFAGIA EM IDOSOS(RaDI)			
Perguntas	Não (0)	Se a resposta for “sim”	
		Às vezes (1)	Sempre (2)
1. Precisa engolir muitas vezes o alimento para fazê-lo descer?			
2. Faz esforço para engolir?			
3. Deixa de comer algum alimento que acha difícil de engolir?			
4. Percebe coriza (nariz escorrer) depois de comer?			
5. Tem pigarro depois de engolir?			

6. Sua voz modifica depois de engolir?			
7. Tem engasgo depois de engolir?			
8. Teve pneumonia depois de algum engasgo?			
9. Perdeu peso por ter dificuldade de engolir?			
10. Sente dor ao engolir?			
11. Sente cansaço depois de comer?			
PONTUAÇÃO TOTAL DO RaDI			

O escore total será o resultado da soma dos valores atribuídos às respostas “às vezes” e “sempre”. O escore mínimo é 0 e o escore máximo é 22.

ANEXO F - AMIOFE

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: _____

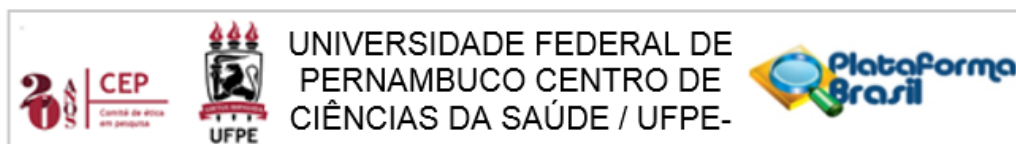
Aspecto / Aparência / Postura

FACE		ESCORES
Simétrica	Normal	(4)
Assimétrica	Leve	(3)
	Moderada	(2)
	Severa	(1)
Lado aumentado	Direito Esquerdo	
Sulco Nasolabial	Normal para a idade	(4)
Sulco Nasolabial Acentuado	Leve	(3)
	Moderada	(2)
	Severo	(1)
Resultado do sujeito avaliado (Pontuação máxima = 08)		

BOCHECHAS		ESCORES
Volume	Normal	(4)
Volume Aumentado	Leve	(3)
	Moderada	(2)
	Severo	(1)
Tensão / Configuração	Normal	(4)
Flácida / Arqueada	Leve	(3)
	Moderada	(2)
	Severa	(1)
Resultado do sujeito avaliado (Pontuação máxima= 08)		

RELAÇÃO MANDÍBULA / MAXILA		ESCORES
Relação Vertical – Mantém EFL	Normal	(4)
Dentes em oclusão ou contato de rebordos	Apertamento	(3)
Abaixada – Ultrapassa o EFL (mais que 4mm)	Disfunção Leve	(3)
	Disfunção Moderada	(2)
	Disfunção Severa	(1)
Relação ant/post maxila	Normal	(4)
Maxila protruída	Leve	(3)
	Moderada	(2)
	Severa	(1)
Relação ant/post mandíbula	Normal	(4)
Mandíbula protruída	Leve	(3)
	Moderada	(2)
	Severa	(1)
Resultado do sujeito avaliado (Pontuação máxima= 12)		

ANEXO G – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Continuação do Parecer: 2.175.148

Outros	Cartaresposta.docx	10/07/2017 10:24:05	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PREPROJETO.docx	10/07/2017 10:23:48	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostofinal.pdf	10/07/2017 10:13:17	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuenciaUnati.png	07/07/2017 15:14:04	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Outros	leo.pdf	07/07/2017 15:11:26	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Outros	lattesb.pdf	14/06/2017 08:35:00	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Outros	lattesa.pdf	14/06/2017 08:28:52	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Outros	printsiga.png	13/06/2017 11:41:53	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	13/06/2017 11:41:31	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuencialabvoz.png	13/06/2017 11:41:16	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuenciafono.png	13/06/2017 11:41:02	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuenciaclinica.png	13/06/2017 11:40:30	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	05/06/2017 16:20:45	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termoconfidencialidade.docx	05/06/2017 16:19:53	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	05/06/2017 16:17:55	Lucas Aragão Albuquerque	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não