ANA PAULA RITTO

**Impacto do uso do *SpeechEasy* nos parâmetros acústicos e motores da
fala de indivíduos com gagueira**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Regina Furquim de
Andrade

São Paulo

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Ritto, Ana Paula

Impacto do uso do *SpeechEasy* nos parâmetros acústicos e motores da fala de indivíduos com gagueira / Ana Paula Ritto. -- São Paulo, 2014.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Cláudia Regina Furquim de Andrade.

Descritores: 1.Fonoaudiologia 2.Gagueira 3.Voz 4.Acústica da fala
5.Medida da produção da fala

USP/FM/DBD-039/14

Dedico este trabalho a todas as pessoas que gaguejam, principalmente às que já tive a oportunidade de conhecer pessoalmente, e aos que participaram desta pesquisa. Meu objetivo, tanto no trabalho clínico quanto nas pesquisas científicas na área é compreender melhor a gagueira, e tentar melhorar a qualidade de vida das pessoas com este distúrbio. Espero ter contribuído com este estudo, e continuar a fazê-lo no decorrer da minha carreira.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a **Deus**, que esteve sempre à minha frente, conduzindo minha história, não da forma que eu planejo, mas de forma muito melhor. Agradeço a Ele por ter me dado minha família e Sua Igreja.

Agradeço imensamente à minha família, principalmente aos meus pais, **Milton e Maria Aparecida**, pela forma como me educaram, por terem me passado a fé, por todo o amor e carinho que me deram. Agradeço a eles por sempre me incentivarem a me dedicar aos estudos e a fazer aquilo que me fizesse feliz. Agradeço por terem me sustentado financeiramente durante todos estes anos e também por terem-me “suportado” durante o mesmo período.

Agradeço ao meu pai por ser um grande exemplo de pessoa, e agir sempre com esforço, coragem, responsabilidade, e por sempre manter a fé e o bom humor, mesmo nos momentos difíceis. Agradeço por ter sido sempre muito compreensivo, sempre disposto a me ajudar no que eu precisasse, mesmo tarde da noite ou bem cedo de manhã.

Agradeço à minha mãe também pelo exemplo. Agradeço por tudo o que fez por mim, por se dedicar inteiramente a educar a mim e aos meus irmãos; por me apoiar em minhas escolhas, apesar de toda a apreensão e preocupação que às vezes elas causam. Também agradeço à minha mãe por ter este olhar de curiosidade e de interesse ao olhar para o mundo,

principalmente para as pessoas, que me inspirou a fazer o mesmo. Agradeço por ser esta pessoa incrível que sempre sabe de tudo.

Aos meus irmãos, **Renato, Ana Maria, Rafael e Ana Clara**, agradeço por também terem me apoiado, me aguentado e por serem grandes amigos, e trazerem leveza e equilíbrio aos meus dias. Agradeço especialmente à minha Tata, minha irmã **Ana Cláudia**, por ser sempre tão carinhosa comigo, por brigar comigo quando preciso, por ser sempre conselheira e minha voz da razão, por ter me ajudado a enfrentar meus problemas, minhas crises nos estudos e fora deles, e me ajudado a tomar as decisões que me trouxeram até aqui.

Agradeço ao **Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional** da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, a todos os docentes e funcionários. Agradeço principalmente às **docentes do curso de Fonoaudiologia**, que estiveram sempre presentes e disponíveis para me auxiliar durante minha formação acadêmica, graduação e pós graduação.

Agradeço à minha orientadora, **Profa. Dra. Claudia Regina Furquim de Andrade**, que desde o meu segundo ano de graduação me inseriu no universo da pesquisa científica, primeiro me oferecendo a oportunidade de me orientar na Iniciação Científica e que, antes mesmo que eu concluísse a graduação, já me aceitou como aluna de mestrado. Agradeço pelas muitas e inestimáveis oportunidades que me deu, por toda a orientação, tanto as

específicas com relação aos trabalhos realizados, quanto em relação à área da Fonoaudiologia, à carreira acadêmica e até à vida. Sem dúvida meu caminho teria sido muito diferente se não fosse toda a confiança depositada em mim, mesmo quando eu mesma desconfiava da minha capacidade, e agradeço muito por isso.

Às minhas colegas de LIF, **Fabíola**, **Fernanda**, **Talita** e **Silmara**, agradeço por serem grandes exemplos de profissionais e pesquisadoras, e por toda a ajuda na elaboração, desenvolvimento e interpretação dos resultados deste trabalho. Esta dissertação também é graças a vocês!

Agradeço especialmente à **Dra. Fabíola Juste**, por toda a ajuda, tanto profissionalmente, com orientações, sugestões, críticas e correções do trabalho, quanto por todo o companheirismo e amizade. Agradeço também à **Dra. Talita Fortunato-Tavares**, sempre disponível para me ajudar com a estatística.

Agradeço também à minha “colega de mestrado”, **Laís**, que participou de todas as etapas deste trabalho, sempre me ajudando, dando ideias, e compartilhando minhas dificuldades, decepções e também as alegrias!

Também de forma especial gostaria de agradecer aos meus amigos da **Fono USP, turma 33**. Eu me orgulho muito por fazer parte de uma turma com tantas pessoas inteligentes, dedicadas e apaixonadas pela nossa área: vocês todos são grande inspiração pra mim. Agradeço principalmente às

queridas que não me julgam nunca (mentira), **Bia, Camila, Carol, Cris, Fe, Ya, Lais e Lais, Nat, Nina e Thais.**

Agradeço de forma muito especial às minhas amigas e companheiras Bellas, que principalmente neste período de mestrado ouviram meus desabafos, dificuldades, que me aconselharam e me ajudaram a manter a sanidade no meio de tanta loucura! **Marina, Marina, Laís e Marília:** agradeço por todas as “noites das meninas”, todos os filmes, por todo o brigadeiro, e por todas as risadas!

Agradeço também à **Leticia**, que esteve muito presente principalmente nestes últimos dois anos, nos momentos bons e nos ruins. Agradeço tanto pela participação no trabalho, por meio de discussões, sugestões e ideias, quanto pela amizade, conversas sobre seriados e nossos tradicionais cafés de quinta-feira.

Aos alunos que participaram do LIF Fluência nos últimos dois anos, **Bianca, Bia, Bruna, Ju, Kalil, Laurie, Jaqueline, Julia, Ligia e Paula**, também agradeço por terem me ensinado muita coisa! A necessidade de passar para vocês o pouco que eu sabia me fez estudar com mais afinco, e as perguntas sempre muito bem feitas me fizeram descobrir muita coisa que eu não sabia. Agradeço também pela amizade e alegria que tornaram as segundas à tarde sempre muito divertidas!

Também agradeço a todos os participantes da minha pesquisa, que se dispuseram a me ajudar a aumentar o conhecimento científico na área.

Agradeço principalmente a **Augusto, Bruno, Arthur, Henrique, Robson, Rodrigo, Victor, Vinicius, João, Daniel, Daniel, Guilherme e Cido**, que sem nenhuma outra vantagem ou interesse, se disponibilizaram a me ajudar. Muito obrigada!

Agradeço à instituição de fomento à pesquisa **FAPESP**, pelo apoio a este estudo por meio da concessão de bolsa, sob processo 2011/15184-4.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está em conformidade com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com o *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e símbolos	
Lista de figuras e tabelas	
Resumo	
Summary / Abstract	
1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. INTRODUÇÃO.....	4
2.1. Objetivos.....	11
3. MÉTODOS.....	12
3.1. Participantes.....	12
3.2. Materiais.....	13
3.2.1. Para a adaptação e programação do dispositivo <i>SpeechEasy</i>	13
3.2.2. Para a coleta das amostras de fala na tarefa de fala espontânea.....	14
3.2.3. Para a coleta das amostras nas tarefas de diadococinesia alternada, sequencial e emissão da frase alvo.....	14
3.3. Procedimentos preliminares.....	15
3.4. Procedimentos de adaptação e programação dos dispositivos.....	15
3.5. Procedimentos de coleta de dados.....	16
3.5.1. Tarefa de fala espontânea.....	17
3.5.2. Tarefa de diadococinesia alternada.....	17
3.5.3. Tarefa de diadococinesia sequencial.....	17
3.5.4. Tarefa de emissão da frase “Barco na água”.....	18
3.6. Procedimentos de análise das amostras de fala.....	18
3.6.1. Tarefa de fala espontânea.....	18
3.6.2. Tarefas de diadococinesia alternada e sequencial.....	19
3.6.3. Tarefa de emissão da frase “Barco na água”.....	21
3.7. Análise estatística.....	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Dados Inter-grupos.....	24
4.2. Dados Intra-grupos.....	27
5. DISCUSSÃO.....	31
5.1. Comparação entre grupos.....	31
5.2. Efeitos do <i>SpeechEasy</i> na fala dos participantes.....	32
6. CONCLUSÕES.....	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

LIF-FFFD	Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fluência, Funções da Face e Disfagia
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
ASHA	<i>American Speech-Language and Hearing Association</i>
PET	<i>positron emission tomography</i> (tomografia por emissão de pósitrons)
AFA	alteração de <i>feedback</i> auditivo
DAF	<i>delayed auditory feedback</i>
FAF	<i>frequency altered feedback</i>
VOT	<i>voice onset time</i>
CIC	<i>completely in canal</i> (microcanal)
ms	milissegundos
s	segundos
Hz	Hertz
dB	decibel
sil/s	sílabas por segundo
sil/min	sílabas por minuto

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção da duração das sílabas nas tarefas de diadococinesia.....	19
Figura 2 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do pico de intensidade nas tarefas de diadococinesia.....	20
Figura 3 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do período médio entre sílabas nas tarefas de diadococinesia.....	20
Figura 4 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do da duração do VOT na tarefa de emissão da frase alvo.....	21
Figura 5 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do tempo de reação na tarefa de emissão da frase alvo.....	22
Figura 6 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção da duração total na tarefa de emissão da frase alvo.....	22
Tabela 1 – Análise intergrupos na tarefa de fala espontânea.....	24
Tabela 2 – Análise intergrupos na tarefa de diadococinesia alternada.....	25
Tabela 3 – Análise intergrupos na tarefa de diadococinesia sequencial.....	26
Tabela 4 – Análise intergrupos na tarefa de repetição da frase “barco na água”.....	27
Tabela 5 – Análise do GI (Grupo Pesquisa), em cada uma das tarefas e em ambas as condições de teste.....	28
Tabela 6 – Análise do GII (Grupo Controle), em cada uma das tarefas e em ambas as condições de teste.....	29

RESUMO

Ritto AP. Impacto do uso do *SpeechEasy* nos parâmetros acústicos e motores da fala de indivíduos com gagueira. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

INTRODUÇÃO: Visando compreender quais são os possíveis efeitos do uso de dispositivos de alteração de *feedback* auditivo (AFA) sobre a fala, principalmente no que diz respeito às habilidades neuromotoras e à naturalidade de fala, o objetivo deste estudo foi verificar, por meio da análise acústica, as possíveis variações nas habilidades motoras da fala em adultos com gagueira e fluentes com o uso do *SpeechEasy*. **MÉTODOS:** Os participantes deste estudo foram 20 adultos, 10 com gagueira (9 do sexo masculino e 1 do sexo feminino – idade média de 30,9 anos) e 10 controles fluentes (9 do sexo masculino e 1 do sexo feminino – idade média de 25,2 anos). O estudo comparou o desempenho dos participantes em quatro tarefas: fala espontânea, diadococinesia alternada, diadococinesia sequencial e emissão de frase alvo, em duas situações distintas: uma sem o dispositivo e uma com o dispositivo. Os aspectos analisados acusticamente foram: (1) para as tarefas de diadococinesia: duração das sílabas, período médio entre as sílabas, pico de intensidade e taxa de diadococinesia, (2) para a tarefa de emissão da frase alvo: tempo de reação, duração do VOT, duração total da emissão, frequência fundamental e intensidade, em cada uma das condições de teste. **RESULTADOS:** Com relação à comparação entre grupos, apenas a tarefa de fala espontânea apresentou diferença significativa ($p < 0,001$). Com relação à comparação intragrupo do desempenho entre as duas condições de teste, novamente foram observadas diferenças significativas somente na tarefa de fala espontânea. Nesta tarefa, o uso do dispositivo de AFA resultou em melhora significativa da fluência de fala, medida pela porcentagem de sílabas gaguejadas ($p = 0,014$), para o grupo com gagueira. Por outro lado, para o grupo de fluentes, o dispositivo produziu o efeito oposto (ou seja, aumento significativo – $p = 0,046$ – na frequência de rupturas gags com o uso do dispositivo). A análise estatística dos aspectos acústicos das tarefas de diadococinesia e emissão da frase alvo não indicou diferença significativa nas comparações intra e intergrupos. **CONCLUSÕES:** Os resultados indicaram que, para o grupo de adultos com gagueira, o uso de dispositivo *SpeechEasy* ocasionou em melhora na fluência, sem interferir na naturalidade de fala.

DESCRITORES: Fonoaudiologia, Gagueira, Voz, Acústica da fala, Medida da produção da fala.

SUMMARY / ABSTRACT

Ritto AP. The effect of *SpeechEasy* on acoustic and motor speech parameters of adults who stutter. [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2014.

INTRODUCTION: In order to understand the possible effects of the use of altered auditory feedback (AAF) devices on speech, especially with regard to neuromotor skills and speech naturalness, the purpose of this study was to use acoustic analysis to investigate possible changes on speech motor skills with the use of SpeechEasy, in adults who stutter and fluents. **METHODS:** Participants for this study were 20 adults, 10 with stuttering (9 males and 1 female – mean age 30.9 years) and 10 fluent controls (9 males and 1 female – mean age 25.2 years). The study compared the performance of participants in four tasks: spontaneous speech, alternate motion diadochokinesis, sequential motion diadochokinesis and utterance of a target sentence, in two different situations: one without and one with the device. The aspects acoustically analyzed were: (1) for diadochokinesis tasks: syllable duration, syllable periods, peak intensity and diadochokinesis rate, (2) for target sentence task: reaction time, VOT duration, total duration, fundamental frequency and intensity, in each of the tested conditions. **RESULTS:** Between group comparisons indicated significant differences only when considering the spontaneous speech testing condition ($p < 0.001$). For the group of stutterers, within group comparisons (i.e. without versus with device) also indicated significant differences only for the spontaneous speech task. In this task, the use of AAF device resulted in a significant improvement of speech fluency, as measured by the percentage of stuttered syllables ($p = 0.014$). On the other hand, for the control group, the device produced the opposite effect (i.e. a significant increase in the percentage of stuttered syllables – $p = 0.046$). Statistical analysis of the acoustic aspects of both diadochokinesis and the target sentence indicated no significant difference for between and within group comparisons. **CONCLUSIONS:** Our results indicated that for the group of stutterers the use of SpeechEasy device caused an improvement in speech fluency without interfering in speech naturalness.

DESCRIPTORS: Speech, Language and Hearing Sciences, Stuttering, Voice, Speech Acoustics, Speech Production Measurement.

1. APRESENTAÇÃO

Em 2009, enquanto cursava meu segundo ano de graduação em Fonoaudiologia na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, entrei em contato pela primeira vez com a pesquisa científica, por uma proposta de Iniciação Científica apresentada pela Profa. Dra. Claudia Regina Furquim de Andrade, coordenadora do grupo de pesquisa do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fluência, Funções da Face e Disfagia (LIF-FFFD). A pesquisa teve como objetivo estudar, por meio de análise acústica, os parâmetros de diadococinesia de crianças com e sem gagueira. Com isso, buscávamos compreender melhor o controle motor da fala, medindo os parâmetros acústicos que indicam o comportamento das estruturas estomatognáticas envolvidas na produção de fala encadeada.

Em 2011, concluí a graduação em Fonoaudiologia pela FMUSP, apresentando como trabalho de conclusão de curso esta mesma pesquisa, que também gerou um artigo científico no periódico *Clinics*, indexado na base de dados Web of Science / ISI – Web of Knowledge, do qual sou co-autora:

Juste FS et al. **Acoustic analyses of diadochokinesis in fluent and stuttering children.** Clinics. 2012; 67(5): pp. 409-14.

Também em 2011, a Profa. Dra. Claudia Regina Furquim de Andrade e a Dra. Fabiola Staróbole Juste realizaram uma revisão sistemática da

literatura a respeito do tratamento para gagueira com base em alterações de *feedback* auditivo, ou AFA (variações temporais e de frequência no *feedback* auditivo)¹. O levantamento bibliográfico resultou no dado de que dispositivos de AFA podem diminuir o número de eventos de gagueira, porém as grandes diferenças metodológicas encontradas entre as pesquisas impossibilitam uma conclusão definitiva a respeito da eficácia de tais tratamentos.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento de dispositivos miniaturizados para a aplicação clínica desta tecnologia, houve também aumento nas publicações científicas e na veiculação na mídia do tratamento por meio de AFA. Desta forma, o interesse e a procura por estes aparelhos na clínica fonoaudiológica tem crescido, assim como a oferta destes no mercado. Ficou evidente a necessidade de estudos que avaliem de forma objetiva e definitiva a eficácia destes dispositivos, garantindo a indicação precisa pelos profissionais da área dos melhores tratamentos, isto é, dos comprovadamente seguros e efetivos.

Com esta motivação, a Profa. Dra. Claudia Regina Furquim de Andrade desenvolveu um projeto temático denominado ‘Ensaio clínico randomizado: o uso do *SpeechEasy* no tratamento da gagueira’, aprovado em setembro de 2011 pela instituição de fomento à pesquisa FAPESP (processo 2011/10000-2). Trata-se de um estudo amplo e abrangente, com objetivo de verificar a eficácia do *SpeechEasy* – medida por testes comportamentais de fala, eletrofisiológicos e auto-perceptuais –, visando a

monitoração de possíveis efeitos adversos e a comparação entre tratamentos (*SpeechEasy* vs. tratamento tradicional de natureza comportamental). Os resultados deste trabalho já estão sendo analisados e serão publicados ainda neste ano, 2014.

Ao final de 2011, pouco antes do término da minha graduação, a Profa. Dra. Claudia Regina Furquim de Andrade sugeriu que eu aproveitasse os conhecimentos em análise acústica adquiridos na Iniciação Científica e seguisse pesquisando o mesmo tema, oferecendo-me a oportunidade de orientação no mestrado, com um projeto associado ao seu temático. Desenvolvemos então o projeto base deste estudo, que também foi aprovado pela FAPESP, e financiado através de bolsa, sob processo 2011/15184-4.

Em novembro de 2013, um recorte deste estudo foi apresentado no Congresso Internacional *2013 ASHA Convention*, no formato pôster:

Ritto AP, Juste FS, Andrade CRF de. **The effect of SpeechEasy on diadochokinesis and stuttering frequency.** In: ASHA Convention 2013. Chicago: ASHA, 2013.

2. INTRODUÇÃO

A fala é uma função neural complexa, que envolve componentes segmentais (linguísticos) e supra-segmentais (paralinguísticos), processados por diferentes vias neurais, e que, integrados e em sincronia, são fundamentais para a manutenção do fluxo contínuo e suave, ao qual chamamos de fluência ². Rupturas neste fluxo caracterizam as disfluências, que são classificadas como comuns (hesitações, interjeições, revisões, palavras não terminadas e repetição de palavras, segmentos ou frases) ou gagas (repetição de sons ou sílabas, prolongamentos, bloqueios, pausas e intrusões) ³.

Durante a infância, devido ao processo de aquisição e desenvolvimento da linguagem, as crianças em geral apresentam um número grande de disfluências em sua fala, que tende a diminuir a aquisição de maior domínio linguístico e com a maturação do sistema motor da fala. Contudo, em crianças que apresentam fatores genéticos predisponentes para a gagueira, essas disfluências podem evoluir para um quadro crônico conhecido como gagueira do desenvolvimento. Trata-se de um distúrbio de comunicação caracterizado por rupturas involuntárias no fluxo de fala, em frequência maior do que o observado na população em geral, e com a predominância de disfluências do tipo gaga. É um distúrbio complexo, sem entidade nosológica única, e de característica multidimensional ^{2,4}.

Embora seja claro que muitas variáveis psicológicas, emocionais, linguísticas e ambientais podem ter influência sobre o desenvolvimento da gagueira, isto não significa que essas variáveis desempenhem um papel em sua causa. É amplamente aceito na literatura que os sintomas observados na gagueira reflitam um prejuízo na coordenação dos diferentes componentes do sistema motor da fala ⁴⁻⁶.

Para o controle preciso de todas as informações envolvidas durante a produção da fala (motoras, auditivas e somatossensoriais), o sistema nervoso central mantém representações internas das sequências motoras utilizadas. Estas representações internas, ou mapas internos, são a base para o controle motor da fala, realizado por sistemas de *feedforward* e *feedback*. O sistema de *feedforward* recebe informações das vias motoras (efetoras), antes da realização do movimento, procurando por possíveis diferenças entre os mapas internos e os comandos motores gerados. O sistema de *feedback* recebe as informações pelas vias sensoriais (receptoras), após o movimento, e também as compara com os mapas internos, buscando erros. Se qualquer um dos sistemas encontrar diferenças entre as sequências motoras esperadas e as obtidas, um sinal de erro é disparado e transformado em um novo comando motor, corrigido ⁷⁻⁸.

Estudos sugerem que gagueira está relacionada a um *déficit* no desenvolvimento preciso destes mapas internos. Desta forma, a incompatibilidade entre os comandos motores gerados e os mapas internos

inexatos leva a repetitivas tentativas de reconfigurar o planejamento motor, gerando as rupturas de fala ⁹⁻¹¹.

Neste sentido, é de grande importância para o conhecimento das habilidades neuromotoras da população com gagueira, estudar o desempenho desses indivíduos em outras tarefas de sequencialização motora oral, como por exemplo, a tarefa de diadococinesia. A diadococinesia relacionada à fala, chamada de diadococinesia oral, é a habilidade de realizar repetições rápidas de padrões simples de contrações musculares opostas, ou seja, é a habilidade de movimentar os músculos rapidamente em posições opostas ¹². Para a avaliação desta habilidade, é utilizada a tarefa de repetição de um segmento simples de fala em alta velocidade. Pode ser realizada a repetição de uma mesma vogal (que fornece uma avaliação a nível laríngeo), a repetição da mesma sílaba (/pa/, /ta/ ou /ka/, por exemplo, chamada de diadococinesia alternada); e a junção de sílabas diferentes (por exemplo, /pataka/, a diadococinesia sequencial). Esse teste reflete a maturidade e integridade neuromotora do indivíduo ¹³⁻¹⁵.

Embora a medida da diadococinesia oral evidencie as habilidades da programação motora da fala, são poucos estudos encontrados na literatura da aplicação desta avaliação, ou similares, em pessoas com gagueira. Os resultados destes estudos não são conclusivos, uma vez que a aplicação e análise desta avaliação aparecem de forma variada nas pesquisas publicadas na literatura, em fatores como idade dos participantes, forma de coleta de dados, tipo de tarefa analisada, entre outros ¹⁵⁻¹⁸.

No que diz respeito ao tratamento da gagueira, os procedimentos mais aceitos e validados consistem na aplicação de técnicas promotoras de fluência, como a redução da tensão no contato articulatorio, a lentificação e pausamento da fala, e a resistência à pressão do interlocutor. Estes recursos visam tornar a produção suavizada e natural, baseando-se no princípio de que a movimentação suave e lentificada facilita o controle motor da fala, reduzindo assim número de rupturas do fluxo da fala. Estes tratamentos comportamentais requerem uma grande carga cognitiva e controle constante da produção da fala¹⁹⁻²¹.

Na tentativa de entender melhor os mecanismos subjacentes aos sintomas da gagueira, e visando facilitar e aprimorar o tratamento, foram realizados estudos relacionando a gagueira a outros sistemas corticais. Entre eles, podemos citar estudos de PET (tomografia por emissão de pósitrons), que indicaram que a ativação das áreas corticais auditivas dos indivíduos com gagueira durante a fala difere da ativação encontrada em fluentes. Estes achados sugerem que os indivíduos com gagueira não conseguem ativar ou ativam de forma insuficiente o córtex auditivo durante a fala²²⁻²⁴.

Os resultados dos estudos de neuroimagem permitiram a melhor compreensão do chamado “fenômeno da fala em coro”, no qual as rupturas de fala são significativamente reduzidas ou até eliminadas quando outra pessoa fala em uníssono com a pessoa que gagueja²⁵⁻²⁶.

O efeito de promoção da fluência a partir da fala em coro baseia-se no seu papel na disponibilização de um estímulo auditivo externo que facilita a ativação do córtex auditivo. Esse segundo sinal de fala pode ser entendido como uma informação gestual adicional que promove a fala fluente ²⁷. Assim, o *feedback* auditivo adicional fornecido pelo coro funciona como um controle motor de fala exógeno, ou seja, a produção fluente ocorre por uma recuperação motora, tornada possível pela maior ativação do córtex. Com o coro, o falante adota estratégias de controle motor que usam ao máximo o *feedback*, reduzindo assim a necessidade de se basear em mapas internos. Isso torna o monitoramento mais eficiente, resultando em melhorias na fluência ¹¹.

Os dispositivos de alteração de *feedback* auditivo (AFA) são derivados deste fenômeno, e surgiram como uma tentativa de simular o efeito coro. O termo AFA designa todas as condições que alteram a forma como o falante ouve a própria fala (retorno – ou *feedback* – auditivo), podendo esta alteração ser o chamado DAF (*delayed auditory feedback*), que é quando o retorno auditivo é atrasado ou o FAF (*frequency altered feedback*), que é quando o falante ouve sua voz com a frequência fundamental diferente da habitual – mais grave ou mais aguda¹.

Nos últimos anos, dispositivos de AFA tem sido cada vez mais utilizados como tratamento para gagueira. Encontra-se na literatura um grande número de pesquisas investigando os efeitos da AFA na fala de pessoas com gagueira. As grandes diferenças metodológicas encontradas

entre as pesquisas ainda não permitem a conclusão definitiva a respeito da eficácia de tais tratamentos, apesar da maioria dos estudos concordarem que o uso dos dispositivos de AFA pode diminuir o número de eventos de gagueira ^{1,28-32}.

Além da investigação da eficácia do tratamento com base em dispositivos de AFA em reduzir a frequência de rupturas do fluxo da fala, é necessária também a investigação do efeito destes sobre a naturalidade de fala. Por causar alterações na forma como os sons são percebidos pelos falantes, os usuários dos dispositivos poderiam alterar aspectos estruturais da fala (como a intensidade e a frequência fundamental) numa tentativa de compensar este efeito, o que geraria uma fala pouco natural. Na literatura, estudos que investigaram a naturalidade da fala relacionada ao uso de algum tipo de dispositivo de AFA são poucos e apresentam resultados contraditórios ³³⁻³⁵. É necessário levar-se em conta que a naturalidade da fala é uma característica difícil de ser definida e mensurada ³⁶. Existem estudos que utilizam escalas perceptuais para avaliar a naturalidade de fala, definindo o termo naturalidade como algo que se realiza de maneira habitual, sem esforço e livre de artificialidade. Entretanto, avaliações perceptuais frequentemente apresentam restrições, especialmente no que se refere à confiabilidade e reprodutibilidade dos dados ³⁷⁻³⁹.

Neste sentido, a análise acústica pode ser uma ferramenta útil, pois permite a realização de mensurações do sinal sonoro proveniente da voz, a partir de parâmetros acústicos que podem ser obtidos por meio de

programas específicos para registro e análise da voz. Por meio da análise de medidas acústicas, sobretudo na análise espectrográfica, é possível encontrar correlatos acústicos dos comportamentos fisiológicos vocais, além de aspectos prosódicos, paralinguísticos e aqueles relacionados à qualidade vocal⁴⁰⁻⁴³. A análise acústica pode, portanto, auxiliar na investigação dos efeitos da AFA sobre as características estruturais que compõem os sons da fala, fornecendo assim dados objetivos sobre alguns parâmetros vinculados à naturalidade de fala

Um dos mais conhecidos dos dispositivos de AFA, comercializado sob a marca *SpeechEasy*, hoje é amplamente distribuído em todo o mundo. O *SpeechEasy* foi desenvolvido pelo Departamento de Ciências e Distúrbios da Comunicação da *East Carolina University*, em Greenville, nos Estados Unidos, e começou a ser vendido no país em 2001. Este dispositivo, visualmente semelhante a um aparelho auditivo, altera o *feedback* auditivo com uma combinação dos efeitos de DAF e FAF, apresentados simultaneamente. O DAF é ajustável de 0 a 220ms, e o FAF é ajustável de -2000Hz a +2000Hz, por meio de acréscimos ou decréscimos de 500Hz em 500Hz sobre a frequência fundamental da voz do falante, alterando os harmônicos de forma linear, por alterações fixas de frequência. O dispositivo ainda possui a opção de controle de volume, que fornece ganhos auditivos que podem chegar até a 25 dB.

No Brasil, o *SpeechEasy* foi importado pela empresa Microsom e é comercializado desde 2007. Atualmente, é o único dispositivo de tratamento

para gagueira autorizado pela ANVISA para ser comercializado no Brasil (registro no Ministério da Saúde número 10356330023).

2.1. Objetivo

O objetivo desta pesquisa é verificar, por meio da análise acústica, as possíveis variações nas habilidades motoras da fala em indivíduos com gagueira e fluentes, segundo a variável da alteração do *feedback* auditivo – uso do *SpeechEasy* – comparado à situação controle de não uso do dispositivo.

3. MÉTODOS

3.1. Participantes

Participaram desta pesquisa 20 adultos, divididos em dois grupos.

O primeiro grupo, o Grupo Pesquisa (GI), foi composto por 10 adultos com gagueira do desenvolvimento, que buscaram atendimento fonoaudiológico no LIF-FFFD no período de março de 2012 a junho de 2013. Destes, nove são do sexo masculino e uma do sexo feminino, com idades variando entre 21 e 41 anos (média de 30,9 anos), sem distinção de nível sócio-econômico-cultural, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- a) audiometria tonal dentro dos limites da normalidade;
- b) pontuação do Perfil da Fluência de Fala ^{3,44} fora dos valores de referência para a idade;
- c) 25 pontos ou mais (gravidade mínima em nível moderado) no *Stuttering Severity Instrument – 3* ⁴⁵;
- d) sem comorbidades de comunicação (linguagem, voz, articulação, motricidade oral)⁴⁶; doenças neurológicas e/ou degenerativas (conforme prontuário médico).

O segundo grupo, o Grupo Controle (GII), foi composto por 10 adultos fluentes, nove do sexo masculino e uma do sexo feminino, com idades variando entre 22 e 31 anos (média de 25,2 anos), que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- a) audiometria tonal dentro dos limites da normalidade;

- b) pontuação do Perfil da Fluência de Fala ^{3,44} dentro dos valores de referência para a idade;
- c) até 10 pontos no *Stuttering Severity Instrument* – 3 ⁴⁵; classificando normalidade para a fluência;
- d) sem distúrbios da comunicação (linguagem, voz, articulação, motricidade oral) ⁴⁶; doenças neurológicas e/ou degenerativas (conforme prontuário médico).

Os processos de seleção e avaliação dos participantes seguiram os procedimentos éticos pertinentes. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP – FMUSP 116/11), e todos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.2. Materiais

3.2.1. Para a adaptação e programação do dispositivo SpeechEasy

Todos os participantes do GI receberam um dispositivo *SpeechEasy* individual, modelo CIC (microcanal). A moldagem e adaptação monoaural (na orelha direita) do dispositivo foi realizada por profissionais autorizados da empresa Microsom.

Os participantes do GII utilizaram para as coletas um dispositivo *SpeechEasy* semelhante aos do GI, porém com um molde padrão, universal.

Para a programação, foram utilizados: a interface de programação fornecida pela empresa (Audio-Pró Plus), e o *software SpeechMaster*, instalado em um notebook da marca Sony Vaio, modelo VPC-SA. As pilhas utilizadas nos dispositivos foram pilhas específicas, da marca *Unitron Hearing*.

3.2.2. Para a coleta das amostras de fala na tarefa de fala espontânea

Foi utilizada uma filmadora digital Sony DRC-SR62, e todo o material obtido foi transferido para um microcomputador desktop Dell Studio XPS. Fones de ouvido do tipo *headset* HP200F Maxwell foram usados para a transcrição. Foi utilizado para esta avaliação o teste Perfil da Fluência de Fala³.

3.2.3. Para a coleta das amostras nas tarefas de diadococinesia alternada, sequencial e emissão da frase alvo

Estas amostras de fala foram coletadas em uma sala acusticamente tratada, diretamente em um microcomputador desktop Dell Studio XPS, com a utilização do *software* PRAAT de Análise Acústica versão 4.2 (taxa de amostragem de 44.100 Hz e com 16-bit de quantização), e usando um microfone de mesa profissional Audio-technica MB3k. A distância entre o microfone e a boca do participante foi 8-10 cm, em um ângulo de 45°.

3.3. Procedimentos preliminares

Todos os participantes da pesquisa foram submetidos à avaliação audiológica básica composta por audiometria tonal, audiometria vocal com testes de discriminação e inteligibilidade de fala e imitanciometria, para confirmação dos limiares auditivos normais.

Também foram aplicados em todos os participantes procedimentos de anamnese e os testes Perfil da Fluência de Fala^{3,44} e *Stuttering Severity Instrument – 3*⁴⁵, para confirmação dos critérios de inclusão.

3.4. Procedimentos de adaptação e programação dos dispositivos

A programação dos dispositivos entregues aos participantes do GI foi individualizada e realizada pela pesquisadora conforme especificações do fabricante, sendo testadas todas as possibilidades de alteração dos efeitos DAF e FAF até encontrar a configuração optimal para o participante.

Primeiramente, o dispositivo era adaptado na configuração de DAF com atraso de 60ms e FAF na frequência de +500Hz. Então, a pesquisadora solicitava ao participante que realizasse pequenas tarefas de fala, como a leitura de um texto, e alterava o tempo de atraso do *feedback* auditivo de 60ms para 90ms e depois para 120ms, e o participante indicava qual das três opções de *delay* era mais confortável para a sua fala. O ajuste do FAF foi realizado com o mesmo procedimento: durante as atividades de fala

solicitadas pela pesquisadora, foram testadas as possibilidades de alteração de frequência, iniciando-se pela frequência de +500Hz, passando para a frequência de +1000Hz, e testando-se posteriormente as frequências de -500Hz e -1000Hz. O participante devia indicar qual opção de frequência alterada era mais confortável para a sua fala.

A programação do dispositivo utilizado por todos os participantes do GII não foi individualizada, mantendo os parâmetros de DAF em 60ms e FAF em +500Hz em todas as coletas deste grupo.

Com o dispositivo configurado, era solicitado ao participante que produzisse a vogal /a/ por 5 a 10 segundos para a verificação do volume. O participante era orientado a optar pelo volume que fosse intenso o suficiente para que ele pudesse se ouvir de maneira suave, sem provocar desconforto.

3.5. Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos relatados a seguir foram realizados em uma só sessão com os participantes, com duração de aproximadamente 90 minutos.

Todas as tarefas de fala citadas a seguir foram realizadas duas vezes: na primeira, o participante não estava utilizando o dispositivo *SpeechEasy* e na segunda, estava. A situação sem o dispositivo sempre foi a primeira para evitar o efeito de adaptação ⁴². Em cada uma das duas situações, os participantes realizaram quatro tarefas: fala espontânea, diadococinesia

alternada, diadococinesia sequencial e emissão da frase alvo “Barco na água”. Para a primeira tarefa citada, foi utilizada somente a filmadora digital. As amostras de fala obtidas a partir das últimas três tarefas citadas foram coletadas e analisadas diretamente no *software* PRAAT.

3.5.1. Tarefa de fala espontânea

Conforme metodologia proposta no teste Perfil da Fluência de Fala ³, foram gravadas amostras de 200 sílabas de fala espontânea eliciada por uma figura.

3.5.2. Tarefa de diadococinesia alternada

Foi solicitado ao participante que emitisse, ininterruptamente, a sílaba /pa/, o mais rápido possível sem perder a precisão articulatória, durante 15 segundos, devendo iniciar assim que ouvisse um bip indicando o acionamento do cronômetro. Essa coleta foi realizada três vezes.

3.5.3. Tarefa de diadococinesia sequencial

Foi solicitado ao participante que emitisse, ininterruptamente, a sequência /pataka/ o mais rápido possível, sem perder a precisão

articulatória, durante 15 segundos, devendo iniciar assim que ouvisse um bip indicando o acionamento do cronômetro. Essa coleta foi realizada três vezes.

3.5.4. Tarefa de emissão da frase alvo “Barco na água”

Foi solicitado ao participante que emitisse a frase alvo “Barco na água”, assim que ouvisse um bip indicando o acionamento do cronômetro. Essa coleta também foi realizada três vezes. Para esta tarefa, foram aceitas somente as produções fluentes, livres de rupturas. Dessa forma, em alguns momentos houve a necessidade de repetir a tarefa até a obtenção da emissão fluente.

3.6. Procedimentos de análise das amostras de fala

3.6.1. Tarefa de fala espontânea

A transcrição foi realizada conforme metodologia padronizada descrita no teste ³. Para este estudo, foram consideradas somente as medidas da porcentagem de sílabas gaguejadas na amostra de 200 sílabas e da velocidade de fala neste período, calculada em sílabas expressas por minuto.

3.6.2. Tarefas de diadococinesia alternada e sequencial

A análise de todas as amostras de diadococinesia (tanto alternada quanto sequencial) seguiu a mesma metodologia.

As medidas a seguir foram feitas considerando-se apenas os primeiros oito segundos da segunda coleta (conforme trabalhos anteriores 15,41):

a) Duração das sílabas: foi mensurada (em segundos) do início da plosão da consoante ao final da energia do núcleo da vogal (presença de formantes e sua combinação), conforme figura 1.

Figura 1 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção da duração das sílabas nas tarefas de diadococinesia.

b) Pico de intensidade de cada sílaba: foi identificado visualmente no espectrograma o ponto em que havia a maior intensidade (dB) durante a emissão da sílaba, conforme figura 2.

Figura 2 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do pico de intensidade nas tarefas de diadococinesia.

c) Período médio entre as sílabas: foi mensurado (em segundos) entre o rebordo de sonoridade das sílabas (ou seja, entre o final da sonorização de uma vogal até o mesmo ponto da vogal subsequente). Portanto, cada período inclui a duração da sílaba e o intervalo entre as sílabas, conforme figura 3.

Figura 3 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do período médio entre sílabas nas tarefas de diadococinesia.

Foi realizada ainda a medida da taxa de diadococinesia, em sílabas por segundo, realizando-se a contagem do número do total de sílabas emitidas em cada uma das tarefas de diadococinesia e dividindo-se pelo tempo de emissão.

3.6.3. Tarefa de emissão da frase “Barco na água”:

Para cada amostra de fala da frase, foram realizadas as medidas:

a) Duração do VOT: foi mensurada (em segundos) manualmente, utilizando-se a espectrografia. A medida é obtida do início da vocalização até a plosão da consoante “b”, conforme figura 4.

Figura 4 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do da duração do VOT na tarefa de emissão da frase alvo.

b) Tempo de reação: foi mensurado (em segundos) da emissão do bip (acionamento do cronômetro) até o início da vocalização da consoante “b”, conforme figura 5.

Figura 5 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção do tempo de reação na tarefa de emissão da frase alvo.

c) Duração total da emissão: foi mensurada (em segundos) a duração total da frase “Barco na água” com base na imagem obtida na espectrografia. A medida é obtida no início da vocalização para a produção da consoante “b” até final da energia do núcleo da última vogal “a” da palavra “água”, conforme figura 6.

Figura 6 – Exemplo da mensuração realizada para obtenção da duração total na tarefa de emissão da frase alvo.

d) Análise da frequência fundamental e da intensidade da emissão: foram obtidos a frequência fundamental (em Hz) e a intensidade média (em dB) de cada frase “Barco na água”, sendo estas medidas fornecidas automaticamente pelo programa.

3.7. Análise estatística

Neste estudo, foram realizadas tanto análises intra-grupos, que compararam os mesmos participantes em cada uma das situações estudadas (sem e com a utilização do dispositivo *SpeechEasy*) quanto análises inter-grupos, que compararam os sujeitos do Grupo Pesquisa (GI) aos do Grupo Controle (GII).

Foram realizadas, primeiramente, análises descritivas para os dados quantitativos, sendo obtidas as médias e os respectivos desvios padrão.

Os pressupostos da distribuição normal em cada grupo foram avaliados com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Como algumas das variáveis estudadas apresentaram distribuição normal e outras não, o teste utilizado em todas as análises inferenciais foi o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Em todas as análises inferenciais, o nível de significância adotado foi de 5%.

As análises estatísticas descritivas e inferenciais foram executadas com o software SPSS versão 13 (SPSS 13.0 for Windows).

4. RESULTADOS

Em todos os resultados apresentados a seguir, a situação teste em que o participante fazia uso do dispositivo *SpeechEasy* será referida como “Dispositivo” e a situação em que ele não fazia uso será chamada de “Sem Dispositivo”.

4.1. Dados Inter-grupos

Na observação da primeira tarefa apresentada, a tarefa de fala espontânea (tabela 1), nota-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos em todas as variáveis analisadas ($p=0,000$ para todas).

Tabela 1 – Análise intergrupos na tarefa de fala espontânea.

	Condição	Grupo	Média (DP)	p-valor
% de sílabas gaguejadas	Sem Dispositivo	GI	18,75 (8,59)	0,000*
		GII	0,00 (0,00)	
	Dispositivo	GI	10,15 (7,49)	0,000*
		GII	0,20 (0,25)	
Velocidade de fala (sil/min)	Sem Dispositivo	GI	101,12 (33,56)	0,000*
		GII	227,37 (37,82)	
	Dispositivo	GI	134,69 (35,63)	0,000*
		GII	229,00 (32,55)	

Legenda: DP = desvio padrão

Na tabela 2, estão apresentados os resultados da segunda tarefa estudada. Pode-se notar que houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação à duração das sílabas, tanto na situação Sem Dispositivo ($p=0,002$) quanto na situação Dispositivo (0,023). Para as

variáveis período entre as sílabas e taxa de diadococinesia, houve diferença significativa entre os dois grupos apenas na situação Sem Dispositivo ($p=0,016$ e $p=0,013$, respectivamente). Para a variável pico de intensidade, não houve diferença significativa entre os grupos em nenhuma das situações.

Tabela 2 – Análise intergrupos na tarefa de diadococinesia alternada.

	Condição	Grupo	Média (DP)	p-valor
Duração das sílabas (s)	Sem Dispositivo	GI	0,187 (0,079)	0,002*
		GII	0,108 (0,239)	
	Dispositivo	GI	0,198 (0,093)	0,023*
		GII	0,108 (0,247)	
Pico de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo	GI	77,283 (5,133)	0,940
		GII	77,065 (6,079)	
	Dispositivo	GI	78,427 (4,696)	0,880
		GII	77,438 (6,664)	
Período entre as sílabas (s)	Sem Dispositivo	GI	0,0269 (0,107)	0,016*
		GII	0,188 (0,125)	
	Dispositivo	GI	0,0287 (0,130)	0,096
		GII	0,190 (0,132)	
Taxa (sil/s)	Sem Dispositivo	GI	5,110 (1,607)	0,013*
		GII	6,090 (1,603)	
	Dispositivo	GI	5,156 (1,891)	0,069
		GII	5,897 (1,540)	

Legenda: DP = desvio padrão

Na tabela 3, pode-se observar os resultados da análise intra-grupos na tarefa de diadococinesia sequencial. Nota-se que os resultados são semelhantes aos obtidos na diadococinesia alternada: novamente, houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação à duração das sílabas, tanto na situação Sem Dispositivo ($p=0,003$) quanto na situação Dispositivo ($p=0,010$). Para a variável taxa de diadococinesia, houve diferença significativa entre os dois grupos apenas na situação Sem Dispositivo ($p=0,034$). Para a variável pico de intensidade, não houve diferença significativa entre os grupos em nenhuma das situações. A única

diferença observada entre os resultados intra-grupos da diadococinesia alternada, com relação à sequencial, encontra-se no período entre as sílabas. Pode-se ainda verificar a partir da tabela 3 que não houve diferença significativa entre os grupos em nenhuma das situações.

Tabela 3 – Análise intergrupos na tarefa de diadococinesia sequencial.

	Condição	Grupo	Média (DP)	p-valor
Duração das sílabas (s)	Sem Dispositivo	GI	0,132 (0,056)	0,003*
		GII	0,085 (0,039)	
	Dispositivo	GI	0,137 (0,063)	0,010*
		GII	0,087 (0,031)	
Pico de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo	GI	74,380 (5,228)	0,650
		GII	75,851 (7,001)	
	Dispositivo	GI	76,324 (5,495)	0,496
		GII	77,842 (5,120)	
Período entre as sílabas (s)	Sem Dispositivo	GI	0,202 (0,084)	0,070
		GII	0,176 (0,135)	
	Dispositivo	GI	0,200 (0,090)	0,058
		GII	0,163 (0,136)	
Taxa (sil/s)	Sem Dispositivo	GI	5,110 (1,607)	0,034*
		GII	6,216 (1,544)	
	Dispositivo	GI	5,156 (1,891)	0,081
		GII	6,183 (1,613)	

Legenda: DP = desvio padrão

A última tabela apresentada neste item, a tabela 4, apresenta os resultados da análise intra-grupos na tarefa de emissão da frase alvo “Barco na água”. Nesta tarefa, nota-se que houve diferença significativa entre os grupos apenas na duração do VOT em Dispositivo ($p=0,021$).

Tabela 4 – Análise intergrupos na tarefa de repetição da frase “barco na água”.

	Condição	Grupo	Média (DP)	p-valor
Tempo de reação (s)	Sem Dispositivo	GI	0,925 (0,915)	0,082
		GII	0,441 (0,251)	
	Dispositivo	GI	0,753 (0,405)	0,226
		GII	0,480 (0,210)	
Duração total (s)	Sem Dispositivo	GI	0,984 (0,230)	0,199
		GII	0,863 (0,155)	
	Dispositivo	GI	0,982 (0,232)	0,762
		GII	0,886 (0,169)	
Duração do VOT(s)	Sem Dispositivo	GI	0,105 (0,053)	0,140
		GII	0,074 (0,019)	
	Dispositivo	GI	0,110 (0,054)	0,021*
		GII	0,065 (0,019)	
Média de F0 (Hz)	Sem Dispositivo	GI	126,836 (35,435)	0,650
		GII	127,493 (26,846)	
	Dispositivo	GI	127,584 (33,451)	0,821
		GII	125,372 (28,343)	
Média de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo	GI	74,875 (4,177)	0,082
		GII	71,284 (4,417)	
	Dispositivo	GI	74,039 (5,831)	0,545
		GII	72,618 (4,316)	

Legenda: DP = desvio padrão

4.1. Dados Intra-grupos

Abaixo estão apresentados os resultados das análises descritiva e inferencial intra-grupos, comparando-se as duas condições (Sem Dispositivo vs. Dispositivo) em cada um dos grupos pesquisados.

Na tabela 5 são apresentados os resultados das análises do GI (Grupo Pesquisa), em todas as tarefas e em ambas as condições de teste. Na observação da primeira tarefa apresentada (tarefa de fala espontânea), nota-se que quanto à porcentagem de sílabas gaguejadas, houve redução de mais de 45% na média da frequência de rupturas gags na situação Dispositivo em relação à Sem Dispositivo, uma diferença significativa

estatisticamente ($p=0,014$). Com relação à velocidade de fala, houve aumento significativo ($p=0,005$) do valor de sílabas por minuto na situação Dispositivo. Quanto às tarefas de diadococinesia alternada e de diadococinesia sequencial, apenas o valor do pico de intensidade teve aumento estatisticamente significativo na situação Dispositivo ($p=0,037$ para a alternada e $p=0,013$ para a sequencial). Com relação à tarefa de repetição da frase “Barco na água”, nenhuma das variáveis analisadas apresentou alteração significativa entre as duas condições para o GI.

Tabela 5 – Análise do GI (Grupo Pesquisa), em cada uma das tarefas e em ambas as condições de teste.

Tarefa		Condição	Média (DP)	p-valor
Fala espontânea (monólogo)	% de sílabas gaguejadas	Sem Dispositivo	18,75 (8,59)	<i>0,014*</i>
		Dispositivo	10,15 (7,49)	
	Velocidade de fala (sil/min)	Sem Dispositivo	101,12 (33,56)	<i>0,005*</i>
		Dispositivo	134,69 (35,63)	
Diadococinesia alternada	Duração das sílabas (s)	Sem Dispositivo	0,187 (0,079)	0,759
		Dispositivo	0,198 (0,093)	
	Pico de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo	77,283 (5,133)	<i>0,037*</i>
		Dispositivo	78,427 (4,696)	
	Período entre as sílabas (s)	Sem Dispositivo	0,0269 (0,107)	0,799
		Dispositivo	0,0287 (0,130)	
	Taxa (sil/s)	Sem Dispositivo	4,215 (1,428)	0,507
		Dispositivo	4,34 (1,920)	
Diadococinesia sequencial	Duração das sílabas (s)	Sem Dispositivo	0,132 (0,056)	0,859
		Dispositivo	0,137 (0,063)	
	Pico de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo	74,380 (5,228)	<i>0,013*</i>
		Dispositivo	76,324 (5,495)	
	Período entre as sílabas (s)	Sem Dispositivo	0,202 (0,084)	0,126
		Dispositivo	0,200 (0,090)	
	Taxa (sil/s)	Sem Dispositivo	5,110 (1,607)	0,859
		Dispositivo	5,156 (1,891)	
Frase “Barco na água”	Tempo de reação (s)	Sem Dispositivo	0,925 (0,915)	0,721
		Dispositivo	0,753 (0,405)	
	Duração total (s)	Sem Dispositivo	0,984 (0,230)	0,878
		Dispositivo	0,982 (0,232)	
	Duração do VOT (s)	Sem Dispositivo	0,105 (0,053)	0,646
		Dispositivo	0,110 (0,054)	
	Média de F0 (Hz)	Sem Dispositivo	126,836 (35,435)	0,445
		Dispositivo	127,584 (33,451)	
	Média da Intensidade (dB)	Sem Dispositivo	74,875 (4,177)	0,575
		Dispositivo	74,039 (5,831)	

Legenda: DP = desvio padrão

A tabela 6 apresenta a análise do GII (Grupo Controle), em cada uma das tarefas e em ambas as condições de teste. Com relação à primeira tarefa apresentada (tarefa de fala espontânea), nota-se aumento significativo na frequência de rupturas gagas na situação Dispositivo ($p=0,046$). Não houve alteração significativa da velocidade de fala na comparação entre condições.

Tabela 6 – Análise do GII (Grupo Controle), em cada uma das tarefas e em ambas as condições de teste.

Tarefa	Condição	Média (DP)	p-valor
Fala espontânea (monólogo)	% de sílabas gaguejadas	Sem Dispositivo Dispositivo	0,00 (0,00) 0,20 (0,25)
			0,046*
	Velocidade de fala (sil/min)	Sem Dispositivo Dispositivo	227,37 (37,82) 229,00 (32,55)
			0,767
Diadococinesia alternada	Duração das sílabas (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,108 (0,239) 0,108 (0,247)
			0,721
	Pico de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo Dispositivo	77,065 (6,079) 77,438 (6,664)
			0,646
Diadococinesia sequencial	Período entre as sílabas (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,188 (0,125) 0,190 (0,132)
			0,959
	Taxa (sil/s)	Sem Dispositivo Dispositivo	6,090 (1,603) 5,897 (1,540)
			0,176
Diadococinesia sequencial	Duração das sílabas (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,085 (0,039) 0,087 (0,031)
			0,646
	Pico de Intensidade (dB)	Sem Dispositivo Dispositivo	75,851 (7,001) 77,842 (5,120)
			0,445
Frase “Barco na água”	Período entre as sílabas (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,176 (0,135) 0,163 (0,136)
			0,019*
	Taxa (sil/)	Sem Dispositivo Dispositivo	6,216 (1,544) 6,183 (1,613)
			0,683
Frase “Barco na água”	Tempo de reação (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,441 (0,251) 0,480 (0,210)
			0,169
	Duração total (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,863 (0,155) 0,886 (0,169)
			0,799
	Duração do VOT (s)	Sem Dispositivo Dispositivo	0,074 (0,019) 0,065 (0,019)
			0,646
Frase “Barco na água”	Média de F0 (Hz)	Sem Dispositivo Dispositivo	127,493 (26,846) 125,372 (28,343)
			0,169
Frase “Barco na água”	Média da Intensidade (dB)	Sem Dispositivo Dispositivo	71,284 (4,417) 72,618 (4,316)
			0,285

Legenda: DP = desvio padrão

Ainda na observação da tabela 6, em relação às tarefas de diadococinesia alternada, nenhuma das variáveis estudadas apresentou diferença significativa entre as duas condições estudadas. Na tarefa de diadococinesia sequencial, apenas o valor do pico de intensidade teve aumento estatisticamente significativo na situação Dispositivo ($p=0,019$). Quanto à tarefa de repetição da frase “Barco na água”, nenhuma das variáveis analisadas acusticamente teve alteração significativa entre as duas condições para o GII.

5. DISCUSSÃO

5.1. Comparação entre grupos

Alguns dos resultados previamente apresentados levam a constatações interessantes. Serão discutidos primeiramente os resultados inter-grupos, ou seja, a comparação entre o GI, indivíduos com gagueira, e o GII, indivíduos fluentes.

Neste estudo, a única diferença entre grupos que se mostrou consistentemente significativa nas tarefas de diadococinesia diz respeito à duração das sílabas. Esse dado não era esperado, mas parece indicar que indivíduos com gagueira apresentam um *déficit* na prontidão motora, de forma que não atingem a mesma velocidade do que os fluentes ao cessar a ativação de um determinado impulso motor e substituí-lo pelo seu oposto, o que já havia sido citado em outros estudos⁴⁷⁻⁴⁹.

Para este estudo, entretanto, a duração maior das sílabas encontrada não resultou em diferenças na taxa de diadococinesia (em sílabas por segundo) entre os grupos. Na realidade, houve pouca diferença na *performance* nas provas de diadococinesia entre os dois grupos. Como já foi explanado na introdução, indivíduos com gagueira possuem um *déficit* na aquisição de mapas internos de sequências neuromotoras, o que prejudica as estratégias de controle motor da fala e gera as rupturas de fala

encontradas. Essas dificuldades são evidentes nas tarefas de fala espontânea, que envolvem uma intrincada coordenação de múltiplos sistemas, tanto motores quanto cognitivo-linguísticos. A tarefa de diadococinesia, por se tratar de uma tarefa motora automática, utiliza formas muito menos complexas de monitoramento; portanto, o *déficit* no controle motor da fala afeta pouco essas tarefas e permite um desempenho semelhante ao dos indivíduos fluentes^{5-6,15,47}.

Da mesma forma, na tarefa de emissão da frase alvo “Barco na água”, não houve diferença significativa entre os grupos em nenhum dos aspectos estudados. Este dado suporta a hipótese supracitada de que a complexidade linguística é um fator que contribui para as dificuldades no controle motor da fala; portanto, a repetição fluente de uma frase simples dos indivíduos com gagueira não difere da dos indivíduos sem a patologia^{47,50}.

5.2. Efeitos do *SpeechEasy* na fala dos participantes

Serão agora discutidos os resultados intra-grupos, ou seja, os resultados encontrados entre cada uma das condições de teste (Dispositivo e Sem Dispositivo) dentro de cada grupo.

Neste estudo, em conformidade com o que encontramos na literatura^{1,28-32}, o uso do dispositivo de AFA resultou em melhora da gagueira durante a fala espontânea, o que se pode notar pela redução

estatisticamente significativa na porcentagem de sílabas gaguejadas na situação Dispositivo em relação à Sem Dispositivo para o GI.

O GII também apresentou resultados na tarefa de fala espontânea já previstos na literatura ⁵¹⁻⁵². Foi observado por outros pesquisadores que a utilização de dispositivos de AFA também leva falantes fluentes a adotarem estratégias de controle motor baseadas principalmente no *feedback* auditivo, da mesma forma que falantes com gagueira; isso, porém resulta em interferência em um sistema de monitoramento de fala já eficaz. Com isso, o efeito é o inverso do encontrado em indivíduos com gagueira: há aumento na frequência de rupturas gagas.

Ainda com relação à fala espontânea, o dado de que houve aumento significativo do valor de sílabas por minuto na situação Dispositivo no GI concorda com alguns estudos ⁵³⁻⁵⁵, e discorda de outros ⁵⁶, que atribuem a melhora da gagueira com a utilização de AFA à redução da velocidade de fala. No atual estudo, fica claro que o uso do dispositivo não levou a uma diminuição da velocidade de fala. Entretanto, o fato de que houve aumento neste valor provavelmente deu-se porque o tempo gasto em episódios de disfluência não é retirado para o cálculo da velocidade de fala; portanto, com a redução significativa da frequência de rupturas, acontece, conseqüentemente, um aumento da velocidade de fala. Estes resultados sugerem que o *SpeechEasy* não teve efeito sobre a velocidade de fala.

Com relação às outras tarefas analisadas (tarefa de diadococinesia alternada, sequencial e emissão da frase alvo), este estudo encontrou grande variabilidade individual no desempenho, tanto para o GI quanto para o GII. Os resultados intra-grupos, tanto em GI quanto em GII, mostram que não houve diferença significativa estatisticamente entre as duas condições estudadas, para praticamente nenhuma das variáveis analisadas.

Esta ausência de diferenças na análise acústica sugere que mudanças globais nas características supralinguísticas da fala (como alteração na frequência fundamental, por exemplo), que já foram apontadas como facilitadoras da fluência⁵⁷⁻⁵⁸, não são fatores importantes por trás do efeito de promoção da fluência do *SpeechEasy*⁵³.

Este resultado implica que a melhora na fluência observada com o uso do dispositivo de AFA parece não interferir na naturalidade de fala, conforme observado em outros estudos^{35,59}.

O aumento significativo no pico de intensidade em ambas as tarefas de diadococinesia analisadas provavelmente dá-se pelo fato de que o *SpeechEasy* fornece ganhos de até 25 dB. Isso pode interferir na intensidade da voz do falante, o chamado Efeito Lombard⁶⁰. Trata-se de uma resposta vocal involuntária (aumento na amplitude vocal) na presença de ruído de fundo. O ganho fornecido pelo aparelho não chega a incomodar o usuário, apesar de já ter sido sugerido na literatura a necessidade de exames audiológicos regulares em usuários do dispositivo⁶¹.

6. CONCLUSÕES

Com relação à comparação entre grupos, dentre as tarefas analisadas por este estudo, somente na de fala espontânea houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo com gagueira e o grupo sem gagueira. No restante das tarefas, houve pouca diferença no desempenho entre os dois grupos. Estes resultados concordam com outros estudos desta natureza encontrados na literatura.

Com relação à comparação do desempenho entre as duas condições de teste dentro de cada um dos grupos, novamente foram observadas diferenças significativas somente na tarefa de fala espontânea. Nesta tarefa, o uso do dispositivo de AFA resultou em melhora da gagueira, medida pela porcentagem de sílabas gaguejadas, para o grupo com gagueira, conforme trabalhos anteriores. Para o grupo de fluentes, novamente concordando com a literatura, houve aumento na frequência de rupturas gagas com o uso do dispositivo.

Com relação à naturalidade da fala de usuários de dispositivos de AFA, a conclusão deste estudo é a de que a ausência de diferenças nos aspectos estudados por meio de análise acústica sugere que o dispositivo não produziu o efeito de mudanças globais nas características da fala. Portanto, neste estudo, o uso do dispositivo *SpeechEasy* reduziu o número de eventos de gagueira e parece não interferir na naturalidade de fala,

segundo as variáveis analisadas, o que também concorda com estudos anteriores.

É importante ressaltar que os resultados apresentados se baseiam apenas no efeito imediato do dispositivo, em situação pontual, e que os participantes não tinham tido contato ou treinamento anterior com o aparelho. Isso reforça a necessidade da realização de novos estudos controlados que avaliem o impacto do uso dos dispositivos de AFA na fala de indivíduos com gagueira em longo prazo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade CRF de, Juste FS. **Análise sistemática da efetividade do uso da alteração de feedback auditivo para a redução da gagueira.** J Soc Bras Fonoaudiol. 2011; 23(2): pp. 187-91.
2. Oliveira BV de et al. **Gagueira desenvolvimental persistente familiar: perspectivas genéticas.** Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2012; 17(4): pp. 489-94.
3. Andrade CRF de. **Fluência (Parte C).** In: Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF (orgs). ABFW - teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática. Barueri: Pró-Fono, 2004; pp.51-81.
4. Andrade CRF de. **Abordagem neurolinguística e motora da gagueira.** In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO (orgs). Tratado de Fonoaudiologia. São Paulo: Ed. Roca, 2004; pp.1001-26.
5. Max L et al. **Unstable or Insufficiently Activated Internal Models and Feedback-Biased Motor Control as Sources of Dysfluency: A Theoretical Model of Stuttering.** Contemp Issues Commun Sci Disord, 2004; 31: pp. 105–22.
6. McClean MD, Runyan CM. **Variations in the relative speeds of orofacial structures with stuttering severity.** J Speech Lang Hear Res, 2000; 43(6): pp.1524-31.
7. Guenther FH, Hampson M, Johnson D. **A Theoretical Investigation of Reference Frames for the Planning of Speech Movements.** Boston U Psychol Rev, 1998; 105(4): pp. 611-33.
8. Guenther FH, Vladusich T. **A neural theory of speech acquisition and production.** J Neurolinguist, 2012; 25: pp. 408–22.
9. Neilson MD, Neilson PD. **Speech motor control and stuttering: a computational model of adaptative sensory-motor processing.** Speech Commun, 1987; 6: pp. 149-56.
10. Neilson MD, Neilson PD. **Adaptive model theory of speech motor control and stuttering.** In: Peters HFM, Hulstijn W, Starweather CW (eds). Speech motor control and stuttering. Amsterdam: Elsevier, 1991; pp. 149-56.
11. Max L. **Stuttering and internal models for sensorimotor control: a theoretical perspective to generate testable hypotheses.** In: Maassen B, Kent R, Peters H, van Lieshout P, Hulstijn W (eds). Speech motor control in normal and disordered speech. Oxford: Oxford University Press, 2004, pp. 357-85.
12. Padovani M, Gielow I, Behlau M. **Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals.** Arq Neuropsiquiatr, 2009; 67(1): pp. 58-61.

13. Walsh B, Smith A. **Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes.** J Speech Lang Hear Res, 2002; 45 (6): pp. 1119–33.
14. Smith A, Kleinow J. **Kinematic correlates of speaking rate changes in stuttering and normally fluent adults.** J Speech Lang Hear Res, 2000; 43 (2): pp. 521–36.
15. Juste FS et al. **Acoustic analyses of diadochokinesis in fluent and stuttering children.** Clinics, 2012; 67: pp. 409-14.
16. Hennessey NW, Nangb CY, Beilby JM. **Speeded verbal responding in adults who stutter: Are there deficits in linguistic encoding?** J Fluency Disord, 2008; 33: pp. 180–202.
17. Sasisekaran J. **Nonword repetition and nonword reading abilities in adults who do and do not stutter.** J Fluency Disord, 2013; 38(3): pp. 275–89.
18. Smith A, Kleinow J. **Kinematic correlates of speaking rate changes in stuttering and normally fluent adults.** J Speech Lang Hear Res, 2000; 43(2): pp. 521-36.
19. Cream A et al. **Self-modelling as a relapse intervention following speech-restructuring treatment for stuttering.** Internat J Lang Comm Disord, 2009; 44: pp. 587-99.
20. Finn P. **Evidence-based treatment of stuttering: II. Clinical significance of behavioural stuttering treatments.** J Fluency Disord, 2003; 28: pp. 209-18.
21. Herder C et al. **Effectiveness of behavioral stuttering treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis.** Contemp Iss Comm Science Disord, 2006; 33: pp. 61–73.
22. Braun AR et al. **Altered patterns of cerebral activity during speech and language production in developmental stuttering: An H₂⁽¹⁵⁾O positron emission tomography study.** Brain, 1997; 120: pp. 761-84.
23. De Nil LF et al. **A positron emission tomography study of silent and oral single word reading in stuttering and nonstuttering adults.** J Speech Lang Hear Res, 2000; 43: pp.1038-53.
24. De Nil LF, Kroll RM, Houle S. **Functional neuroimaging of cerebellar activation during single word reading and verb generation in stuttering and nonstuttering adults.** Neurosc Lett, 2001; 302: pp. 77-80.
25. Kalinowski J, Saltuklaroglu T. **Choral speech: the amelioration of stuttering via imitation and the mirror neuronal system.** Neurosc Biobehav Rev, 2003; 27: pp. 339–47.
26. Kalinowski J et al. **Gestural recovery and the role of forward and reversed syllabic repetitions as stuttering inhibitors in adults.** Neurosc Lett, 2004; 363: pp. 144-49.
27. Stuart A et al. **Investigations of the impact of altered auditory feedback in-the-ear devices on the speech of people who stutter: one-year follow-up.** Disabil Rehabil, 2006; 28: pp. 757-65.

28. Lincoln M, Packman A & Onslow M. **Altered auditory feedback and the treatment of stuttering: A review.** J Fluency Disord, 2006; 31: pp. 71–89.
29. Antipova EA et al. **Effects of altered auditory feedback (AAF) on stuttering frequency during monologue speech production.** J Fluency Disord, 2008; 33: 274–90.
30. Armson J et al. **The effect of SpeechEasy on stuttering frequency in laboratory conditions.** J Fluency Disord, 2006; 31: pp. 137–52.
31. Gallopa RF, Runyanb CM. **Long-term effectiveness of the SpeechEasy fluency-enhancement device.** J Fluency Disord, 2012; 37: pp. 334–43.
32. Guntupalli VK et al. **The effects of temporal modification of second speech signals on stuttering inhibition at two speech rates in adults.** Neurosc Lett, 2005; 385: 7–12.
33. Stuart A, Kalinowski J. **The perception of speech naturalness of pos-therapeutic and altered auditory feedback speech of adults with mild and severe stuttering.** Folia Phoniatr Logo, 2004; 56: pp. 347-57.
34. Van Borsel J et al. **Delayed auditory feedback in treatment of stuttering: clients as consumers.** Intern J Comm Disord, 2003; 38: pp.119-29.
35. Armson J, Kieffe M. **The effect of SpeechEasy on stuttering frequency, speech rate, and speech naturalness.** J Fluency Disord, 2008; 33: pp. 120–34.
36. Schiavetti N, Metz DE. **Stuttering and the measurement of speech naturalness.** In: Curlee RF & Siegel GM (eds.) Nature and treatment of stuttering: New directions. Boston: Allyn & Bacon, 398–412, 1997.
37. Martin RR et al. **Stuttering and speech naturalness.** J Speech Hear Res, 1984; 49: pp. 53–58.
38. St. Louis K. **Investigations of speech naturalness ratings.** In: Starkweather WC & Peters HFM (eds.) Stuttering: Proceedings of the first world congress on fluency disorders Munich, Germany: The International Fluency Association, 453–456, 1995.
39. Franken M et al. **Perceptual rating instrument for speech evaluation of stuttering treatment.** J Speech Lang Hear Res, 1995; 38: pp. 280–88.
40. Behlau M et al. **Avaliação de voz.** In: Behlau M (Org). Voz – O livro do especialista, vol. 1, Revinter, 2005.
41. Sassi FC, Andrade CRF. **Acoustic analyses of speech naturalness: a comparison between two therapeutic approaches.** Pró-Fono, 2004; 16: pp. 31-8.
42. Prins D, Hubbard CP. **Acoustical durations of speech segments during stuttering adaptation.** J Speech Lang Hear Res, 1990; 33: pp. 494-504.
43. Brosch S et al. **Prognostic indicators for stuttering: the value of computer-based speech analysis.** Brain and Language 82: 75–86, 2002.

44. Andrade CRF. **Perfil da Fluência de Fala:** Parâmetro comparativo diferenciado por idade para crianças, adolescentes, adultos e idosos (CD-ROM). Barueri: Pró Fono, 2006.
45. Riley GD. **A stuttering severity instrument for children and adults.** Austin. Pro-Ed. 1994.
46. Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF (orgs). **ABFW - Teste de Linguagem Infantil nas Áreas de Fonologia, Vocabulário, Fluência e Pragmática.** Barueri: Pró-Fono, 2004.
47. Bauerly KR e De Nil LF. **Speech sequence skill learning in adults who stutter.** J Fluency Disord, 2011; 36: pp. 349–60.
48. Andrade CRF et al. **Atividades de fala e não-fala em gagueira:** estudo preliminar. Pró-Fono, 2008; 20(1): pp. 67-70.
49. De Nil LF, Abbs JH. **Kinaesthetic acuity of stutterers and non-stutterers for oral and non-oral movements.** Brain, 1991; 114: pp. 145-58.
50. Kleinow J, Smith A. **Influences of length and syntactic complexity on the speech motor stability of the fluent speech of adults who stutter.** J Speech Lang Hear Res, 2000; 43(2): pp. 548-59.
51. Corey DM, Cuddapah VA. **Delayed auditory feedback effects during reading and conversation tasks:** Gender differences in fluent adults. J Fluency Disord, 2008; 33: pp. 291–305.
52. Chon H et al. **Individual variability in delayed auditory feedback effects on speech fluency and rate in normally fluent adults.** J Speech Lang Hear Res, 2013; 56(2): pp. 489-504.
53. Natke U, Grosser J, Kalveram KT. **Fluency, fundamental frequency, and speech rate under frequency-shifted auditory feedback in stuttering and nonstuttering persons.** J Fluency Disord, 2001; 26(3): pp. 227–41.
54. Kalinowski J et al. **Effects of alterations in auditory feedback and speech rate on stuttering frequency.** Lang Speech, 1993; 36(9): pp. 1-16.
55. Kalinowski J, Stuart A. **Stuttering amelioration at various auditory feedback delays and speech rates.** Eur J Comm Disord, 1996; 31: pp. 259-69.
56. Howell P, Sackin S. **Speech rate modification and its effects on fluency reversal in fluent speakers and people who stutter.** J Dev Phys Disabil, 2000; 12: 291-315.
57. Ramig P, Adams MR. **Rate reduction strategies used by stutterers and nonstutterers during high- and low-pitched speech.** J Fluency Disord, 1980; 5: pp. 27–41.
58. Ramig P, Adams MR. **Vocal changes in stutterers and nonstutterers during high- and low-pitched speech.** J Fluency Disord, 1981; 6: pp. 15–33.

59. Stuart A, Kalinowski J. **The perception of speech naturalness of pos-therapeutic and altered auditory feedback speech of adults with mild and severe stuttering.** Folia Phoniatr Logo, 2004; 56: pp. 347-57.
60. Zollinger SA, Brumm H. **The Lombard effect.** Curr Biol, 2011; 21(16): pp. 614-15.
61. Stuart A et al. **Real-ear output measures of ear level fluency devices.** Int J Audiol, 2013; 52: pp. 413–18.