



Universidade de Brasília  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

**Wesley Medeiros**

**Investigação do efeito terapêutico da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) bi-hemisférica no tratamento da gagueira.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília como requisito parcial obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde na área de Neurociências.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Viegas Caixeta

Brasília

2021

**Wesley Medeiros**

**Investigação do efeito terapêutico da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) bi-hemisférica no tratamento da gagueira.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília como requisito parcial obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde na área de Neurociências.

Aprovada em 24 de março de 2021

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Fábio Viegas Caixeta (Presidente)  
Universidade de Brasília (UnB)

Prof. Dr. Rinaldo André Mezzaranne  
Universidade de Brasília (UnB)

Profa. Dra. Letícia Corrêa Celeste  
Universidade de Brasília (UnB)

Dr. Marcel Simis (Suplente)  
Universidade de São Paulo (USP)

## Agradecimentos

Agradeço a minha família: Francisco, Silvânia e Ana Beatriz, por estarem sempre do meu lado. São e serão sempre minha base, meu ponto de partida e apoio inabalável.

Agradeço a Tamiris, por todo o seu apoio e companheirismo. Esse projeto não existiria sem você. Muito obrigado por sua parceria e pela sua luz, e por acreditar em mim tão profundamente.

Muito obrigado a todos os meus amigos. Não falarei todos os nomes porque vocês são muitos, mas sabem quem são. Acompanharam essa jornada maluca, desde o menino assustado com a universidade até o homem assustado tentando fazer ciência. Cada risada e cada ombro foram essenciais nessa jornada, e eu sou imensamente grato a cada um de vocês.

Muito obrigado a prof<sup>a</sup> Laura e a Msc. Milena, que assumiram a missão de orientar biólogos no mundo da Fonoaudiologia com toda a paciência que lhes são características.

Obrigado a todos os mentores e colegas do Laboratório de Neurociência e Comportamento. Não há lugar melhor para aprender o que é ciência e como fazê-la. Em especial agradeço ao prof. Fabio e ao prof. Rafael pela confiança no meu potencial como cientista e me guiarem nesse caminho.

Agradeço à Universidade de Brasília, por ter sido minha casa por quase sete anos. Foi aí que cresci muito como pessoa e como profissional, e é honestamente um dos melhores lugares do mundo para mim. Que continue sendo casa para todos aqueles que assim desejarem, mesmo que nem todos no poder e na sociedade compreendam sua função essencial para Brasília e o Brasil.

Por último, agradeço a todos os participantes que se dispuseram a participar da pesquisa. Cresci um pouco conhecendo cada um de vocês, com suas histórias e desafios, e vejo o mundo diferente por isso.

*A verdade não se importa com nossas necessidades ou desejos. Não se importa com nossos governos, nossas ideologias, nossas religiões. Ela ficará a espera, pelo resto dos dias. (...) Antes, eu temeria o custo da verdade, mas agora somente pergunto: qual é o custo das mentiras?*

Craig Mazin (Em: Chernobyl - HBO)

## **RESUMO**

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) é uma técnica de neuromodulação não invasiva com resultados consistentes na reabilitação do movimento. A gagueira, ou disfemia, é um transtorno de origem desconhecida, definido por seus sintomas: repetição de sons e sílabas, prolongamento de sons e bloqueios na fala, possivelmente causados por um distúrbio na implementação do plano motor. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da ETCC bi-hemisférica na melhora da fluência de pessoas que gaguejam. Oito participantes foram aleatoriamente alocados em grupo de estimulação real ou fictícia. O experimento consistiu de nove dias no total, divididos em avaliações preliminares, intervenção e reavaliações. Buscamos avaliar a gravidade da gagueira após o exercícios de fluência, comparando o grupo que recebeu o estímulo ativo de ETCC com o grupo não estimulado em uma e seis semanas após intervenção. A estimulação real pareada aos exercícios reduziu significativamente a média de escores no SSI-IV e a média de sílabas disfluentes na primeira reavaliação somente. Foi identificado também efeito sobre o tempo de disfluência na atividade de leitura na segunda reavaliação somente, com média menor para o grupo estimulação real. Não foram observados efeitos psicossociais. O trabalho fornece evidências que permitem inferir sobre o efeito de inibição inter-hemisférica como mecanismo relevante para a gagueira. Além disso, dá suporte ao uso de neuroestimulação não-invasiva no tratamento da gagueira no Brasil, assim como do uso da montagem bi-hemisférica.

Palavras-chave: neuromodulação; gagueira; fonoterapia .

## **ABSTRACT**

Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) is a non-invasive neuromodulation technique successfully used in motor rehabilitation. Stuttering or stammering is a disorder of unknown origin, defined by its symptoms: repetition of sounds or syllables, sound elongation and blockages in speech. Those are possibly due to problems in motor plan execution. This work intended to examine the effect of bi-hemispheric tDCS in improving the fluency of people who stutter (PWS). Eight participants were randomly designed to real or sham stimulation groups. The experiment consisted of nine days in total, divided in preliminary interviews, intervention period and reevaluation interviews. We intended to measure stuttering severity after fluency exercises, comparing the active tDCS group with the sham group at one and six weeks after intervention. Real stimulation together with speech exercises reduced mean scores significantly for SSI-IV in the first follow-up. Besides, it reduced the mean percentage of disfluent syllables in the first follow-up. Real stimulation also had significantly smaller means of disfluency time for reading in the second follow-up. We could not find psychosocial effects. These results indicate that inter-hemispheric inhibition maybe a relevant mechanism in stuttering. Furthermore, it corroborates to the use of non-invasive neurostimulation for stuttering treatment in Brazil, as well as for the use of the bi-hemispheric setup.

Key words: neuromodulation; speech fluency; speech therapy.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1.</b> Modelo de Geshwind-Wernicke. Reproduzido, com permissão, de Weiller, 2011. -----	13
<b>Figura 2.</b> O Modelo em Duas Vias de Processamento da Fala. Reproduzido, com permissão, de Hickok e Poeppel, 2007 -----	14
<b>Figura 3.</b> Descrição do curso temporal de ativação cerebral na fala. Reproduzido, com permissão, de Friederici, 2002 -----	16
<b>Figura 4.</b> Ilustração baseada em Gazzaniga, 2013 retratando áreas corticais comumente envolvidas na fala. Reproduzido, com permissão, de NeuroMov. -----	18
<b>Figura 5.</b> Fluxograma demonstrando o fluxo desde a escolha de um conceito a ser expresso até o seu output motor por meio do trato vocal. Reproduzido, com permissão, de Hickok, 2012. -----	19
<b>Figura 6.</b> Exemplo de estimulação bi-hemisférica e as áreas cerebrais envolvidas. -----	26
<b>Figura 7.</b> Imagem ilustrando o aparelho de ETCC, os eletrodos inseridos na esponja (em azul) e conectados, além da faixa elástica usada para manter os eletrodos na posição desejada. -----	36
<b>Figura 8.</b> Posicionamento dos eletrodos para estimulação elétrica. Visão frontal (à esquerda) e destaque do ânodo sobre FC5. -----	37
<b>Figura 9.</b> Esquema ilustrando a sequência dos encontros, o momento em que ocorreram e os dados coletados ao longo do experimento. -----	39
<b>Figura 10.</b> Esquema demonstrando o progresso de atividades ao longo de qualquer dos cinco encontros de intervenção. -----	41
<b>Figura 11.</b> Gráficos de descrição demográfica das 29 pessoas que fizeram a primeira entrevista. ---	43
<b>Figura 12.</b> Variação de escores no questionário SSI-IV nos dois momentos de reavaliação, para os dois grupos de estimulação. (n=8) -----	48
<b>Figura 13.</b> Variação do número médio de sílabas disfluentes nos dois momentos de reavaliação, para os dois grupos de estimulação. (n=8) -----	49
<b>Figura 14.</b> Variação do tempo de disfluência médio nos dois momentos de reavaliação para cada grupo experimental. (n=8) -----	50
<b>Figura 15.</b> Variação na quantidade de sílabas disfluentes para tarefas de leitura e conversação, nos dois momentos de reavaliação. -----	50
<b>Figura 16.</b> Variação do tempo de disfluência nas atividades de leitura e conversação para cada grupo experimental nas duas reavaliações. (n=8) -----	51
<b>Figura 17.</b> Variação de escores do questionário BAI, à esquerda, e do questionário OASES a direita para os dois grupos experimentais na segunda reavaliação. (n=8) -----	52
<b>Tabela 1</b> - Dados dos participantes do experimento piloto (n = 2). Valores numéricos expressos como variação entre a segunda reavaliação e a primeira entrevista. -----	45
<b>Tabela 2</b> – Dados demográficos dos participantes do experimento principal. -----	47

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS (em ordem alfabética)**

%SD – porcentagem de sílabas disfluentes

BA 44 e 45 – áreas de Brodmann 44 e 45

BAI - Inventário de Ansiedade de Beck

cm - centímetro

DLPFC – córtex pré-frontal dorsolateral

EEG – eletroencefalografia

ERPs – potenciais relacionados a evento

ETCC – estimulação transcraniana por corrente contínua

fMRI – Imagem por ressonância magnética funcional

GABA - ácido  $\gamma$ -aminobutírico

IFG – giro frontal inferior

IIH – inibição interhemisférica

mA – miliampere

ms - milissegundo

NMDA - N-metil-D-aspartato

OASES - Avaliação global da experiência do falante em gaguejar

OMS – Organização Mundial da Saúde

SNC – sistema nervoso central

SSI-IV - Índice de Severidade de Gagueira – IV

STG – giro temporal superior

tDCS – transcranial direct current stimulation

TMS – estimulação magnética transcraniana

V – volt



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Estudos neurofisiológicos iniciais sobre a linguagem .....	10
1.2 O modelo em duas vias de processamento da fala .....	13
1.3 O processamento cortical na produção da fala .....	17
1.4 A gagueira .....	19
1.5 Breve histórico da pesquisa sobre a gagueira e suas possíveis causas biológicas .....	22
1.6 A técnica de estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) -	26
1.7 A ETCC e a fala .....	30
2 OBJETIVOS .....	33
2.1 Objetivo geral .....	33
2.2 Objetivos específicos .....	33
3 MÉTODOS .....	35
3.1 Aspectos Éticos .....	35
3.2 Participantes .....	35
3.3 Instrumentos .....	36
3.4 Procedimentos .....	40
3.5 Estudo Piloto .....	42
3.6 Análise Estatística .....	43
4 RESULTADOS .....	44
4.1 Esforço Amostral .....	44
4.2 Estudo Piloto .....	45
4.3 Experimento principal .....	46
5 DISCUSSÃO .....	54
6 CONCLUSÃO .....	61
7 REFERÊNCIAS .....	62

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. ESTUDOS NEUROFISIOLÓGICOS INICIAIS SOBRE A LINGUAGEM

A comunicação humana é uma atividade impressionante. Por mais que a capacidade de compreender uma mensagem e emitir uma resposta comportamental condizente pareça trivial, há muito por trás desse processo. Como geralmente ocorre ao analisarmos a atividade neural responsável por várias habilidades humanas, a linguagem em geral é resultado da atividade sincronizada e ordenada de diversas áreas do encéfalo.

A linguagem humana é um processo complexo, integrando diversas áreas como a motora, sensorial e cognitiva (1). A capacidade de linguagem complexa é considerada por muitos teóricos como uma das capacidades que distingue o *Homo sapiens* do resto da árvore evolutiva. No entanto, mesmo que aparente ser um salto tão distante do que observamos no resto dos seres vivos, a linguagem possui correlatos neuroanatômicos e neurofisiológicos que evidenciam sua emergência da atividade do SNC.

Além disso, qualquer capacidade de comunicação deve ser considerada resultado da evolução Darwiniana, de forma que quaisquer generalizações sobre essa capacidade em humanos devem ter raízes observáveis ao longo de seus ancestrais. Isso significa que deve haver substrato com potencial para desenvolvimento da linguagem e comportamentos análogos a essa atividade entre espécies filogeneticamente próximas ao *Homo sapiens*. O estudo da neurobiologia evolutiva e da etologia reforça essa premissa, com os dados sobre vias neurais compartilhadas entre humanos e primatas, além de semelhanças entre a comunicação falada de humanos e a estrutura do canto de pássaros canoros (2). Em suma, é claramente impossível ignorar a complexidade da linguagem em humanos, mas é ingênuo imprimir qualquer misticismo sobre essa faculdade cognitiva.

A seguir, descrevo brevemente o que se sabe hoje sobre a neuroanatomia envolvida da fala humana e suas funções específicas com o intuito de dar um panorama do conhecimento no assunto. Isso será importante quando analisarmos com maior atenção o controle motor da fala, que é o foco desse trabalho.

O estudo da neuroanatomia da linguagem e sua conseqüente compreensão remonta à segunda metade do século XIX, em 1861. O trabalho de Paul Broca, um neurologista francês, consistiu em analisar o cérebro *post-mortem* de diversas pessoas com 'afasia', ou seja, uma incapacidade de expressar e/ou compreender linguagem, gerando prejuízos na comunicação em geral (3). Broca constatou que essas pessoas compreendiam ideias e conceitos normalmente, mas eram incapazes de articular os símbolos sonoros necessários para a transmissão. Esse conjunto de sintomas hoje caracteriza uma afasia que leva seu nome (4). Ao analisar os cérebros de oito pacientes afásicos, Broca constatou que todos apresentavam, em diferentes graus, uma lesão sobre o córtex frontal inferior.

Broca estabeleceu com isso a área que leva seu nome, um local que hoje é considerado crucial para mais funções do que somente coordenação da linguagem (e.g. memória de trabalho em geral) (5), mas reconhecido principalmente por ela. Em específico, a preparação do plano motor da fala é coordenada aí, nas áreas 44 e 45 de Brodmann, na borda inferior do lobo frontal, logo acima do lobo temporal. Esta região foi mais recentemente associada também com outras funções, como processamento de sequências musicais, percepção de ritmo, imaginação de movimento e até compreensão sintática de sentenças (6). O trabalho de Broca auxiliou no descrédito da frenologia e estabeleceu o que se tornaria a regionalização de funções no cérebro baseada em evidências científicas (7).

O outro grande nome do século XIX na neurociência da linguística é Carl Wernicke, um neurologista alemão contemporâneo de Paul Broca. Wernicke descreveu a importância dos giros supramarginal, angular e temporal na compreensão de conceitos para a fala. Observando pacientes com uma afasia diferente da descrita por Broca, que apresentavam o que Wernicke chamou de afasia de recepção, Wernicke descobriu que lesões no giro temporal posterior superior deixavam esses pacientes incapazes de compreender a fala e a escrita. Curiosamente, esses pacientes pareciam não perceber que haviam qualquer tipo de déficit, e não apresentavam qualquer sinal de incômodo em decorrência dessa afasia. Alguns pacientes de Wernicke apresentavam lesões próximas as áreas 22, 39 e 40 de Brodmann, até então de função não definida. Eles conseguiam manter pronúncia fluida e sintaticamente correta de palavras, mas sem conexão lógica entre as ideias (8). Sua compreensão de conceitos era também prejudicada. A principal conexão

entre essas duas áreas é chamada de fascículo arqueado, uma estrutura de fibras brancas subcorticais (9). Os estudos de lesão em qualquer uma das áreas citadas gera combinações diferentes de déficits linguísticos, cuja classificação nem sempre é tão clara.

Outro nome importante para a neurociência da linguagem é o de Charles Sherrington, que no final do século XIX publicou seus dados sobre a organização motora do cérebro em grandes primatas, obtidos por meio de estimulação elétrica focal. Wilder Penfield, neurocirurgião que foi estudante de Sherrington, aplicou a mesma técnica que seu mentor em seres humanos. Por volta de 1930, Penfield demonstrou a área responsável pelo controle do movimento por meio de estimulação elétrica no córtex de pessoas fazendo cirurgia cerebral. O seu “homúnculo”, demonstrando uma organização a princípio topográfica de controle dos membros, corresponde à disposição dos diferentes movimentos ao longo do giro pré-central, especificamente da boca e língua no caso da fala. Essas regiões, como seria descoberto mais adiante, estão interconectadas com a área motora suplementar, especialmente a área de Broca (10).

Dentre os avanços mais recentes na neurociência da linguagem, merece destaque o trabalho de Michael Gazzaniga, nos anos de 1960 e 1970. Seus resultados permitem estabelecer evidências sólidas da lateralidade cerebral para diferentes atividades. Diversos testes eram aplicados a pessoas chamadas de *split brain* (cérebro partido, em tradução livre) por terem o corpo caloso seccionado. Com isso foi possível constatar especificidades de cada hemisfério para diferentes tarefas, dentre elas a linguagem. Nesses experimentos foi visto que o hemisfério esquerdo tem maior contribuição na compreensão e construção léxica e sintática, enquanto o hemisfério direito tem maior contribuição no processamento da prosódia, ritmo e possíveis conotações de um mesmo conceito. É importante ressaltar que os dois hemisférios colaboram para o processamento de todos os domínios citados, mas isso ocorre de forma assimétrica (10).

Com os dados obtidos na pesquisa clínica, modelos foram elaborados com o intuito de descrever o funcionamento da linguagem no cérebro. Uma das primeiras tentativas é o modelo de Geschwind-Wernicke (11,12), descrevendo a área de Broca e a área de Wernicke conectadas por meio do fascículo arqueado, além de um “repositório de conceitos” não restrito anatomicamente. Esse modelo também prevê

possíveis transtornos de linguagem de acordo com a localização de lesões cerebrais e se tornou uma referência no estudo do assunto nos anos a seguir (Figura 1). Outros exemplos falam sobre modalidades específicas da linguagem, como compreensão sintática e semântica da fala (5) e produção motora da fala (13).

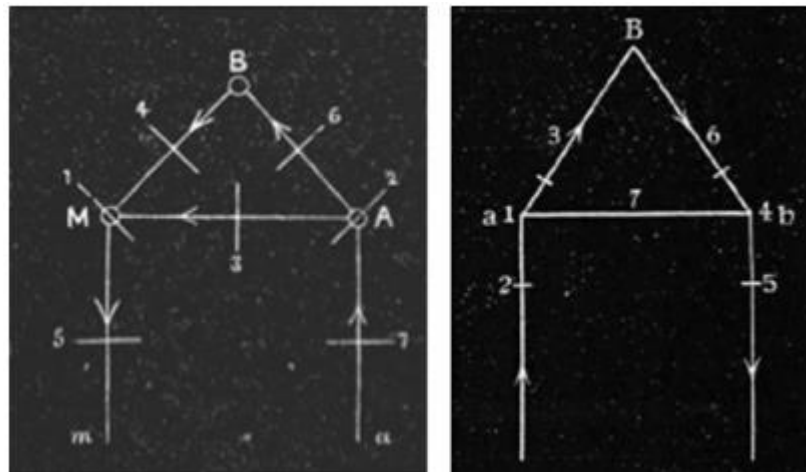


Figura 1. Modelo de Geshwind-Wernicke. Do lado esquerdo, a versão de Lichtheim, a qual Wernicke adapta e que é posteriormente retomada por Geschwind, à direita. Cada nó representa áreas cerebrais (ou construtos teóricos, como o léxico em B) envolvidas na linguagem. Os traços representam lesões que geravam variados conjuntos de sintomas. Este modelo foi praticamente abandonado em estudos contemporâneos, e atualmente tem mais valor histórico do que técnico. Reproduzido, com permissão, de Weiller, 2011.

## 1.2 O MODELO EM DUAS VIAS DE PROCESSAMENTO DA FALA

Apesar da linguagem ser estudada desde 1800, ainda não há consenso sobre a dinâmica exata do processamento da fala. Modelos sobre o assunto existem desde o trabalho de Wernicke com afásicos, inferindo especialmente de experimentos com pessoas com lesões no cérebro. Uma das propostas mais atuais que explica o processamento da linguagem é o Modelo em Duas Vias de Processamento da Fala de Hickok e Poeppel, proposto inicialmente em 2004 (14) e reformulado mais recentemente em 2007 (15), com atualizações adicionais em 2012 (16). Este é provavelmente o modelo mais bem aceito por pesquisadores contemporâneos, e tem recebido bastante suporte empírico de pesquisas com humanos saudáveis e afásicos (17). Segundo ele, os impulsos nervosos que codificam a mensagem falada chegam a ambos os giros temporais superiores direito e esquerdo, conhecido como córtices auditivos. Aqui é onde o sinal neural é decomposto e interpretado em unidades físicas,

como frequência e amplitude. Logo em seguida, há envolvimento bilateral das regiões média e posterior do sulco temporal superior, onde ocorre distinção de caráter fonológico. É nesse local que esse mesmo sinal é processado em duas vias de funções diferentes (Figura 2).

A via ventral do processamento da linguagem parte do reconhecimento inicial do som e passa a regiões médias e posteriores do sulco temporal superior, onde há processamento fonológico (e.g. detecção de fonemas, estrutura silábica). Isso ocorre de forma bilateral e presume-se que cada hemisfério contribua de forma particular no processamento, paralelamente (Figura 2). Ocorre em regiões posteriores do lobo temporal, representando o acesso semântico relativo aos sons ouvidos, e é proposto que regiões anteriores representem análise combinatória silábica e sintática (15).

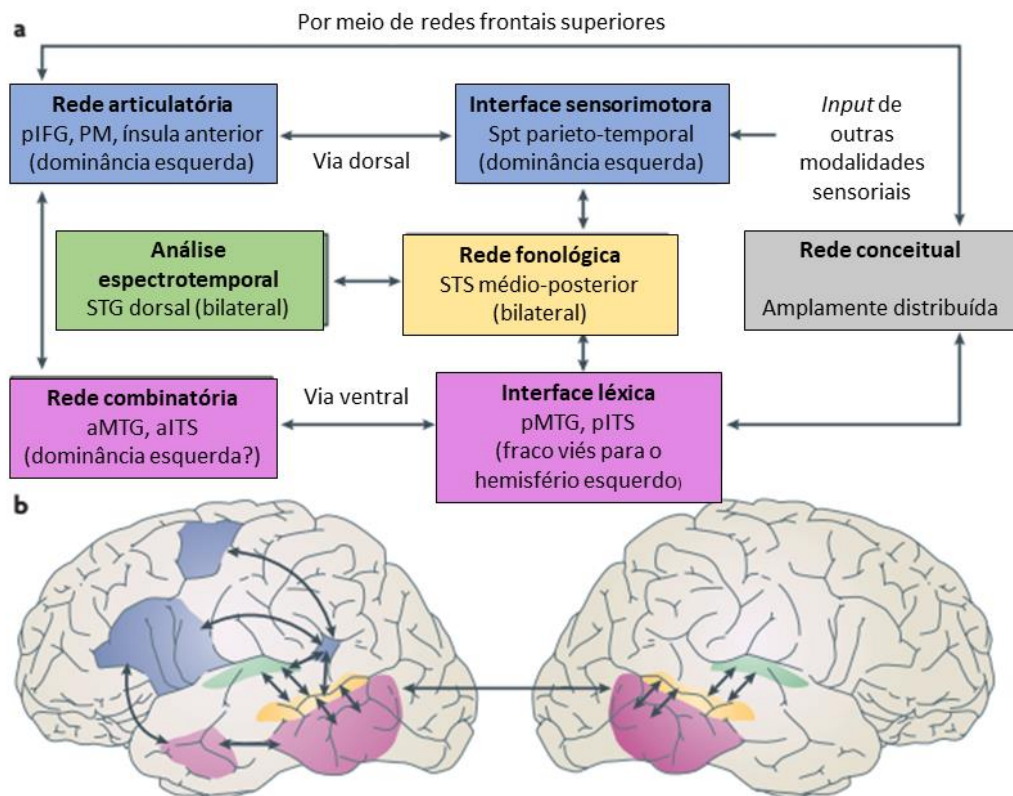


Figura 2. O Modelo em Duas Vias de Processamento da Fala. Em a, um diagrama com as regiões envolvidas no processamento do som, partindo do sulco temporal superior para as vias dorsal e ventral. Em b, uma apresentação topográfica desse modelo no cérebro. pIFg, giro frontal inferior posterior; PM; córtex pré-motor; Spt; área Spt; STG, giro temporal superior; STS, sulco temporal superior; aMTG, giro temporal médio anterior; aITS, sulco temporal inferior anterior; pMTG, giro temporal médio posterior; pITS, sulco temporal inferior posterior. Reproduzido, com permissão, de Hickok e Poeppel, 2007.

A via dorsal parte também da discriminação primária dos sons no giro temporal superior esquerdo. Ela envolve também ativação do lobo frontal inferior, que compreende a área de Broca. Supõe-se que a ligação entre essas duas áreas é feita por uma região posterior da via, inserida no *planum temporale*, chamada área Spt. A função dessa via ainda está sendo elucidada, mas presume-se que ela faça integração sensorimotora da fala, de forma que representações do som ouvido são armazenados e usados como guia na produção do som, para correção *online* do movimento. Lesões na parte posterior do STG fazem com que os pacientes possuam boa compreensão, mas dificuldade na produção da fala (15), sugerindo a importância dessa área para produção motora. O fato de ocorrerem alterações da produção sonora mediante modulação do *feedback* auditivo em pessoas saudáveis complementa esse pensamento. Essa via possui dominância pronunciada no lado esquerdo do cérebro (15).

O aprendizado da fala, em que se associa conceitos a sons, e, posteriormente a palavras, é importante para armazenamento dessas relações na memória para recrutamento posterior. Sabe-se que o contato com diversos tipos de fonemas cedo no desenvolvimento gera um repertório variado que favorece pronúncia mais compreensível no futuro. Após esse tempo, conhecido em geral como “período crítico”, é notável a redução da facilidade no aprendizado de novas línguas (18). Independente do tamanho desse repertório, é lá onde são acessados os sons necessários para construção da palavra evocada pelo sistema conceitual. O sistema conceitual, como o nome sugere, possui os conceitos que usamos para compreender o mundo ao nosso redor: associar um objeto com quatro pernas, encosto e assento ao nome “cadeira”, por exemplo (19).

Esse é o momento do processamento em que o processamento linguístico intersecciona mais fortemente com processos cognitivos complexos, como memória, construção de conceitos e até consciência. Aqui, a sequência de sons processados pelas vias dorsal e ventral estão ligados a significados reconhecidos por nós mesmos e outros falantes da mesma língua. O estudo neuroanatômico e funcional da semântica está se desenvolvendo e ainda há diversas áreas de debate para falar em consensos, mas os dados de neuroimagem sugerem que o significado aparece mediante ativação sincronizada de diferentes áreas do córtex envolvidas na percepção do elemento em questão. Dessa forma, a palavra “cadeira” evocaria

ativação do córtex occipital (detecção de forma), do córtex somatossensorial e motor (ação de sentar e a sensação do contato com uma cadeira), de partes do sistema límbico (lembranças afetivas que envolvam esse objeto), entre outras. Essas áreas em geral são adjacentes e conectadas às regiões cerebrais envolvidas em processamento sensorimotor da fala, vistas anteriormente (20).

Os dados de ressonância magnética e ERPs nos dão uma ideia mais precisa quanto ao processamento temporal e espacial da fala. A primeira análise do som envolve a sua decomposição acústica, em unidades menores como fonemas ou sílabas. Ocorre por volta de 100ms próxima ao córtex temporal com recrutamento de memória fonológica via área de Broca. Depois de 150ms após o estímulo, as palavras já foram identificadas e já podem ser separadas em diferentes categorias e há construção de estrutura sintática. De 300 a 500 ms já é possível evidenciar integração semântica e morfossintática de frase, de forma que erros de concordância de significado são detectados dentro de frases. Por volta de 100 ms depois, há análise de integração sintática (e.g. checar se uma frase segue a ordenação correta entre sujeito e verbo na língua correspondente). Além disso, de 600ms até 1000ms há integração das diferentes informações obtidas desde o início do processo, permitindo compreensão holística da mensagem (6) (Figura 3). Os dados de ERP, obtidos por avaliação da atividade cortical após um estímulo definido (e.g. uma frase dita), trabalham somente na escala de milissegundos, o que sugere a alta velocidade desse processamento.



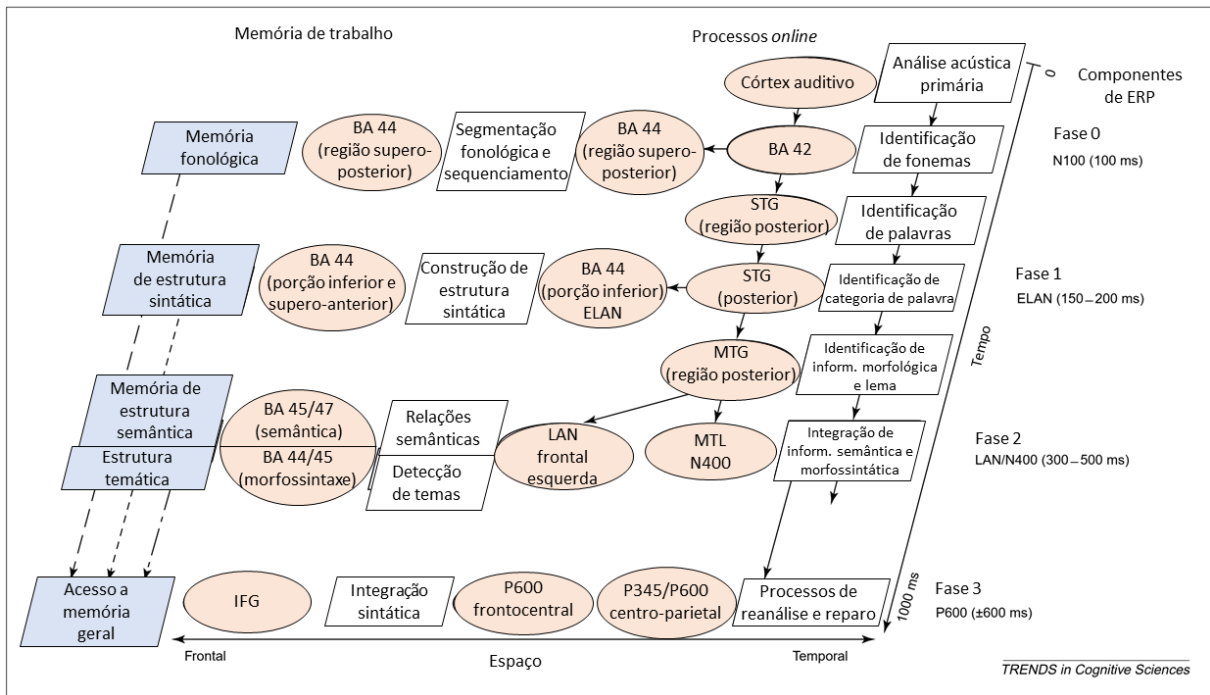


Figura 3. Descrição do curso temporal de ativação cerebral na fala. As caixas representam processos cognitivos, enquanto as elipses representam os correlatos neurais obtidos por fMRI, PET ou ERPs. BA, área de Brodmann; ERP, potencial relacionado a evento; LAN, negatividade lateral esquerda; ELAN, negatividade lateral esquerda antecipada; IFG, giro frontal inferior; STG, giro temporal superior; MTG, giro temporal médio; MTL, lobo temporal médio. Reproduzido, com permissão, de Friederici, 2002.

### 1.3 O PROCESSAMENTO CORTICAL NA PRODUÇÃO DA FALA

Quando somos nós que queremos transmitir alguma informação por meio da fala, encadeamos ideias provenientes do repertório semântico (também chamado de *lexicon*, em abordagens neuropsicológicas). Fazendo um pouco de engenharia reversa, podemos decompor o fluxo de pensamento em uma sequência de frases, cada frase em uma sequência de palavras e cada palavra em uma sequência de fonemas. Precisamos assegurar, então, que ela seja traduzida na sequência precisa de correlatos articulares. O *lexicon* envia um padrão de disparos projetado para duas vias, uma estritamente cortical responsável pelo encadeamento silábico para construção da palavra, de acordo com um plano motor previamente aprendido por meio da audição; e outra que envolve regiões corticais e subcorticais, responsável pela articulação fonética detalhada e focada em *feedback* somatossensorial do trato vocal (15) (Figura 4).

A via cortical no processo de produção da fala envolve o giro temporal superior e parte da área de Broca. Como visto anteriormente, o STG é responsável por decompor o sinal em fonemas, e áreas adjacentes parecem estar envolvidas no armazenamento desses fonemas; eles são acessados e coordenados pela área de Broca, que exerce aqui sua função mais proeminente: o planejamento motor da fala. Ordenam-se então as menores unidades reconhecíveis da fala (fonemas) de acordo com a ideia a ser expressada (15,21) (Figura 5).

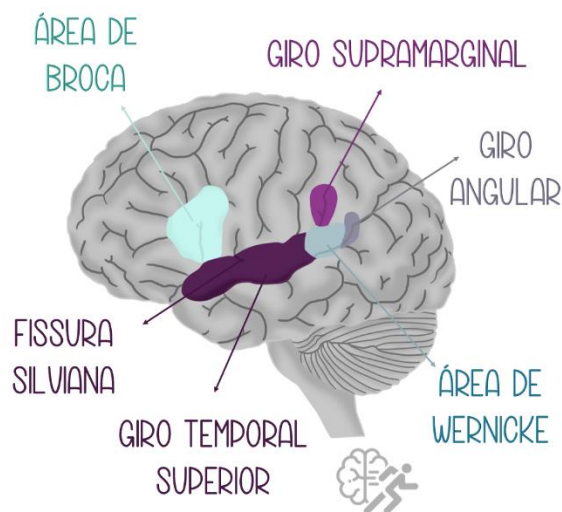


Figura 4. Ilustração baseada em Gazzaniga, 2013 retratando áreas corticais comumente envolvidas na fala. Esse resumo é baseado em diversos estudos de lesões e projeções provenientes de propostas teóricas, por exemplo, que permitem inferir suas funções nesse processo. Reproduzido, com permissão, de NeuroMov.

De forma paralela, o *lexicon* projeta para a via cortico-subcortical, envolvendo o giro supramarginal, o cerebelo e as áreas pré-motora e motora. Sua função é fazer ajustes finos e monitoramento do *output* motor. Dessa forma, o córtex motor recebe o plano delineado na área de Broca e o executa coordenando estruturas respiratórias, laringeais e supralaringeais. Isso ocorre por meio de conexões corticobulbares até os nervos motores que controlam a respiração e a musculatura da face e pescoço. O ritmo de expiração, a forma como o ar vai ressoar no trato respiratório e a posição da língua na boca são apenas alguns dos fatores que influenciam o som resultante, e que precisam ser organizados de modo a formar um fluxo ordenado, rítmico e compreensivo para o ouvinte. Segundo o modelo de Hickok e Poeppel, é assim que podemos produzir fala, processo que é o foco desse trabalho (22).

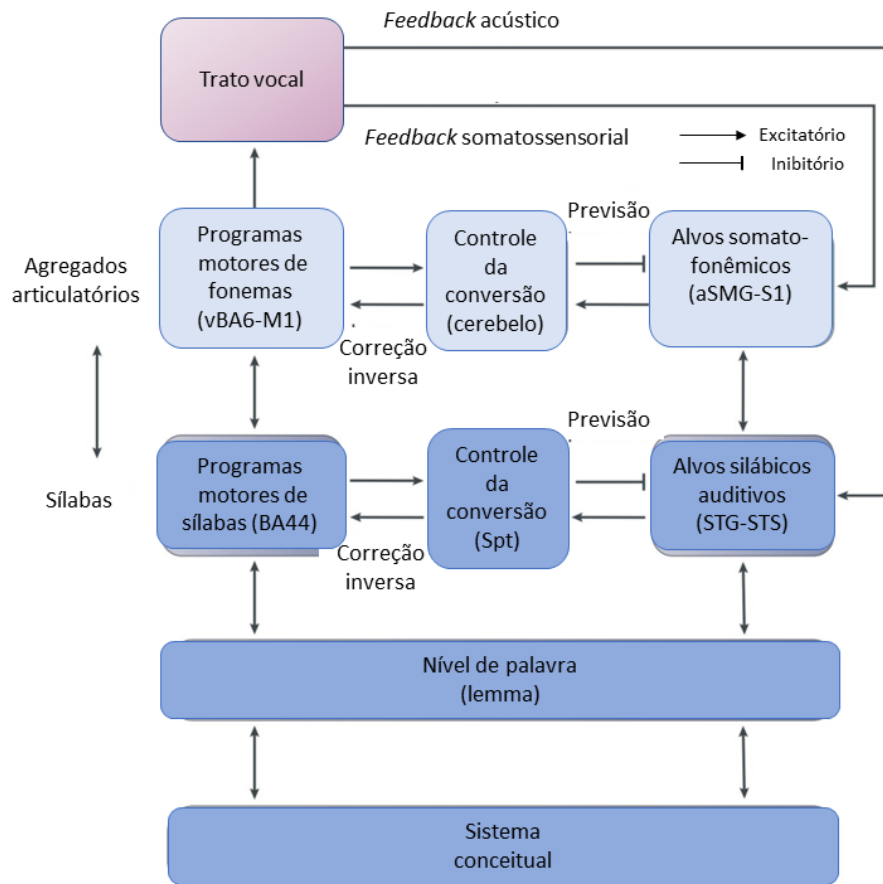


Figura 5. Fluxograma demonstrando o fluxo desde a escolha de um conceito a ser expresso até o seu *output* motor por meio do trato vocal. BA 44, área de Brodmann 44; Spt, área Spt; STG, giro temporal superior; STS, sulco temporal superior; vBA6; área de Brodmann 6 ventral; M1, córtex motor primário; aSMG, giro supramarginal anterior; S1, córtex somatossensorial primário. Reproduzido, com permissão, de Hickok, 2012.

#### 1.4 A GAGUEIRA

A gagueira, chamada também de disfemia, tartamudez ou disfluência do tipo gaga, é um transtorno do neurodesenvolvimento da fala caracterizado pela presença de repetições silábicas, bloqueios ou travas ao fluxo natural do discurso (CID-10: F98.5) (23). Os momentos de disfluência ocorrem geralmente no início de palavras ou frases. Fatores psicológicos como estresse e cansaço podem agravar na intensidade dos efeitos da gagueira, mas as pesquisas sugerem que estresse e cansaço exercem efeito apenas modulador, acentuando a frequência e/ou intensidade desses momentos, mas sem capacidade de gerar o transtorno (22).

Tendo em vista a importância da fala em nosso cotidiano, é fácil imaginar o quanto os transtornos da fala, dentre eles a gagueira, geram impacto considerável na vida de seus portadores por meio de sua influência na vida social e na auto-estima. Pais de crianças que gaguejam reportam que seus filhos apresentam comportamentos de medo, nervosismo ou culpa, por exemplo (24). Quando esse transtorno persiste ao longo do desenvolvimento, pode ser central no desenvolvimento da identidade dentro da sociedade (25). A ansiedade social que acomete as pessoas que gaguejam é intuitiva para pessoas que observam seus efeitos, além de bem documentada na literatura (26). Outros sentimentos reportados em análises de auto-percepção do transtorno podem ser raiva, culpa ou vergonha (25). Estudos com essas pessoas mostram que a sua auto-percepção como indivíduos também é distorcida, já que percebem sua própria fala de forma negativa mesmo quando não apresentam disfluência do tipo gaga na fala (27).

Na literatura, podemos subdividir esse transtorno de fluência em gagueira do desenvolvimento e gagueira adquirida. A origem adquirida pode ser neurogênica (acidente vascular cerebral, uso de drogas, entre outros) ou psicogênica (divórcio, luto). A gagueira de caráter congênito, também chamada gagueira do desenvolvimento, tem origem multifatorial e não bem esclarecida até hoje (28). É o subtipo mais comum dentre todas as disfluências e é o abordado neste trabalho.

Este transtorno geralmente aparece durante a primeira infância, entre os dois e seis anos de idade (29). A maioria destes, de 80% a 90%, recuperam a fluência da fala entre dois a quatro anos depois. A prevalência mundial é de aproximadamente 0.7% com incidência de 5% (1). Um aspecto interessante, mas ainda não explicado, é que durante a primeira infância, a proporção sexual da desordem é de 2:1 (masculino: feminino), passando para 4:1 na idade adulta (30). Ainda não se sabe o motivo pelo qual existe uma prevalência de gagueira tão maior em homens, e mais estudos serão necessários para elucidar esta questão. A ansiedade, que durante muito tempo foi proposta como uma possível causa primária, parece ser uma comorbidade comum em sujeitos adultos, mas atualmente não é considerada um fator causal da gagueira (30).

A gagueira de desenvolvimento aparenta ter um forte fator de hereditariedade. Modelos genéticos de gêmeos já mostraram maior probabilidade de gêmeos monozigóticos compartilharem o transtorno do que dizigóticos, indicando maior

influência de genes na fluência de fala em comparação a fatores ambientais (31), porém não há consenso sobre os *loci* específicos envolvidos. Uma abordagem promissora identificou mutações no cromossomo 12q, que estavam presentes em amostras paquistanesas, indianas e norte-americanas de pessoas com gagueira. Essas mutações envolviam defeitos na via lisossomal (31). Os genes envolvidos nesse modelo são GNPTG, GNPTAB, NAGPA e AP4E1; todos eles foram relacionados a reconhecimento e endereçamento de enzimas para lisossomos na célula (32). Um trabalho utilizou ratos *knockout* para o gene GNPTAB e constatou que eles, em comparação com o grupo controle, tiveram maior número de pausas em suas vocalizações. Ao comparar resultados do modelo animal com os de adultos que gaguejam com mutação no gene GNPTAB, eles foram considerados similares (33). Isso reforça a relação que vem sendo evidenciada entre o funcionamento da via lisossomal e problemas de fluência (33,34).

Não existe um levantamento conciso de dados sobre a epidemiologia da gagueira no Brasil, a não ser em estados específicos. Dados de trabalhos locais em unidades de Fonoaudiologia, ou mesmo tratamento de saúde em geral, dão uma ideia da prevalência em São Paulo ou na Paraíba, por exemplo (35,36) (Medeiros, 2020 *in prep*). Um esforço governamental para obtenção desses resultados poderia servir para conscientização da presença da gagueira na nossa sociedade e orientar ações de tratamento e apoio aos que possuem esse transtorno.

Uma característica notável e bem documentada é que essas pessoas têm dificuldade na fala em espontânea, mas em geral não possuem problema em cantar (28). Disso surgiram diversos tipos de terapia para fluência de fala baseadas em uso de ritmos externos. Um exemplo usado na terapia é o metrônomo, aparelho que estabelece ritmo externo usando pulsos sonoros de duração regular. Fala em coro é outra técnica, na qual o paciente lê um texto ao mesmo tempo que o fonoterapeuta. A fluência retorna ao estado original quando o ritmo externo é removido (28) .

Outra opção para melhora da fluência atualmente é alterar o *feedback* sensorial da produção sonora da pessoa que gagueja. É possível obter tal efeito por atraso do *feedback* auditivo e modulação da frequência do *feedback*. Existem pelo menos doze tipos de aparelhos sendo comercializados que usam essas alterações para melhorar a fluência desses usuários (37). Esses tratamentos, no entanto, melhoram

temporariamente a fala, e o efeito permanece somente enquanto é feito uso desses instrumentos.

A terapia de fala, ou fonoterapia, é o foco atual no tratamento da gagueira pelo mundo, usando diferentes tipos de técnicas de acordo com o fonoterapeuta (38,39). Essas terapias geralmente envolvem reestruturação da fala, com enunciação de palavras acompanhada por ritmos externos e técnicas de respiração específicas, potencializando estratégias para recuperação do episódio de gagueira e a manutenção do ritmo da fala (38). Não existe consenso sobre que tipo de intervenção obtém melhores resultados no tratamento da gagueira (39), já que os estudos aleatorizados com grupo controle utilizam combinações variadas de diversas abordagens (e.g. uso de instrumentos como metrônomo ou feedback auditivo alterado, modificação da resposta da pessoa que gagueja ao momento de disfluência) e isso dificulta análise objetiva da eficácia por meio de meta-análise (40).

O que sabemos é que a grande maioria dessas intervenções fonoterápicas apresentam melhora imediatamente após a intervenção, que decai ao longo do ano subsequente (40). Mesmo com a falta de dados mais completos na literatura sobre intervenções de melhora de fluência, existem trabalhos que sinalizam vias a serem exploradas. Brignel e cols. (39) publicaram uma revisão sistemática estudando esse tópico e, embora com poucos trabalhos disponíveis para análise, encontraram que a frequência de gagueira nos participantes foi reduzida entre 50% e 57%, em média. A intervenção usada nesses trabalhos envolvia reestruturação da fala.

Possíveis abordagens para alívio dos efeitos da gagueira envolvem abordagem psicoterápica para lidar com fatores emocionais relacionados ao transtorno (26). Em geral, a terapia de fala é associada com terapia cognitivo-comportamental, uma das linhas da psicologia. Busca exercitar habilidades sociais, e possui exercícios voltados a evitar que a pessoa fique tensa ou deixe de falar por medo de gaguejar. Outra opção possível é o uso de medicamentos, como antidepressivos, anticonvulsivantes e cardiovasculares, por exemplo (41). A revisão de Boethe e cols. (41) mostrou que poucos trabalhos avaliando a eficácia de tratamentos medicamentosos na gagueira atingiram critérios metodológicos mínimos e os poucos que obtiveram apresentaram pouquíssima melhora.

Dito isso, existem também diversas formas de supostas terapias com “programação neurolinguística”, hipnose ou livros de auto-ajuda que prometem curas definitivas com pouco tempo e esforço. Essas abordagens não possuem nenhum tipo de embasamento científico e, portanto, não são consideradas como opções de tratamento nesse trabalho.

Como pode ser visto, as técnicas atualmente disponíveis são paliativas ou adjuvantes com limitações claras. Conhecimento mais aprofundado sobre a neurobiologia do transtorno pode ajudar no desenho de estratégias mais efetivas para o tratamento. Ainda, faz-se necessária a exploração de novas abordagens eficazes para auxiliar na melhora da fluência para pessoas que gaguejam.

## 1.5 BREVE HISTÓRICO DA PESQUISA SOBRE A GAGUEIRA E SUAS POSSÍVEIS CAUSAS BIOLÓGICAS

O corpo de conhecimento sobre a gagueira que possuímos atualmente foi construído ao longo dos últimos 200 anos. As teorias dentro desse corpo podem ser enquadradas em três grandes abordagens: fatores psicológicos, fatores fisiológicos e aprendizado. Neste trabalho, iremos enfatizar a abordagem neurofisiológica, considerando os dados experimentais sobre a importância do sistema nervoso central no transtorno (42), especialmente tendo em vista que as propostas de que a gagueira pudesse ser causada por fatores psicológicos e de aprendizado não tem recebido suporte empírico.

Uma das primeiras ideias foi proposta por Aristóteles, por volta de 384 a.C., em que defendia que o transtorno é causado por uma disfunção na língua. No século XVII, outros pensadores propuseram outros órgãos associados ao trato vocal (e.g. vias aéreas, úvula) de forma disfuncional como causas da gagueira. A Europa do século XIX observa então uma explosão de novas teorias e diferentes intervenções sobre o assunto provenientes principalmente de observações e intervenções clínicas. Na França e na Inglaterra foram feitas remoções cirúrgicas de porções da língua de pessoas com gagueira, mas que não mostraram melhora permanente (42). É nesse período que surge também um análogo aos exercícios de melhora de fala que existem atualmente. Nele, atividades eram feitas para reforço da musculatura respiratória e órgãos articulatórios, como no caso do tratamento de Albert Gutzmann (42).

As primeiras teorias relacionando o sistema nervoso central ao transtorno da gagueira surgem na transição do século XIX para o século XX. Uma das primeiras abordagens, originada na Alemanha, partia de análises de casos de encefalite e os subsequentes casos reportados como “pseudo-gagueira”, conectando-os a danos no corpo estriado. Em 1980, Rosenberger discute a importância dos receptores de dopamina no transtorno, devido a observação de que drogas mais eficientes na recuperação de gagueira são comumente moduladores dopaminérgicos excitatórios ou inibitórios (42), mostrando novamente influência dos núcleos da base.

É também na Alemanha do século XIX que se propõe uma das visões que perduram até hoje no estudo do assunto: o transtorno seria causado pelo conflito entre os hemisférios cerebrais no controle da fala. Por volta de 1930, a visão de dominância hemisférica é retomada nos Estados Unidos por Samuel Orton e em 1960 por Jones (42), após mostrar melhora temporária da gagueira posterior a anestesia de um dos hemisférios cerebrais. Variados estudos de caso que se recuperam da gagueira após algum trauma cerebral mantêm essa possível abordagem de estudo como promissora.

Outro nome importante para a literatura envolvendo gagueira e cérebro é Charles Van Riper, médico estadunidense nos anos 80. Ao longo da vida, se dedicou a descrever e caracterizar a gagueira, sugerindo como possível origem do transtorno uma interrupção na sequência motora da palavra, evidenciada pelo fenômeno de restituição temporária da fala fluente com o uso de metrônomo, por exemplo. Van Riper desenvolveu um tratamento baseado em monitoramento da fala e dessensitização aos momentos de disfluência. Também nos anos 80 tenta-se pensar na gagueira de forma mais sistêmica considerando o cérebro, falando de dificuldades de controle central do movimento. Nessa linha, Megan Neilson argumenta que há um problema de conexão entre atividade motora e feedback sensorial durante a fala (43).

Isso nos traz as atuais linhas de pensamento por trás do estudo da gagueira. Trabalhos atuais sobre a neurofisiologia da gagueira reforçam o sistema nervoso central como elemento principal para compreensão do transtorno. Dentro dessa área de estudo, porém, há várias abordagens passíveis de serem seguidas. Os dados atuais sinalizam envolvimento de diferentes áreas essenciais para produção da fala, principalmente área de planejamento e execução motora da fala (30). Dados de anisotropia fracionada obtidos por meio de ressonância magnética são usados para apontar diferenças estruturais de conectividade entre áreas cerebrais. O uso dessa



técnica em pessoas que gaguejam evidencia reduções de conexão na área de Broca, e entre ela e a área motora responsável pela produção da fala (44). Outras áreas apontadas como cruciais por diferentes técnicas são as áreas motoras e pré-motoras envolvidas (45).

Uma dessas teorias baseia-se no funcionamento anormal dos núcleos da base, pressupondo um dano em projeções conhecidas como cortico-estriatais sintetizada em Alm (42); relata o efeito benéfico da dopamina na fluência, além de possíveis paralelos entre a gagueira e Parkinson, outra doença com envolvimento motor. Presume-se que ativação dopaminérgica excessiva proveniente dos núcleos da base envia informações temporais incorretas para a área motora suplementar, onde será planejado o movimento. Entretanto, relatos de resultados contraditórios com tratamento dopaminérgico, seja por não apresentarem melhora ou até mesmo apresentando piora dos sintomas sugerem que essa proposta para etiologia do transtorno está, no mínimo, incompleta (22).

Outra teoria postulada sobre a origem da gagueira baseia-se em deficiências na integração sensorimotora. Segundo ela, defeitos na capacidade do cérebro de discernir sons próprios de sons externos gera o conflito que promove regulação excessiva (22,46). Trabalhos com uso de fMRI e magnetoencefalografia encontraram diferença na ativação do córtex auditivo, além de diferenças estruturais no cerebelo de pessoas que gaguejam, que está envolvido na manutenção tempo-a-tempo do movimento (46). Dados empíricos sobre as técnicas de indução temporária de fluência (leitura em coro, leitura com metrônomo, entre outras) dão suporte a essa teoria por manipularem percepção e produção da fala (37). Além disso, trabalhos com crianças que gaguejam sugerem que déficits na integração sensorimotora estão presentes desde a infância, e não surgem como resposta à gagueira ao longo do desenvolvimento, reforçando a importância dessa rede na fluência (45). Mesmo assim, não foi estabelecida uma relação causal entre atividades dessas áreas e ocorrência de disfluências.

Finalmente, permanece firme a visão da lateralização proposta por Orton (42). Em 2013, Alm resgata essa discussão, mostrando que pessoas que gaguejam têm um limiar de ativação motora do hemisfério direito mais alto que o de pessoas fluentes. Isso não seria a causa do distúrbio da fala, mas uma consequência do controle hemisférico bilateral desse processo motor (47). O conflito por esse controle geraria

os erros comportamentais na produção motora da fala, o que não ocorreria em cérebros cujo controle da fala estivesse lateralizado. Wada, em 1966, anestesiou hemisférios inteiros de pessoas que gaguejam com tumores no cérebro, seja do lado direito ou esquerdo, sem sucesso em extinguir a gagueira. Porém, após a remoção dos tumores, todos os sujeitos tinham voltado a ter fala fluente (45 *apud* 27). O trabalho concluiu que os sujeitos possuíam um controle bilateral da linguagem, e a cirurgia teria devolvido o controle mono-hemisférico, normalizando a produção motora (28). Análises estruturais não encontraram assimetrias marcantes para a lateralização na área de Broca, por exemplo, sugerindo que não se trata de uma disfunção dessa região específica, apesar de seu papel central na articulação motora da fala (22).

Pesquisas apontam consistentemente para o possível envolvimento da assimetria cerebral e fluência de fala, especificamente com hiperatividade do lado direito do cérebro: Neef e colaboradores (1) relataram que a severidade da gagueira era positivamente correlacionada com a conectividade entre o tálamo e o polo frontal no hemisfério direito após análise com fMRI; Garnett e colaboradores (30), usando uma forma modificada de ETCC, encontraram resultados que sugerem ser possível reduzir gagueira severa por meio de modulação da hiperatividade do hemisfério direito; Busan e colaboradores (49) compararam pessoas fluentes e pessoas que gaguejam usando estimulação magnética e constataram que pessoas que gaguejam possuíam menor atividade no hemisfério esquerdo em áreas relacionadas a fala, assim como maior atividade em suas áreas contralaterais. No entanto, a ocorrência dessa assimetria e sua possível relação com a gagueira não está bem estabelecida, sendo considerada a causa dos sintomas do transtorno ou mesmo uma reação de compensação a ele. São necessários mais estudos abordando essa hipótese para obter respostas mais consistentes.

## 1.6 A TÉCNICA DE ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA (ETCC)

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC ou tDCS) é uma técnica de caráter não-invasivo capaz de modular o funcionamento cerebral de forma temporária e reversível (50) (Figura 6). O aparelho de estimulação geralmente possui dois eletrodos (conhecidos como ânodo e cátodo) ligados a um controlador que gera

uma pequena corrente elétrica, utilizando em geral duas pilhas comuns de 1,5V ou de 9V para isso. Os eletrodos são posicionados sobre o escalpo de acordo com o interesse do experimento, considerando os efeitos sobre a atividade dos neurônios corticais, sendo estes geralmente excitatórios sob o ânodo, e inibitórios sob o cátodo, respectivamente. Esses efeitos são mais consistentes para neuromodulação do sistema motor, em comparação a modulação de funções cognitivas ou emocionais (51).

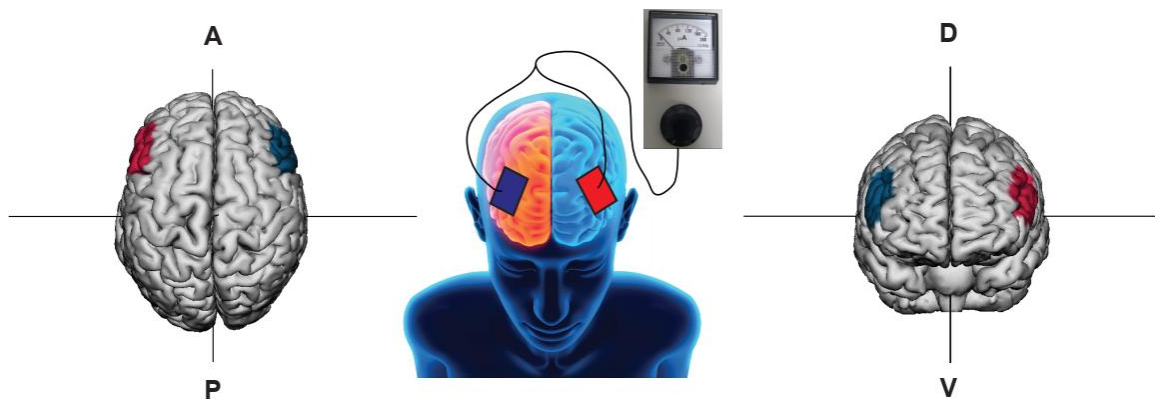


Figura 7. Exemplo de estimulação bi-hemisférica e as áreas cerebrais envolvidas. Eixo AP, anteroposterior; Eixo DV, eixo dorsoventral.

Em geral, protocolos de ETCC envolvem sessões única ou repetidas de 20 minutos, cuja intensidade de corrente pode ir de 0,5 a 3 mA. São usados eletrodos de 5x7cm, feitos de borracha condutora e embebidos em solução salina. Esses parâmetros foram escolhidos a partir de estudos iniciais desenvolvidos por Nitsche e Paulus em 2001 em que observaram que essa duração e intensidade elétrica apresentavam os efeitos mais robustos de modulação de excitabilidade do córtex motor de indivíduos saudáveis. Estes parâmetros são utilizados na grande maioria dos artigos que investigam ETCC atualmente.

O posicionamento dos eletrodos sobre o escalpo define quais áreas serão estimuladas. A montagem dos eletrodos, portanto, é o elemento mais variável dentre os estudos contemporâneos de ETCC. Embora os dois eletrodos possam modular o córtex, é comum que um dos eletrodos seja chamado de “referência”, sendo posicionado geralmente acima do osso supraorbital ou no ombro, enquanto o outro eletrodo, chamado de “eletrodo ativo” é posicionado na área que se pretende estimular. Essa nomenclatura, apesar de ser muito comum, é bastante controversa,

pois ambos eletrodos participam na formação da corrente elétrica que atravessa o encéfalo. A origem dessa prática inadequada provavelmente remonta aos estudos iniciais de Nitsche e Paulus, que estavam interessados em estudar somente o córtex motor, e utilizaram o córtex pré-frontal contralateral como referência, e inadvertidamente estabeleceram uma montagem padrão de ETCC, mesmo essa montagem sendo nitidamente inadequada para desenhos experimentais envolvendo outras funções cerebrais.

A montagem de eletrodos é considerada uma montagem cefálica quando ambos eletrodos estão posicionados sobre a cabeça do indivíduo, e é considerada extracefálica quando um deles está em outra parte do corpo (no ombro, por exemplo). Por ser uma técnica relativamente recente, ainda existe bastante discussão vigente na literatura sobre os parâmetros ideais para a ETCC, incluindo uso de intensidades específicas, densidade de corrente aplicada ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ ) e tamanho de eletrodos, por exemplo. Algumas revisões recentes trataram desse assunto, e para mais detalhes, sugere-se a leitura de: Bikson e cols., 2010 (52); Moliadze, Antal e Paulus, 2010 (53); Jacobson e cols., 2012 (51); Imburgio e Orr, 2018 (54).

Esses parâmetros ainda precisam de melhor definição justamente por serem baseados em resultados obtidos em estudos empíricos. Testes em modelos animais e *in vitro* vem sendo feitos nos últimos 20 anos para melhor compreender a dinâmica da eletricidade no córtex cerebral e áreas subjacentes. Trabalhos com roedores e em cortes de cérebro inicialmente mostraram os mesmos efeitos estimulatórios e inibitórios observados por Nitsche e Paulus (52,55,56). Foi postulado também que danos histológicos em humanos só ocorreriam em estimulações de uma a duas ordens de magnitude maiores do que o comumente usado na clínica (57). Ou seja, apenas correntes maiores de 60 mA causariam lesão, enquanto o que se utiliza é até 3 mA.

Um aspecto curioso que ainda permanece em aberto é a chamada dualidade das estimulações anódico-excitatória/catódica-inibitória vem sendo desafiada pelos especialistas em ETCC (57,58). Os estudos iniciais que caracterizaram o ânodo como excitatório e o cátodo como inibitório foram feitas no córtex motor, mas hoje sabe-se que em diferentes córtices essa relação dual nem sempre se mantém. Ainda, observou-se que o aumento linear da intensidade de estimulação não leva a alterações lineares na estimulação e/ou inibição cortical (57,58). Diversos fatores

idiossincráticos podem ser elencados, como a influência da anatomia cerebral individual, estado emocional do participante no momento da estimulação e níveis basais de neurotransmissores, especialmente no caso de modulação de funções cognitivas (54). Já foi observado também impacto do tipo de montagem utilizado, especialmente porque ainda falta consenso sobre o efeito da ETCC em estruturas subcorticais à medida que o fluxo de corrente passa pelo cérebro (52,59).

É importante ressaltar que a ETCC exerce efeito sobre o cérebro em duas escalas: aguda e crônica. Os efeitos agudos da estimulação transcraniana se baseiam em modificar a concentração de íons disponíveis no meio extracelular de neurônios em regiões específicas do cérebro. Isso permite modular o potencial de repouso da membrana desses neurônios, favorecendo ou não o disparo de potenciais de ação. Essas modificações alteram o funcionamento cerebral na escala de minutos até horas. Já seus efeitos crônicos parecem envolver mudanças sinápticas (58,60), que podem perdurar por meses, e por isso também são chamados de efeitos neuroplásticos (10).

O potencial de repouso da membrana neuronal depende, dentre outros fatores, das concentrações externa e interna de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ). Em geral, a concentração de potássio é maior internamente ao neurônio, dando a essa localização caráter negativo. A membrana possui canais permeáveis ao sódio e ao potássio que são dependentes de voltagem (10). A aplicação de corrente por meio de ETCC altera a concentração iônica ao redor do neurônio, o que permitiria facilitar ou dificultar a ocorrência de potenciais de ação, unidades de transmissão de informação do sistema nervoso. Trabalhos mostrando o efeito de corrente contínua sobre um neurônio individual são poucos, o que dificulta descrever com certeza os mecanismos diretamente envolvidos (58). Evidências de experimentos em humanos, no entanto, sugerem que a ETCC atue diretamente sobre as concentrações iônicas locais, pois o bloqueio de canais iônicos dependentes de voltagem impede o efeito da ETCC anódica no córtex motor (53 *apud* 57).

Os efeitos neuroplásticos da ETCC, de longa duração, parecem envolver modificações nas conexões neurais que armazenam informações como memória, por exemplo. O mecanismo de potenciação de longo prazo e depressão de longo prazo são os correlatos fisiológicos encontrados na literatura para aprendizado. Esses processos possuem envolvimento de receptores para dois principais

neurotransmissores: o N-metil-D-aspartato e o ácido  $\gamma$ -aminobutírico (10). Já foi demonstrado que o uso de dextrometorfano, um fármaco antagonista de NMDA, aboliu os efeitos duradouros da ETCC (61). Já foi constatada diminuição na quantidade de GABA após ETCC anódica e catódica no córtex motor (62); sugere-se que a redução de atividade de GABA possa auxiliar no processo de indução de plasticidade (58), mas esses mecanismos ainda não estão completamente determinados.

Um outro efeito da modulação por ETCC pode ser visto em mudanças nas oscilações cerebrais espontâneas. Um exemplo é a modificação da atividade de bandas de frequência no registro de EEG: Ardolino e colaboradores (63) viram que estimulação catódica sobre o córtex motor gerou aumento da amplitude das ondas beta e teta em comparação a controles. Há registros de redução de atividade epileptiforme no registro eletroencefalográfico após estimulação anódica, assim como geração de convulsão após estimulação catódica intensa, mas com parâmetros de estimulação bem mais intensos do que os utilizados na pesquisa clínica atual (Wieser, 1998 *apud* (56)). Ademais, sabe-se que áreas distantes entre si no cérebro comunicam-se por meio de interações entre oscilações geradas por elas (64). Isso implica que as capacidades modulatórias dessa técnica não se restringem à área coberta pelos eletrodos, mas podem interferir no funcionamento do cérebro de forma sistêmica (60).

Desde os primeiros trabalhos com modulação elétrica transcraniana (65,66), a técnica tem sido usada para reabilitação da fala em afasia (67–70) e reabilitação de movimento em casos de AVC (71,72). Além disso, a ETCC é usada também para modulação de sistemas no cérebro, como o visual (70) e aprendizagem visuo-motora (73).

No Brasil, a ETCC é usada majoritariamente em pesquisa nas universidades. A única aplicação permitida em tratamento clínico atualmente no país é a para fisioterapia: regulamentada em 2014 pelo acórdão nº 378 de 29 de agosto (74), define o uso da técnica mediante respeito aos parâmetros encontrados na literatura citados anteriormente e evidencia os possíveis benefícios para tratamento de dor crônica e distúrbios do movimento (74).

## 1.7 A ETCC E A FALA

Uma das perspectivas de compreender a fala é como uma sequência de comandos motores que partem do sistema nervoso central e são reproduzidos pelo aparato vocal (i.e. músculos respiratórios, laringe, faringe, entre outros). Unindo isso aos promissores efeitos da ETCC sobre o movimento, visão e até cognição nasceram diversas linhas de pesquisa focadas em usar a técnica como adjuvante, tanto na clínica como na compreensão da neuroanatomia da linguagem de forma não-invasiva.

Desde 2005 já são investigados os efeitos cognitivos da estimulação anódica no DLPFC de pessoas saudáveis e encontram melhora da fluência verbal (75), num dos primeiros esforços em explorar essa linha de pesquisa. Desde então, áreas de interesse que foram exploradas são o lobo frontal (especialmente o IFG, que compreende a área de Broca), o lobo temporal (área perissilviana, com destaque para a junção parietotemporal, onde encontra-se a área de Wernicke) e áreas motoras (M1 e SMA). Dentro da clínica as mesmas áreas são exploradas, com clara ênfase na literatura para compreensão e tratamento da afasia (76).

No trabalho de Vines e cols. (77) foi feita estimulação anódica com tDCS sobre o IFG esquerdo de pessoas com afasia, que aumentou a eficiência de uma modalidade de terapia melódica em comparação à estimulação *sham*. Marangolo e cols. (70) replicaram esse resultado usando a mesma montagem de Vines e um tipo diferente de terapia em três portadores de apraxia pós-AVC; mesmo com poucos participantes, o aumento em articulações corretas persistiu até dois meses após o tratamento e sugere seu potencial em restaurar fluência de fala.

Ao aplicar estimulação anódica acima da área de Wernicke, localizada na região posterior do lobo temporal, foi constatada melhora no tempo de reação em uma atividade de nomear figuras em pessoas saudáveis e afásicas (68). No caso de pessoas saudáveis, aplicação de tDCS sobre a área de Wernicke facilitou o aprendizado de léxico artificial, sugerindo sua eficiência no auxílio da compreensão de novas línguas, por exemplo, e potencial de reabilitação em vítimas de acidente vascular cerebral (78).

Seguindo essa linha de raciocínio, o primeiro laboratório a investigar o potencial da ETCC no tratamento da gagueira foi o da professora Kate Watkins, da Universidade de Oxford, Reino Unido. Em 2017, é publicado o primeiro artigo sobre o assunto,

investigando o efeito de uma única sessão de terapia associada a estimulação anódica sobre a área de Broca de portadores de gagueira (79). Nele, não foi alcançada diferença significativa na fluência do grupo estimulação e *sham*, mas seus resultados sugeriram limitações metodológicas a serem exploradas. Em 2018 são publicados resultados obtidos por esse mesmo laboratório, dessa vez com modificações nas atividades de fluência e com cinco dias de intervenção feitos com adultos pessoas que gaguejam (80). As pesquisadoras constataram diferença significativa de fluência de fala até seis semanas após a intervenção anódica em comparação ao grupo controle.

Esses resultados apontaram o potencial do uso da ETCC na melhora da fluência de fala e motivaram outras equipes a pesquisar o assunto. Dentre eles, destacamos a publicação de Moein, Nitsche e cols. (81) (*preprint*), com estimulação monopolar anódica sobre o STG esquerdo, que encontrou resultados de melhora semelhantes aos encontrados por Chesters (80). Em contraponto, os trabalhos de Wiltshire e cols. (82), usando estimulação bi-hemisférica com pessoas fluentes, de Garnett e cols. (30) usando estimulação anódica monopolar sobre a área motora suplementar não obtiveram o mesmo efeito. Ao discutir esses intrigantes resultados, nos dedicamos a testar possíveis otimizações dos parâmetros de estimulação usados por Chesters, Mottonen e Watkins (80), como proposto por elas.

O uso da estimulação bi-hemisférica (ou bi-cefálica) se baseia em uma das possíveis teorias da etiologia da gagueira, que sugere que o conflito entre as áreas de Broca e a sua contralateral geram o problema de fluência (47). Diminuir a ativação do homólogo direito restauraria a dominância do hemisfério esquerdo e a fluidez na fala, como pode ser inferido partindo do modelo de lateralização iniciado por Orton. O fato de que o hemisfério direito, inclusive o IFG, está implicado na linguagem na compreensão (83) e até mesmo na produção da fala de forma intrincada (84) dá suporte a linhas de pensamento em que a lateralização incompleta pode ser a causa de problemas na produção eficiente da fala.

É importante compreender também o conceito de “facilitação funcional paradoxal”, que propõe que danos ao tecido nervoso geram efeitos de melhora em funções cerebrais relacionadas àquela área, inclusive na melhora de fluência de gagueira (85). Trabalhos mais recentes também mostram evidências que dão suporte à essa proposição: Fregni e colaboradores, usando estimulação de ETCC catódica sobre o córtex motor direito em pessoas com dano no homólogo esquerdo e



estimulação anódica sobre o esquerdo (embora não concomitantes) geraram melhora na performance motora da mão direita em comparação ao controle (71). Os pesquisadores propõem que a atividade no córtex motor direito seria mal-adaptativa e sua supressão favorecia o melhor controle do movimento. Mansur e colaboradores também inibiram a atividade do córtex motor não afetado pós-AVC, mas usando TMS, e obtiveram melhora nas atividades motoras avaliadas (86).

A perspectiva bi-hemisférica surge então como um bom aproveitamento de uma limitação técnica da ETCC e que pode gerar benefícios já observados em outros contextos. Em 2008, Vines (87) mostrou a eficiência desse tipo de montagem sobre o controle motor de pessoas saudáveis, em comparação a estimulação mono-cefálica. Já em 2013, Marangolo (88) faz intervenção semelhante para tratamento com afásicos, e por isso usa como área de intervenção o giro frontal inferior, que compreende a área de Broca, e seu homólogo direito. Encontra melhora expressiva do grupo estimulação em comparação ao grupo *sham*, sinalizando facilitação da aprendizagem durante exercícios de fala. Baseados nesses achados, propomos que estimular a área de Broca e inibir o seu homólogo no hemisfério direito com o uso da ETCC vai facilitar a recuperação de fluência de fala em portadores de gagueira.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia da ETCC bi-hemisférica do córtex pré-motor em prolongar a melhora da fluência gerada pelo tratamento fonoterápico de pacientes pessoas que gaguejam.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Quantificar a frequência de sílabas disfluentes após o tratamento fonoterápico, comparando o grupo que recebeu o estímulo ativo de ETCC com o grupo não estimulado.
- b) Acompanhar a duração das eventuais melhoras na fluência verbal dos participantes nos dois grupos.
- c) Comparar o efeito fonoterápico da ETCC bi-hemisférica do córtex pré-motor com os resultados encontrados no protocolo de estimulação anódica no hemisfério esquerdo por Chesters e cols (2018).
- d) Identificar alterações na auto-percepção dos participantes submetidos à ETCC conjuntamente com o tratamento fonoterápico, assim como sintomas de ansiedade.
- e) Avaliar a utilidade do protocolo de ETCC para a prática fonoterápica em falantes do português brasileiro, de forma pioneira no Brasil.

### 3 MÉTODOS

#### 3.1. ASPECTOS ÉTICOS

Antes de ser iniciado, este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CEP-FS/UnB; CAAE nº 99040818.9.0000.0030) (Anexo V). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice 1) e o Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz para Fins de Pesquisa (Apêndice 2) antes de iniciar o experimento.

#### 3.2. PARTICIPANTES

No total, 29 pessoas foram contatadas ou demonstraram interesse em participar da pesquisa, mas somente dez pessoas participaram da pesquisa por completo, por razões exploradas na seção 4.1. Os dois primeiros participantes recrutados foram incluídos em um experimento-piloto (realizado após a aprovação do projeto de pesquisa junto ao CEP-FS/UnB), e conforme explicado na seção 3.5, não puderam ser incluídos no grupo experimental principal devido a pequenos ajustes metodológicos que impossibilitaram a comparação dos dados. Oito pessoas participaram de forma voluntária do estudo, sendo sete homens e uma mulher com idades entre 19 e 52 anos (média  $\pm$  DP =  $34 \pm 11,4$  anos). A gravidade da gagueira foi avaliada para todos usando o Índice de Severidade de Gagueira - IV (Stuttering Severity Index – IV) (89), sendo avaliado por fonoaudiólogas.

Critérios de inclusão foram:

- a) Presença de gagueira, classificada por fonoaudiólogas como leve, pelo menos
- b) Possuir entre 18 e 55 anos
- c) Possuir o português brasileiro como língua materna
- d) Poder comparecer a Universidade de Brasília por nove encontros para execução do experimento

Critérios de exclusão foram:

- a) transtorno de fala, compreensão ou comunicação da língua que não seja a gagueira
- b) constatação de gagueira como muito leve, de acordo com o SSI-IV
- c) problemas perceptuais que impeçam execução das atividades fonoterápicas (i.e. visuais, auditivos)
- d) transtornos neurológicos ou psiquiátricos
- e) uso de medicação que atue no Sistema Nervoso Central
- f) qualquer contraindicação ao uso de ETCC (i.e. histórico de convulsões, implantes metálicos na cabeça, ou uso de medicamentos que alterem o limiar de convulsão)

A divulgação foi feita por meio de anúncios em mídias sociais, distribuição de panfletos em clínicas de fonoaudiologia de Brasília – DF e de pôsteres pela cidade em geral.

### 3.3 INSTRUMENTOS

#### 3.3.1 Equipe de pesquisa

Para desenvolver essa pesquisa contamos com a participação essencial de duas fonoterapeutas com extensa experiência clínica e experimental. A aplicação do tratamento fonoterápico foi planejado e adaptado para as condições do nosso estudo e aplicados ao grupo piloto pela Professora Dra. Laura Davison Mangilli Toni. O tratamento fonoterápico durante a coleta de dados com os demais participantes foi conduzida pela fonoaudióloga Msc. Milena Assis da Silva. Todos os dados referentes à disfluência dos participantes e os escores do SSI-IV foram quantificados pela Dra. Laura. Ambas fonoterapeutas realizaram todas as etapas de coleta e de análise sem saberem qual participante estava recebendo a ETCC real ou a ETCC estimulada. A graduanda Tamiris Santos Bernardes colaborou com a logística e a execução dos experimentos.

#### **3.3.2 Aparelho de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC, ou tDCS)**

O aparelho utilizado é o estimulador Trans-Cranial (Figura 8). Consiste de uma unidade geradora de corrente, conectada a dois eletrodos de borracha condutora (ânodo e cátodo). Esses eletrodos são geralmente inseridos em esponjas, e mergulhados em solução salina, que favorece o estabelecimento de corrente no escalpo.

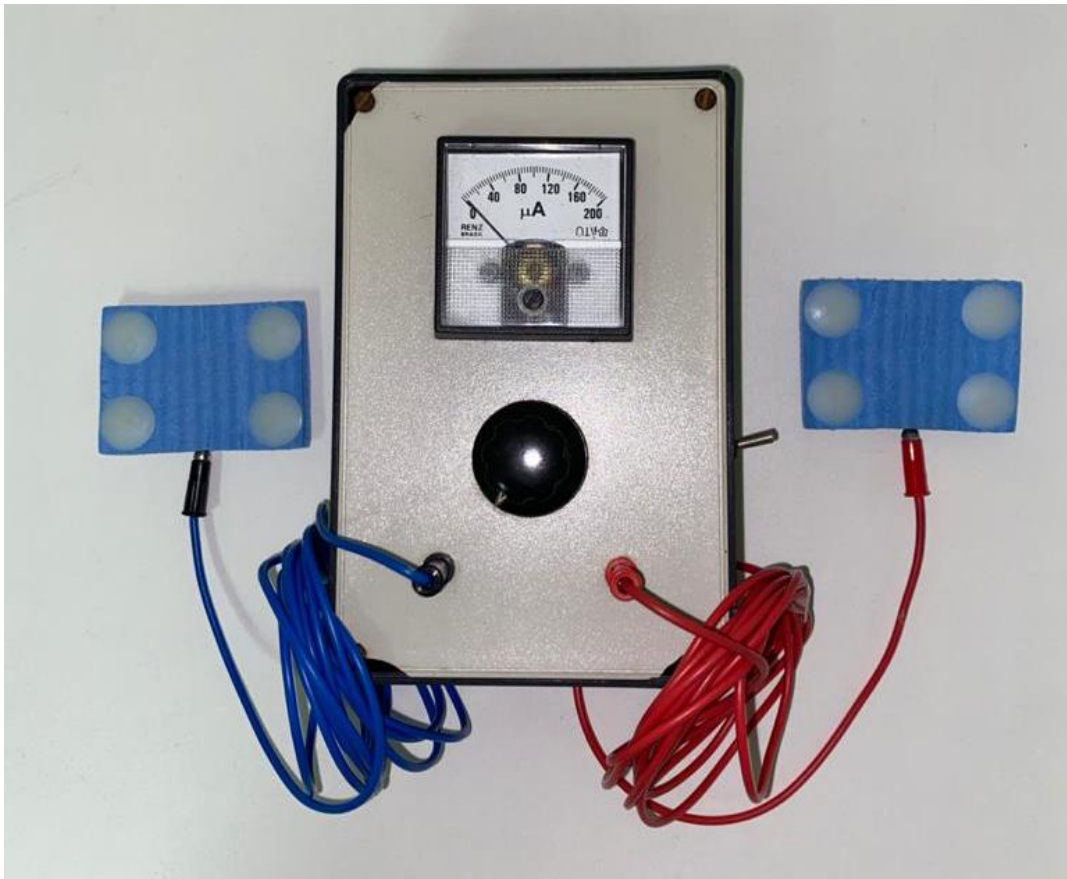


Figura 8. Imagem ilustrando o aparelho de ETCC, os eletrodos inseridos na esponja (em azul) e conectados, além da faixa elástica usada para manter os eletrodos na posição desejada.

A capacidade máxima de corrente do estimulador Transcranial é de 2 mA, considerado dentro dos limites terapêuticos de uso da ETCC. O fluxo elétrico é alimentado por duas pilhas 9V, enquanto outra alimenta o amperímetro no mostrador. Possui uma configuração própria para estimulação placebo (*sham*), sendo apropriado para pesquisa.

Para o presente trabalho, foi usada uma montagem bi-hemisférica, em que o ânodo foi posicionado acima do giro frontal inferior (FC5, no sistema internacional de posicionamento de EEG 10-20) e o cátodo em seu homólogo contralateral (FC6) (Figura 9).



Figura 8. Posicionamento dos eletrodos para estimulação elétrica. Visão frontal (à esquerda) e destaque do ânodo sobre FC5 (à direita).

### 3.3.3 Índice de Severidade de Gagueira - IV (Stuttering Severity Index – IV, SSI - IV)

O SSI-IV é um instrumento utilizado na clínica fonoterápica e na pesquisa para diagnóstico e classificação da gagueira (89) (Anexo IV). Este avalia três grandes domínios: quantidade e duração das disfluências do tipo gaga, além da presença de trejeitos/concomitantes físicos associados às disfluências. A avaliação é feita por um profissional da fonoaudiologia baseada em registros de fala dos participantes com pelo menos 200 sílabas. Isso gera um escore final, que posiciona o avaliado em uma das categorias de gagueira: muito leve, leve, moderado, grave ou muito grave.

### 3.3.4 Avaliação Global Da Experiência Do Falante Em Gaguejar (Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering, OASES)

O OASES (90) (Anexo II) é um questionário que avalia o impacto psicossocial da gagueira para cada participante. É composto de itens de escala tipo Likert, de auto-preenchimento e que exigem reportar a influência da gagueira nas mais diversas situações do dia-a-dia da pessoa (e.g. em casa, no trabalho, emocionalmente). Gera um escore numérico final, que cresce conforme o tamanho do impacto percebido pelo participante.

### **3.3.5 Inventário de Ansiedade de Beck (BECK Anxiety Inventory, BAI)**

O Inventário BECK de ansiedade é um compilado de 21 itens respondidos pela própria pessoa avaliada, em que classifica a intensidade de sintomas cognitivos, somáticos e afetivos relacionados a ansiedade de acordo com a experiência da última semana. Tem escore máximo de 63 pontos, que indica ansiedade severa (91).

### **3.3.6 Inventário de Lateralidade de Edinburgo**

Esse inventário consiste em uma adaptação do Inventário de Edimburgo original (92), com 12 perguntas sobre qual mão é usada para fazer diversas atividades manuais na maioria das vezes (i.e. avaliam a lateralidade de movimentos). Os participantes são então classificados entre destro, sinistro e ambidestro de acordo com o valor numérico gerado pela resposta dos itens.

### **3.3.7 Livros para exercício de fala**

Dois livros foram usados como fonte de material para as diversas atividades de leitura: “Fábulas”, de Monteiro Lobato e “As melhores histórias de Fernando Sabino”, de Fernando Sabino. São obras divididas em vários contos independentes, que foram distribuídos de forma que cada leitura fosse feita com uma nova história e que todos os participantes as lessem na mesma ordem.

### **3.3.8 Metrônomo**

O metrônomo usado foi um aplicativo grátis para celular com nome “CifraClub” (disponível na loja de aplicativos PlayStore) que permite o ajuste do ritmo. Em nossa tarefa utilizamos ritmos sonoros desde 150 bpm no primeiro dia de intervenção até 190 bpm no último dia.

### 3.4 PROCEDIMENTOS

O protocolo experimental para cada participante consistia em nove encontros, que ocorriam ao longo de três meses, em média (Figura 10). Os dados do estudo piloto foram coletados no Hospital Universitário de Brasília. As coletas com os outros oito participantes foram todas feitas no Instituto de Biologia da Universidade de Brasília.

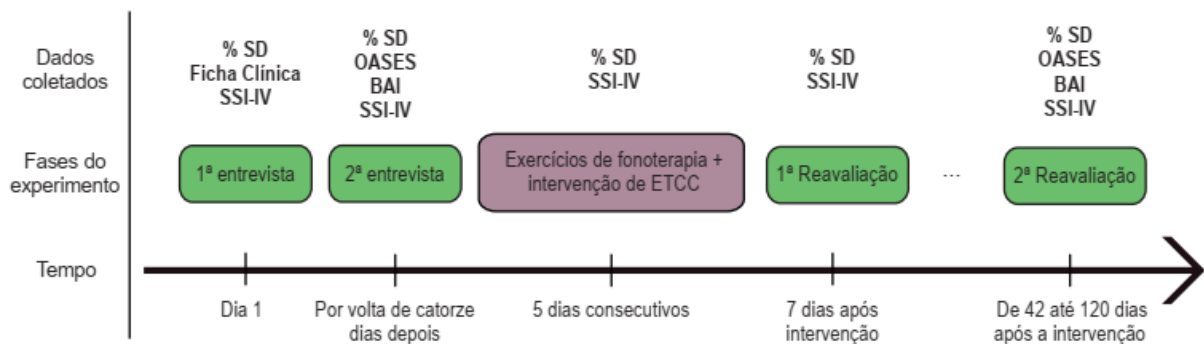


Figura 9. Esquema ilustrando a sequência dos encontros, o momento em que ocorreram e os dados coletados ao longo do experimento. %SD, sílabas disfluente.

O primeiro encontro durava 15 minutos, em que o participante era informado com mais detalhes sobre o projeto e assinava os termos de consentimento. Após a concordância do(a) participante, ele(a) fazia duas atividades: leitura, em que lia por três minutos uma história escolhida pelo experimentador, e conversação, em que mantinha conversa informal com o experimentador também por três minutos. Essas atividades eram gravadas para posterior avaliação de fonoterapeutas com o SSI-IV. Se a pessoa fosse classificada por apresentar sintomas de gagueira em nível leve ou acima, ela seria convidada a retornar para o segundo encontro. Aqueles que fossem classificados como portadores de gagueira muito leve eram informados que não seguiriam com o experimento, mas que haveria um encontro detalhando a performance desses nos testes e onde se enquadravam.

No segundo encontro, o participante repetia as atividades que havia feito da vez anterior e novamente era gravado para análise posterior. Além disso, respondia os formulários BAI e OASES. Durava 30 minutos em média e era combinado uma semana na qual a pessoa poderia comparecer a Universidade por cinco dias seguidos.



Cada participante era alocado de forma aleatória no grupo real (tDCS) ou no grupo placebo (sham), modificando a forma da aplicação da ETCC durante a semana de intervenção experimental. Os participantes do grupo Sham eram eletricamente estimulados brevemente, somente pelo processo chamado de 'rampagem': o aparelho é ligado, aumentando gradualmente a intensidade da corrente até 1mA por 15s e redução gradual até 0mA no 15s seguintes. Esse processo é amplamente usado em pesquisas com ETCC por impedir que o participante consiga detectar se está ou não passando por intervenção (93). Participantes do grupo tDCS passam pelo mesmo procedimento inicial de 'rampagem', mas a corrente elétrica de 1mA é mantida após os primeiros 15s, permanecendo durante toda a sessão, e sendo desligado por rampagem ao final da sessão. Neste protocolo, para os dois grupos, a estimulação aconteceu durante os exercícios de fluência, durando 20 minutos após os 15 segundos de rampagem.

Durante a semana de intervenção com ETCC e exercícios de fala, o participante comparecia de segunda a sexta no mesmo horário para sessões de aproximadamente 1 hora. Essas sessões envolviam sempre dois pesquisadores: uma fonoaudióloga (MAS), responsável pelas atividades fonoterápicas, e um experimentador, que manipulava o aparelho de ETCC e fazia a montagem de eletrodos. Primeiramente, era gravada a performance do participante em atividades de leitura e conversa. Logo depois, era feita a montagem do equipamento de ETCC no escalpo dele. O ânodo era posicionado no ponto FC5 (córtex frontal inferior esquerdo) e, o cátodo, no ponto FC6 (córtex frontal inferior direito) de acordo com o sistema internacional de posicionamento de eletrodos de EEG 10-10.

As atividades foram divididas em dois grandes blocos, de acordo com o protocolo de Chesters e cols. (80) (Figura 10). O bloco de "fala em coro" consistia de duas atividades de 5 minutos: o terapeuta e participante faziam leitura em uníssono de textos pré-selecionados, e participante e gravação faziam leitura em uníssono de textos. O bloco de "fala mediada por metrônomo" consistia de outras duas atividades de 5 minutos, nessa ordem: narrar um filme mudo passado na tela de computador no ritmo ditado por um metrônomo, e manter conversa com a terapeuta sobre diferentes temas usando o mesmo ritmo. Para esse bloco, cada um dos cinco dias tinha um ritmo diferente, de 140 batidas por minutos (bpm) até 180 bpm ao longo dos cinco dias.

Finalizado esse período, os experimentadores removiam os eletrodos do escalpo. Era feita então uma última avaliação de leitura e conversação de 3 minutos cada, também gravada para avaliação posterior, e a pessoa estava liberada. Todo o processo levava por volta de 1 hora. A intervenção ocorria ao longo da semana sempre no mesmo horário, para evitar efeitos circadianos na modulação por ETCC (94).

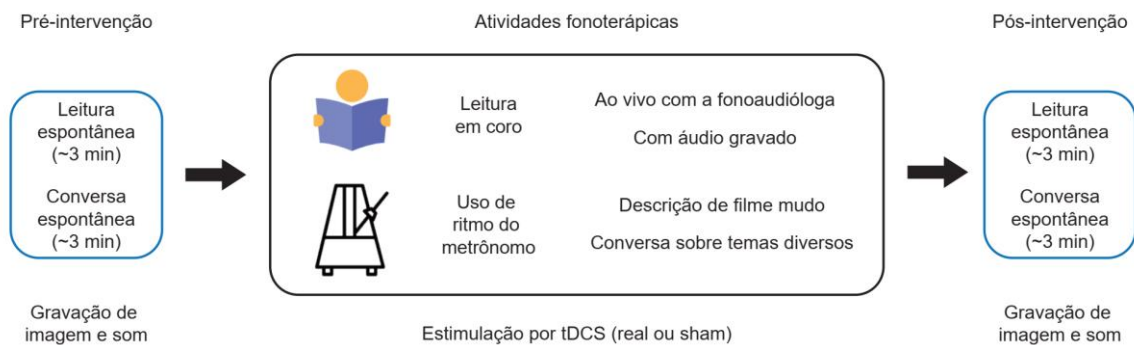


Figura 10. Esquema demonstrando o progresso de atividades ao longo de qualquer dos cinco encontros de intervenção. Desde a chegada do participante até a sua saída do local de coleta o processo levava por volta de 1 hora.

Os participantes eram convidados a retornar 7 dias após a semana de intervenção, em que faziam novamente atividades de leitura e conversação que eram gravadas (Reavaliação 1). Por volta de seis semanas após o fim da intervenção ocorria o último encontro (Reavaliação 2), com repetição dos exercícios anteriores e preenchimento do BAI e do OASES novamente.

Os dados principais analisados foram os escores obtidos pré e pós intervenção para os questionários de caráter psicológico e social (OASES e BAI), assim como da avaliação de intensidade da gagueira (SSI-IV) e da contagem de sílabas disfluentes (%SD). No caso dos escores do SSI-IV e %SD, os dados pré intervenção foram obtidos por meio de média dos seus respectivos escores obtidos na primeira e segunda entrevistas (Figura 9).

### 3.5 ESTUDO PILOTO

O protocolo como descrito acima foi resultado de modificações baseadas em um estudo piloto feito com dois participantes selecionados aleatoriamente para intervenção real ou sham, seguiram a mesma sequência descrita na Figura 2. No experimento piloto, entretanto, foi usada a contagem de sílabas e classificação de SSI-IV somente da primeira entrevista, ao invés da média entre os valores obtidos nas duas primeiras entrevistas. Foram usados frases balanceadas de trabalhos e figuras impressas como estímulos para os exercícios, ao invés de histórias curtas e vídeos mudos, respectivamente. Essas alterações no protocolo experimental foram feitas para facilitar aleatorização dos estímulos para cada participante e para cada momento de intervenção. Além disso, basearam-se nas escolhas feitas por Chesters, cujo protocolo demonstrou eficácia em pessoas que gaguejam (80).

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados coletados foram expressos como variação de medidas pós-intervenção em relação ao baseline, o que pode ser descrito como  $(\text{Valor na } N^{\text{a}} \text{ Intervenção} - \text{Valor no Baseline}) / \text{Valor no Baseline} * 100$ . Todas as análises feitas para os resultados do experimento principal usaram o teste de Mann-Whitney U, com nível de significância  $\alpha = 0,05$ . Os dados são apresentados no texto como média  $\pm$  Erro Padrão da Média (EPM; ou SEM, do inglês *Standard Error of the Mean*)

## 4. RESULTADOS

### 4.1 ESFORÇO AMOSTRAL

Nesse trabalho, a maior dificuldade encontrada foi o recrutamento de participantes. Devido ao contato com profissionais e acadêmicos de Fonoaudiologia e acesso a plataformas digitais para a divulgação, estimou-se que esta etapa levaria de dois a quatro meses, e inicialmente concebemos este estudo para contar com 20-30 participantes. No entanto, deu-se início por volta de dezembro de 2018 e nos mantivemos recrutando participantes até dezembro de 2019 pelo limitado número de interessados.

No total, 29 pessoas foram contatadas ou demonstraram interesse em participar da pesquisa. No entanto, devido aos critérios de exclusão, restrições de tempo dos participantes para vir à UnB realizar o experimento, e finalmente devido ao isolamento social nacional imposto em março de 2020 pela Portaria nº 356, de 11 de março de 2020 para o enfrentamento da pandemia de COVID-19, somente 24 delas chegaram a fazer a primeira entrevista. Uma breve descrição demográfica dessas pessoas está na figura 7a e 7b. 11 deles alcançaram somente classificação de gagueira leve, representando a maior causa de dispensa de participante.

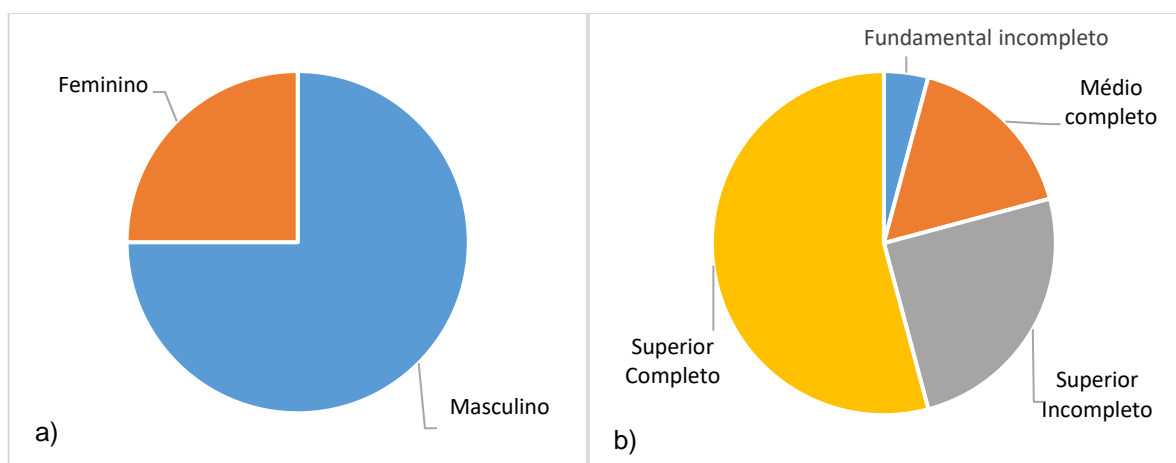


Figura 11. Gráficos de descrição demográfica das 29 pessoas que fizeram a primeira entrevista. a) Proporção de sexo dos participantes. b) Proporção do nível de escolaridade dos participantes. Média  $\pm$  SD de idade =  $34,8 \pm 11,8$  anos.

Considerando que o tempo médio de coleta de dados para cada participante era de, no mínimo, dois meses e há um período-limite de dois anos para a entrega dos resultados, foi inviável aumentar a quantidade de participantes para o número originalmente proposto.

## 4.2 Estudo Piloto

Fizemos um estudo piloto com o propósito de testar o protocolo desenhado para coleta. Nesse estudo participaram uma mulher (“R”, 25 anos, gagueira muito leve na primeira entrevista) e um homem (“P” 23 anos, gagueira moderada na primeira entrevista). O tipo de estimulação foi aleatorizado conforme no experimento principal, de forma que “R” sofreu estimulação placebo e “P” sofreu estimulação real.

O protocolo para esses participantes seguiu por completo os parâmetros estabelecidos para o experimento principal, com algumas diferenças pontuais: o material de leitura usado no primeiro bloco da intervenção foi um conjunto de frases balanceadas para quantidade de fonemas ao invés dos contos, e a parte que envolvia narrativa usou uma ilustração ao invés de vídeos mudos. Aplicando esses exercícios específicos, notamos que as frases seriam insuficientes para evitar repetição dos estímulos ao longo do experimento, e os textos não eram mais informais do que as matérias de jornal usadas por Chesters em seu protocolo (80). Além disso, trocamos a ilustração por vídeos de desenho animado para aproximá-lo do protocolo de Chesters (80).

Foi nesse momento também que trocamos o local dos encontros, previamente no Hospital Universitário de Brasília (HUB), para o Instituto de Biologia da Universidade de Brasília (IB-UnB). No IB tivemos mais controle do espaço disponível para os encontros, além de mais estrutura para receber os participantes com qualidade.

Os resultados do experimento piloto são mostrados na tabela 1. Eles se mostraram promissores e, mais ainda, evidenciaram as fragilidades citadas anteriormente, permitindo as adaptações que foram feitas no experimento principal.

Tabela 1 - Dados dos participantes do experimento piloto (n = 2). Valores numéricos expressos como variação entre a segunda reavaliação e a primeira entrevista.

Variável	"R" (placebo)	"P" (real)
Idade	25	23
Sexo	Feminino	Masculino
Quantidade de sílabas disfluentes (2ª reavaliação)	16,66%	-32%
Escore no SSI-IV (2ª reavaliação)	12,50%	-16,67%
Escore no BAI	30,77%	-68,00%
Escore no OASES	-10,17%	-6,94%
Lateralidade (auto-reportada)	Destro	Destro

### 4.3 Experimento principal

#### 4.3.1 Tolerabilidade à ETCC e eficiência do cegamento

Oito participantes foram recrutados para o experimento principal, sendo quatro alocadas no grupo Real, e quatro alocadas no grupo Placebo. Não houve nenhum relato de incômodo durante o experimento dentre os participantes do grupo placebo. No grupo Real somente uma pessoa, durante os três primeiros dias do experimento, relatou sentir um incômodo decorrente da estimulação. Essa participante relatava sentir dor abaixo dos eletrodos durante os dias de experimento. Ela havia sido instruída que essa era uma possibilidade, e que deveria relatar sempre que ela ocorresse, principalmente se estivesse afetando a concentração para a atividade. Foi constatada que aplicação de mais solução salina na esponja dos eletrodos aliviava o incômodo, o que era feito de maneira imediata.

Essa mesma participante relatou também ter tido insônia durante a semana da intervenção, comentando a partir do segundo dia, mas que não estava gerando muito incômodo. Mantivemos o experimento e pedimos que ela nos dissesse se isso piorasse. No quarto dia de intervenção ela comentou que a insônia havia diminuído, e nas reavaliações não citou qualquer incômodo. É importante considerar que, na

semana seguinte ao experimento, ela iria fazer uma viagem ao exterior para rever a filha, e isso estava gerando alguma ansiedade que pode ter interferido em seu sono. Não houve qualquer relato de quaisquer incômodos pelos outros participantes.

O cegamento aplicado parece ter sido eficiente para todos os participantes. Todos eram informados, mesmo antes de serem aleatoriamente colocados em um dos grupos experimentais, de que a intervenção poderia ou não gerar alguma dor. Era dito também para que comunicassem quaisquer problemas que notassem ao longo do experimento. O processo de rampagem, já amplamente usado na pesquisa com ETCC, ajudava na padronização dos procedimentos para ambos os grupos. Uma das evidências disso foi o relato de um dos participantes de que havia notado, em suas próprias palavras, “estar de cabeça mais leve, que poderia ou não ser resultado da estimulação.” Essa pessoa fazia parte do grupo placebo, e foi instruído, como os outros participantes, a se manter atento a esse sintoma e informar quaisquer complicações. Nas reavaliações foi constatado que ele estava bem e sem queixas.

Conforme a avaliação do Inventário de Lateralidade de Edinburgo, somente um dos participantes foi classificado como canhoto, ou extremamente sinistro, enquanto os outros foram classificados como moderado ou fortemente destros. Esse participante fez parte do grupo “real”. A única média desse participante que parece divergir da média do grupo é a da porcentagem de sílabas disfluentes durante atividade de leitura; isso pode refletir susceptibilidade idiossincrática para essa atividade. Em todo caso, seus escores não afetariam os resultados gerais obtidos.

#### **4.3.2. Dados demográficos dos participantes**

A coleta de dados demográficos foi feita por meio da Ficha de Informações Demográficas e Clínicas (Anexo 1), aplicada durante a primeira entrevista. Os dados estão descritos em detalhes na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados demográficos dos participantes do experimento principal.

Variável	Média (EP)	N (%)
Idade	34 (2,91)	
Sexo		
Feminino		1 (12,5%)
Masculino		7 (87,5%)
Escolaridade		
Ensino Fundamental Incompleto		1 (12,5%)
Ensino Superior Incompleto		2 (25%)
Ensino Superior Completo		5 (62,5%)
Comorbidades		
Problemas de visão (corrigidos)		4 (50%)
Ansiedade (sem diagnóstico)		2 (25%)
Fibromialgia		1 (12,5%)
Domínio de línguas estrangeiras		
Nenhuma		2 (25%)
Uma língua		2 (25%)
Duas línguas		3 (37,5%)
Três línguas		1 (12,5%)
Nível de gagueira (SSI-IV)	30,1 (2,00)	
Leve		1 (12,5%)
Moderada		4 (50%)
Severa		1 (12,5%)
Muito severo		2 (25%)

#### 4.3.3. Análise dos dados

A maneira mais direta de medir uma potencial contribuição da ETCC à fonoterapia de pacientes que gaguejam é pela comparação longitudinal dos efeitos da fonoterapia nos dois grupos sobre a severidade da gagueira, medindo-se tanto o escore padronizado do SSI-IV, que é o atual padrão ouro para este transtorno, quanto pela quantificação da porcentagem de sílabas disfluentes após a intervenção.

Foi encontrada diferença estatisticamente significativa na comparação dos resultados do SSI-IV do grupo tDCS (Média = -10,18; EPM = 1,95) com sham (Média = 4,66; EPM = 4,39) na primeira reavaliação ( $U = 0$ ,  $p = 0,029$ ). Na segunda avaliação, seis semanas após o tratamento, não foi encontrada diferença significativa ( $U = 5$ ,  $p = 0,49$ ) entre o grupo tDCS (média = -9,00; EPM = 4,29) e o grupo sham (média = -3,88; EPM = 1,69) (Figura 12).



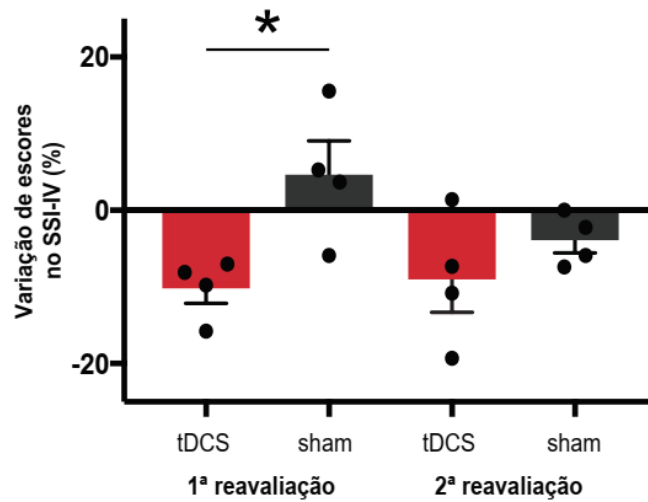


Figura 12. Variação de escores no questionário SSI-IV nos dois momentos de reavaliação, para os dois grupos de estimulação. (n=8)

Na análise da variação da quantidade de sílabas disfluente, o grupo tDCS (Média = -20,18; EPM = 7,10) teve média significativamente menor que o grupo sham (Média = 30,81; EPM = 8,75) na primeira reavaliação ( $U = 0$ ,  $p = 0,029$ ), mas não na segunda reavaliação ( $U=2$ ,  $p = 0,114$ ), com o grupo tDCS tendo média de -31,26 (EPM = 9,18) e o grupo sham com média de -2 (EPM = 6,12) (Figura 13). Observa-se tanto na análise do SSI-IV, e particularmente na análise de %SD que, embora não exista diferença significativa, há uma tendência à diferença entre os grupos na avaliação feita 6 semanas após a intervenção.

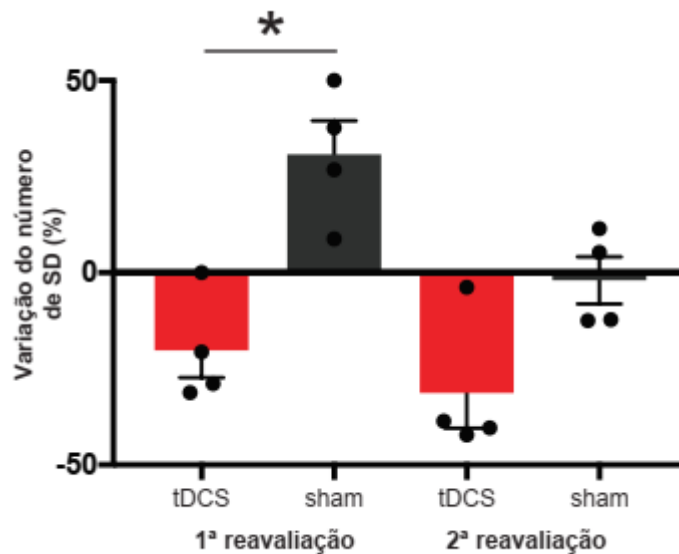


Figura 13. Variação do número médio de sílabas disfluentes nos dois momentos de reavaliação, para os dois grupos de estimulação. (n=8)

É interessante aprofundar essas análises, buscando desvendar se houve contribuição diferencial nas diferentes abordagens utilizadas no tratamento fonoterápico. Tendo em vista que em cada sessão havia uma etapa de leitura, e outra de conversa, realizamos uma análise em separado para cada um destes momentos.

Comparando a quantidade de sílabas disfluentes do grupo sham para a atividade de leitura entre a primeira reavaliação (Média = 50,65; EPM = 20,12) e a segunda (Média = 66,22; EPM = 75,81) não foi encontrada nenhuma diferença significativa ( $U = 5$ ,  $p = 0,49$ ). Comparando a quantidade de sílabas disfluentes do grupo sham para a atividade de conversação entre a primeira reavaliação (Média = 31,14; EPM = 15,43) e a segunda reavaliação (Média = 0,71; EPM = 13,64) não foi encontrada nenhuma diferença significativa ( $U = 3,5$ ,  $p = 0,23$ ) (Figura 15).

Em uma análise semelhante para o grupo tDCS na atividade de leitura também não foi encontrada diferença significativa ( $U = 6$ ,  $p = 0,69$ ) entre a primeira reavaliação (Média = -10,38; EPM = 15,89) e a segunda reavaliação (Média = -25,94; EPM = 13,8). Na atividade de conversação também não foi encontrada diferença significativa ( $U = 5$ ,  $p = 0,49$ ) entre a primeira reavaliação (Média = -22,62; EPM = 7,11) e a segunda reavaliação (Média = -34,33; EPM = 17,57) (Figura 15).

Um outro aspecto que poderia indicar efeitos da ETCC é na quantidade de tempo total que cada participante apresentou marcas de gagueira. Foi feita também análise do tempo de disfluência para cada grupo experimental. Na primeira reavaliação houve uma tendência, mas nenhuma diferença significativa ( $U = 1$ ,  $p = 0,057$ ) entre o grupo tDCS (Média = -26,46; EPM = 9,99) e o grupo sham (Média = 19,98; EPM = 12,61). Na segunda reavaliação, também não houve diferença significativa ( $U = 5$ ,  $p = 0,49$ ) entre o grupo tDCS (Média = -29,44; EPM = 7,95) e o grupo sham (Média = -14,26; EPM = 8,6) (Figura 14).

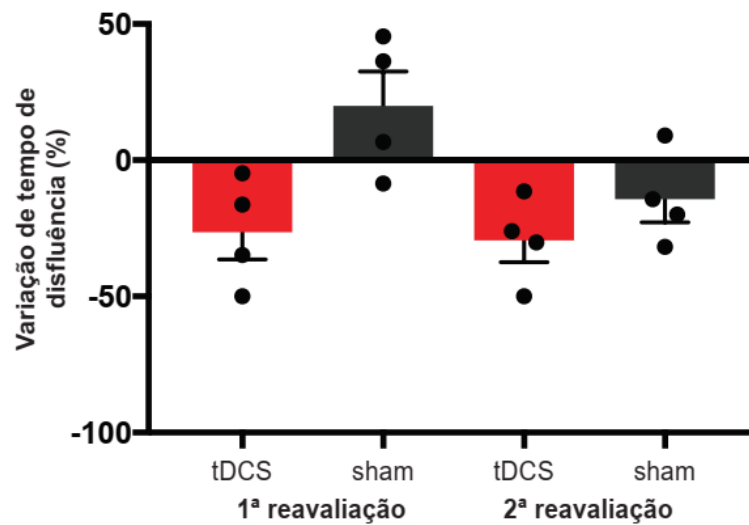


Figura 14. Variação do tempo de disfluência médio nos dois momentos de reavaliação para cada grupo experimental. (n=8)

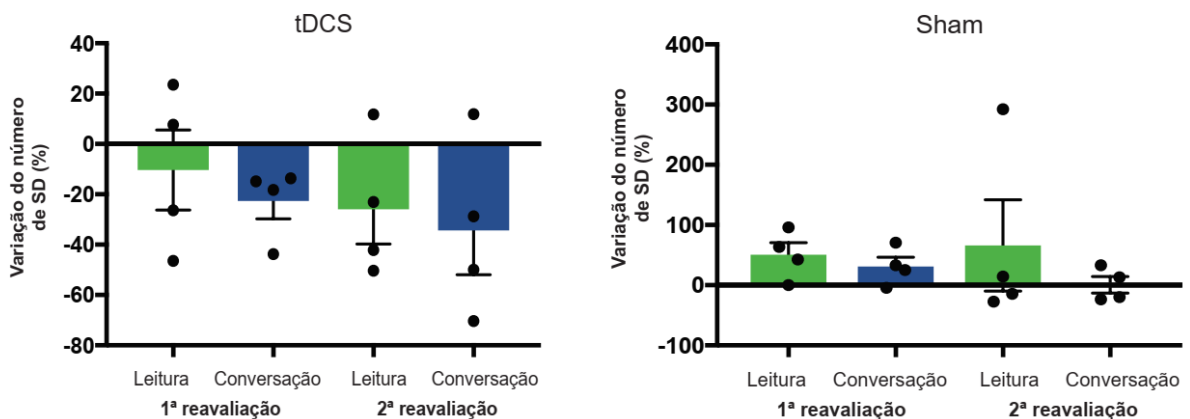


Figura 15. Variação na quantidade de sílabas disfluente para tarefas de leitura e conversação, nos dois momentos de reavaliação. (n=8)

Ao fazer a análise separada do tempo de disfluência para cada atividade, foi encontrada diferença significativa entre grupos na segunda reavaliação para a atividade de leitura, em que o grupo tDCS (média = -43,15; EPM = 6,36) teve média menor que o grupo sham (média = -8,47; EPM = 8,47) ( $U = 0$ ,  $p = 0,029$ ). A análise para leitura na primeira reavaliação, assim como para conversação nos dois momentos não gerou diferenças significativas (Figura 16).

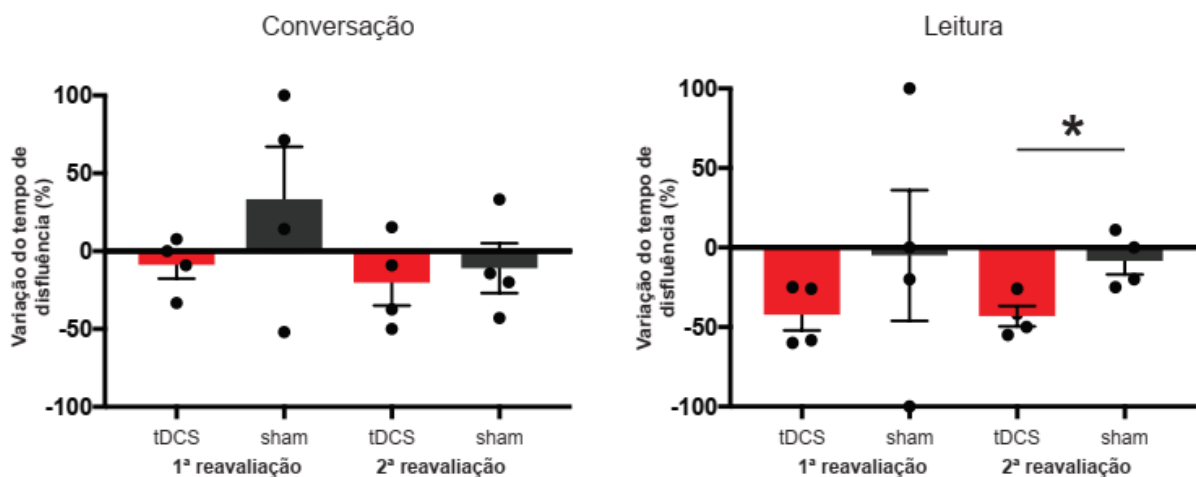


Figura 16. Variação do tempo de disfluência nas atividades de leitura e conversação para cada grupo experimental nas duas reavaliações. ( $n=8$ )

Para controlar a potencial contribuição de fatores emocionais em nosso experimento, também anotamos a evolução da ansiedade e da auto-percepção dos participantes desde antes do início até o final do experimento. Analisando os escores no questionário BAI não foi encontrada diferença significativa ( $U = 4$ ,  $p = 0,34$ ) entre o grupo tDCS (Média = 45,17; EPM = 67,21) e o grupo sham (Média = -27,05; EPM = 6,86). Da mesma forma, não houve diferença significativa entre os escores no questionário OASES ( $U = 6$ ,  $p = 0,69$ ) do grupo tDCS (Média = 0,17; EPM = 1,55) e sham (Média = -6,63; EPM = 5,52) (Figura 17).

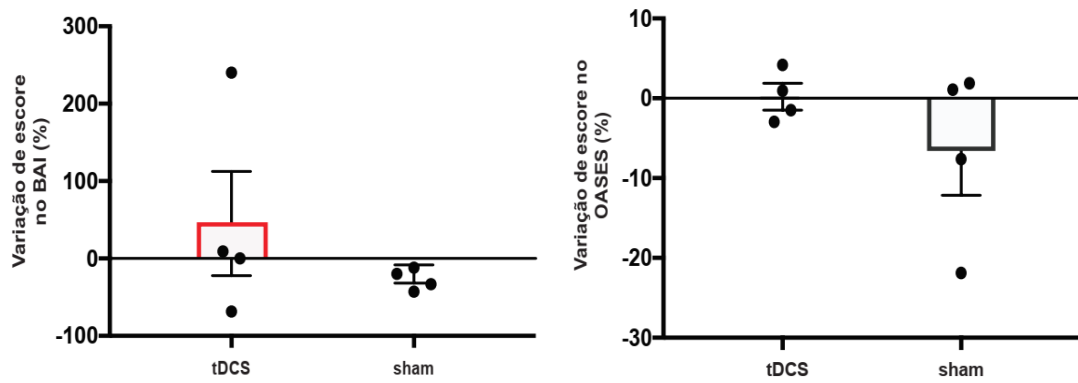


Figura 17. Variação de escores do questionário BAI, à esquerda, e do questionário OASES a direita para os dois grupos experimentais na segunda reavaliação. (n=8)

## 5 DISCUSSÃO

Em nosso experimento, podemos destacar possíveis efeitos da ETCC bi-hemisférica sobre a fluência de fala. Os participantes sob estimulação real apresentaram escores menores no SSI-IV e menor número de sílabas disfluentes somente na primeira reavaliação, em comparação com o grupo “sham”. Da mesma forma, o grupo real apresentou médias menores de tempo de disfluência do que o grupo “sham”, somente na atividade de leitura da segunda reavaliação. A seguir, discutimos o que estes dados nos permitem inferir sobre o funcionamento do cérebro do portador de gagueira e o uso da neuroestimulação no seu tratamento.

Estudos da ETCC e seu efeito sobre o controle motor da fala são bem menos comuns do que outras abordagens da linguagem, como compreensão ou fluência verbal (95). Dentro dessa área, é bem mais comum encontrar estudos que lidam com afasia ou apraxia de fala do que gagueira. No entanto, por apresentarem tarefas comportamentais semelhantes às utilizadas para estudar a gagueira, esses estudos podem também nortear o embasamento teórico para escolha de focos de estimulação. Como esperado, alvos comuns para ambos transtornos são o próprio córtex motor, área motora suplementar e área de Broca, conhecidas pelo planejamento e execução do movimento da fala.

A localização dos eletrodos empregada neste estudo parece estar bem alinhada com resultados mais promissores encontrados em estudos recentes da literatura científica. Uma pesquisa com número amostral bem maior (e.g. 19 participantes), mas com estimulação sobre a área suplementar motora esquerda (FC1 e FCz) não encontrou qualquer diferença de fluência entre grupos tDCS e sham (30). No entanto, outros trabalhos também encontraram resultados promissores com estimulação por ETCC em outras áreas (81,96,97). Nossos resultados não permitem afirmar que o IFG seja a área mais eficiente, mas é seguro reforçar sua influência significativa na articulação motora em pessoas que gaguejam. É importante também lembrar que a estimulação por ETCC pode agir em regiões neurais que não estejam imediatamente abaixo dos eletrodos, podendo modular outros centros de processamento de linguagem. Logo, é possível que tenhamos afetado indiretamente áreas subcorticais, de forma que não pudemos controlar o local exato da estimulação devido a limitações técnicas.

O uso da estimulação bi-hemisférica não é por acaso. O processo de inibição inter-hemisférica (IIH), em que a atividade de um hemisfério gera inibição do seu contralateral por meio de conexões transcalosais, é evidenciado pela presença dessas conexões em primatas (92 *apud* 93) e pela constatação de IIH no córtex motor humano com uso de estimulação transcraniana (100). Esse processo poderia ser o causador da “facilitação funcional paradoxal” citada por Kapur (85) e observado aqui na gagueira. Dessa forma, nossos dados corroboram com a hipótese de que a atividade exacerbada do hemisfério direito estaria inibindo excessivamente o esquerdo, causando um impacto negativo sobre a fluência verbal.

A primeira pergunta respondida em nosso estudo é se a intervenção por ETCC bi-hemisférica gerou alguma diferença de fluência nas pessoas que gaguejam. As medidas no inventário SSI mostraram um efeito geral de melhora, que pode ser verificado como uma maior fluência geral na primeira avaliação; e uma diminuição do tempo de disfluência na segunda avaliação. Essa diminuição apareceu somente em leitura, como nos trabalhos de Chesters, em 2018 e de Garnett, em 2019. A mesma explicação proposta nos trabalhos citados pode ter ocorrido nesse experimento: pessoas que gaguejam tem ciência das sílabas que lhes geram disfluência, e conseguem evitá-las ao longo da conversa com substituição de palavras, o que impactaria na eficiência desse exercício específico.

Como visto anteriormente, o grupo tDCS teve menos sílabas disfluentes do que o grupo sham na primeira semana de avaliações, assim como menores escores de SSI-IV. Isso mostra consistência do efeito observado tanto sobre uma medida simples (%SD) quanto sobre uma medida que avalia número de sílabas, duração de disfluência e trejeitos/concomitantes físicos (SSI-IV, Anexo IV) e, portanto, mais complexa. No trabalho de Chesters e cols. (80) foi observado tal efeito na primeira e segunda reavaliações para ambos os escores, assim como no de Moein e cols. (81), cujos protocolos . É possível argumentar que talvez a intervenção necessite de mais tempo ou usar amperagens maiores, mas é mais provável que esse efeito no segundo follow-up apareça com o aumento do número de participantes na análise.

A quantidade de sílabas disfluentes para os dois tipos de atividade fonoterápica, assim como o tempo médio de disfluência e os tempos para cada tipo de atividade não mostraram diferença significativa. Mesmo assim, é possível observar uma clara tendência de valores negativos para os participantes do grupo tDCS e

valores positivos para o grupo sham. Considerando a pequena quantidade de participantes usada na análise, é razoável considerar que o efeito não foi alcançado por limitação metodológica ao invés de ineficiência da técnica ou da montagem.

Processos cognitivos complexos como criatividade verbal foram melhorados com lateralização induzida por tDCS bi-hemisférica sobre o IFG, mas com o ânodo sobre o lado direito do cérebro em pessoas saudáveis (101). Tratando especificamente da linguagem, Thiel e colaboradores (102) usaram TMS de forma inibitória sobre o IFG esquerdo durante produção da fala de pessoas saudáveis, simulando uma lesão. Identificaram por imagens de fMRI maior ativação do IFG direito como consequência da estimulação para todos os seis participantes, sugerindo conexão inter-hemisférica entre as duas regiões.

Estudos sobre a neurofisiologia de transtornos obtêm resultados semelhantes. O trabalho de Hendler (103) com fMRI mostra IIH reduzida em pacientes esquizofrênicos que, como sugerido, pode ter relevância na assimetria reduzida da ativação relacionada a linguagem. Essa assimetria é uma constatação robusta nesses pacientes (103) e pode estar envolvida no “discurso desorganizado”, um dos sintomas listados no DSM-V para esse transtorno. Não somente, há constatação do mesmo fenômeno em afasia posterior a derrame, mostrando o mesmo déficit de assimetria para linguagem em geral (104).

No caso de Wiltshire (82), o uso de estimulação bi-hemisférica não obteve efeitos mensuráveis na produção motora de trava-línguas por ser aplicada em pessoas saudáveis, como mencionado pelas próprias autoras. Partindo de nossa visão da literatura, esse tipo de estimulação tem seu mérito por poder restaurar a lateralização do controle motor prejudicado em pessoas com gagueira, e não apresentaria efeito em pessoas com lateralização bem estabelecida. Isso sugere algum limite da eficiência do controle motor da fala e que pessoas fluentes já possuem nível ótimo de produção motora. Um dado interessante que pode estar relacionado a essa proposta é que, entre 9 línguas de diferentes locais e tipos de produção, o ritmo da fala fluente tende a ser de 5Hz (105). Esse valores podem estar relacionados com limitações biomecânicas e perceptuais da comunicação falada (106), o que permite sugerir a existência de parâmetros ótimos para esse processo.



Dentre outras evidências a favor da lateralização, o trabalho de Eyre (107) com estimulação por TMS em bebês saudáveis demonstra que, ao longo do desenvolvimento, o controle motor é bilateral. O comportamento motor é errático nessa fase, ganhando refinamento com o crescimento, o que ocorre conjuntamente com lateralização do controle no cérebro. É possível fazer um paralelo desse dado com o controle da fala na gagueira, principalmente com a melhora encontrada ao estimular a lateralização. Nessa linha de pensamento, Neef e colaboradores (46) encontraram que pessoas fluentes possuíam assimetria da codificação motora da fala fluente para o hemisfério esquerdo, o que não ocorre para pessoas que gaguejam. A estimulação não-invasiva da área de Broca e área motora suplementar é sinalizada pela autora como promissora para a ativação estável do plano sensorimotor na gagueira (46).

Este trabalho, além de apontar o potencial da estimulação bi-hemisférica, dá também suporte a abordagem do conflito inter-hemisférico como causador da gagueira. Uma hipótese alternativa foi proposta por Chesters e Mottonen (79), que sugeriram que a atividade das regiões BA 44/45 no hemisfério direito de pessoas que gaguejam seja resultado de compensação pela gagueira, assumindo completamente o papel do planejamento motor no cérebro. Sob essa hipótese, a montagem que usamos poderia ter gerado piora de fluência em comparação ao grupo controle, o que não foi o caso. Dessa forma, nossos resultados apontam que a intervenção apresenta efeitos benéficos devido à possível restituição do controle motor ao hemisfério esquerdo do cérebro.

Apesar dos nossos resultados não corroborarem com a hipótese proposta por Chesters e Mottonen (79), é possível que em alguns indivíduos de fato haja uma inversão completa do planejamento motor da fala, com um recrutamento preferencial do hemisfério direito em detrimento do hemisfério esquerdo. Uma abordagem interessante para estudos futuros seria utilizar uma montagem bi-hemisférica em pessoas disfluentes, mas dessa vez estimular Fc5 de forma catódica e Fc6 de forma anódica, buscando mensurar alguma melhora na performance. Isso poderia evidenciar (ou não) uma possível preferência da rede de controle motor da fala por algum dos hemisférios.

Por outro lado, esta montagem alternativa poderia revelar também que qualquer um dos hemisférios poderia fazer controle motor da fala, contanto que fosse

mantida *assimetria do controle*. Estudos de lesão levam a pensar dessa forma, como no caso de Norton e colaboradores (108), em que pessoas afásicas passaram por “terapia de fala baseada em entonação”. Esses pacientes apresentaram aumento no número e volume de fibras no fascículo arqueado direito concomitante à melhora de fluência, o que os autores interpretaram como maior recrutamento dessa rede, sendo responsável pela melhora comportamental. Outros trabalhos mostraram resultados semelhantes com estimulação anódica sobre o hemisfério direito (77,109). Porém, é importante considerar que todas elas usaram terapia de entonação, em que o participante tem melhora da fluência, mas usa um ritmo melódico ao invés de fluxo de fala natural, recrutando naturalmente o hemisfério direito, e provavelmente não geraria melhora na fala natural.

Dessa forma, podemos propor que a gagueira de desenvolvimento se manifesta durante a infância do portador. Ela é bem comum nesse período e pode ser resultado de imaturidade do desenvolvimento do sistema de controle motor da fala. Mais especificamente, por razões ainda não bem definidas, a lateralização da fala não ocorre de forma completa. Isso pode envolver mielinização de neurônios ou aumento do número de fibras no hemisfério esquerdo. Dessa forma, a atividade no IFG direito, por meio da inibição inter-hemisférica, prejudica a atividade do hemisfério esquerdo, cujo plano motor é implementado de forma defeituosa. A intervenção catódica sobre o IFG direito reduz a inibição sobre seu contralateral, que está sendo estimulado anodicamente. Assim, induzimos a lateralização característica de falantes fluentes e encontramos melhora da fala, evidenciando o papel chave da área de Broca nesse transtorno.

Quanto às medidas psicossociais, não foram encontradas diferenças significativas tanto para o teste BAI quanto para o OASES, apesar de o grupo tDCS apresentar média menor nos dois testes em comparação ao grupo controle. Esse achado é similar ao encontrado no trabalho de Watkins, que sugere que uma semana de intervenção pode ter sido tempo insuficiente para gerar impactos psicológicos nos participantes. É importante considerar aqui o fato de que, apesar de tentar emular o ambiente da fonoterapia, o protocolo utilizado não corresponde ao adotado normalmente na clínica. Dessa forma, nesse trabalho não exploramos alguns dos fatores que influenciam em específico na auto-percepção além dos exercícios em si, como a convivência com outras pessoas que gaguejam e intervenções de caráter

psicoterápico. Esses são elementos comumente abordados por diferentes programas de tratamento de gagueira, e são relatados como importantes no efeito geral de melhora (110–113). Assim, nosso protocolo como proposto não apresenta condições de avaliar tais efeitos e, para tal, precisaria de adaptações. Ainda, a melhora na quantidade de sílabas disfluentes e no escore do SSI-IV não está necessariamente atrelada a melhora nos impactos psicossociais, e justifica os resultados encontrados.

Pensando no contexto atual de pandemia, já existem protocolos de aplicação de ETCC em casa (114), eliminando a necessidade da presença de pacientes de risco no consultório. Isso evidencia a facilidade e segurança no uso da técnica. Atualmente, o uso da ETCC está liberado para uso na fisioterapia no Brasil, e pode ser um aliado importante no tratamento de transtornos diversos. Essa pesquisa mostra tal potencial para o caso da gagueira: o teste SSI-IV é um dos mais usados por fonoterapeutas atualmente para avaliação desse transtorno, sugerindo sua abrangência, e a melhora que obtivemos foi captada por esse teste. Baseado nisso, podemos reforçar não só o potencial da técnica, mas da montagem específica para aplicabilidade na clínica.

Ainda, a segurança no uso da ETCC representa uma opção bem mais tolerável do que intervenções medicamentosas, por exemplo. O uso de medicamentos representa riscos de efeitos colaterais, efeitos de interação e riscos à saúde do paciente (41). Exemplos de efeitos colaterais reportados são fadiga, ganho de peso, sintomas extrapiramidais, convulsões, entre outros (41). Em contraste, a ETCC apresenta como efeito colateral, em caso de sensibilidade extrema, dor de cabeça tratável com analgésicos como paracetamol (60). Corroborando a literatura, não houve relatos de efeitos colaterais ou incômodos sofridos pelos participantes nesse protocolo, indicando sua segurança.

Nosso experimento apresenta algumas limitações. De forma majoritária, o tamanho da amostra é pequeno para fazer afirmações definitivas sobre o efeito da ETCC na gagueira. Parear nossa intervenção com ressonância magnética funcional ou eletroencefalografia seria também útil para ter uma ideia temporal e topográfica da ativação cerebral, assim como possíveis modificações dessa ativação. Outra variável passível de controle é o tipo de estímulo usado na intervenção; pessoas gaguejam em sons específicos, e isso é variável de pessoa pra pessoa. É possível montar conjuntos de palavras específicos para cada pessoa que vão causar disfluência e ter a certeza de avaliar o fenômeno (115). Todas essas ideias não foram possíveis devido a

limitações financeiras e técnicas, mas podem ser adições interessantes em experimentos futuros.

Após considerar os dados acima, vale ressaltar, por fim, o efeito de melhora de fluência gerado pelo uso da intervenção proposta. Com somente cinco dias de tratamento com estimulação elétrica, foi constatado que a redução na quantidade de disfluências gagas era em torno de 15% a 30% na primeira semana, o que não foi observado no grupo controle. Lembrando que a taxa de melhora encontrada em média por tratamentos convencionais é por volta de 50% (39) e que esses tratamentos tendem a ser de longa duração (40), fica clara uma possível vantagem da metodologia aqui usada e o mérito de sua exploração no futuro próximo.

## 6 CONCLUSÃO

Após usar a ETCC bi-hemisférica em pessoas que gaguejam, estimulando a região cortical referente à área de Broca no hemisfério esquerdo, e inibindo a área contralateral, pudemos observar melhora da fluência em pessoas que gaguejam submetidas a um protocolo de tratamento de fluência de fala em um desenho experimental duplo cego. Os benefícios da estimulação foram observados uma semana após intervenção, apesar de termos contado com uma amostra experimental relativamente pequena. As análises empregadas neste trabalho indicam melhoras consistentes na escala padronizada SSI-IV na primeira semana após o tratamento. Essa melhora também pôde ser observada na medida de porcentagem de sílabas disfluente para primeira semana, além de uma tendência a melhora na sexta semana após a intervenção. Além disso, a atividade de leitura foi mais sensível a intervenção, corroborando dados prévios na literatura. Baseados nesses achados, consideramos que o fenômeno da inibição inter-hemisférica e a assimetria cerebral são relevantes na compreensão e tratamento da gagueira.

Embora não tenha sido observado efeito significativo da ETCC em todas as análises feitas, nossos resultados apontam que a montagem aqui proposta é uma opção promissora para o tratamento fonoterápico e deve ser explorada em trabalhos futuros. Este é o primeiro trabalho com uso de estimulação não invasiva para tratamento da gagueira no Brasil, e nossos resultados podem embasar futuras explorações com o uso da estimulação bi-hemisférica durante exercícios de fluência, como uma alternativa à montagem monocefálica usada por Chesters e colaboradores. Trabalhos futuros serão essenciais para estabelecer os melhores parâmetros possíveis para este tipo de intervenção.

Além de expandir a compreensão sobre a neurofisiologia da disfluência de fala, esse trabalho mostra o potencial dessa terapia para a clínica fonoterápica. A ETCC é um instrumento de fácil manuseio, baixo custo, e sem efeitos colaterais adversos, cuja associação com a clínica fonoterápica pode restituir qualidade de vida para os pacientes de forma mais rápida e mais duradoura. Estudos futuros são encorajados para enriquecer a literatura e viabilizar o uso dessa intervenção no Brasil.

## 7 REFERÊNCIAS

1. Neef NE, Anwander A, Friederici AD. The Neurobiological Grounding of Persistent Stuttering: from Structure to Function. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2015;15(9).
2. Boeckx C, Barcelona U De. 4.21 Language Evolution. 2017;4(2):325–39.
3. Dronkers NF, Plaisant O, Iba-Zizen MT, Cabanis EA. Paul Broca's historic cases: High resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain.* 2007.
4. Broca PP. Remarks on the Seat of the Faculty of Articulated Language, Following an Observation of Aphemia (Loss of Speech). *Bull la Société Anthropol.* 1861;6:330–57.
5. Friederici AD. The brain basis of language processing: From structure to function. *Physiol Rev.* 2011;91(4):1357–92.
6. Friederici AD. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends Cogn Sci.* 2002;6(2):78–84.
7. Penfield W. The cerebral cortex in man: I. The cerebral cortex and consciousness. *Arch Neurol Psychiatry.* 1938;
8. DeWitt I, Rauschecker JP. Wernicke's area revisited: Parallel streams and word processing. *Brain Lang [Internet].* 2013;127(2):181–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandl.2013.09.014>
9. Balezeau F, Wilson B, Gallardo G, Dick F, Hopkins W, Anwander A, et al. Primate auditory prototype in the evolution of the arcuate fasciculus. *Nat Neurosci [Internet].* 2020;23(5):611–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41593-020-0623-9>
10. Purves D, Augustine G, Fitzpatrick D, Hall W, LaMantia A, McNamara J, et al. *Neuroscience 4th edition.* 4th edition. 2008.
11. Geschwind N. Disconnexion syndromes in animals and man: Part I. *Neuropsychol Rev.* 2010;20(2):128–57.
12. Weiller C, Bormann T, Saur D, Musso M, Rijntjes M. How the ventral pathway got lost - And what its recovery might mean. *Brain Lang.* 2011;118(1–2):29–39.
13. Bohland JW, Bullock D, Guenther FH. Neural Representations and Mechanisms for the Performance of Simple Speech Sequences. 2009;22(7):1504–29.
14. Hickok G, Poeppel D. Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition.* 2004;92(1–2):67–99.
15. Hickok G, Poeppel D. The cortical organization of speech processing. 2007;8(May):393–402.
16. Poeppel D, Emmorey K, Hickok G, Pylkkänen L. Towards a new neurobiology

- of language. *J Neurosci*. 2012;32(41):14125–31.
17. Fridriksson J, Den Ouden DB, Hillis AE, Hickok G, Rorden C, Basilakos A, et al. Anatomy of aphasia revisited. *Brain*. 2018;141(3):848–62.
  18. Werker JF, Hensch TK. Critical periods in speech perception: New directions. *Annu Rev Psychol*. 2015;66(September 2014):173–96.
  19. Gazzaniga MS. *The Cognitive Neurosciences* (5th ed.). Mit Press. 2009.
  20. Huth AG, De Heer WA, Griffiths TL, Theunissen FE, Gallant JL. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature*. 2016;532(7600):453–8.
  21. Fedorenko E, Blank IA. Broca's Area Is Not a Natural Kind. *Trends Cogn Sci* [Internet]. 2020;24(4):270–84. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.01.001>
  22. Hickok G, Lawrence Small S. *Neurobiology of Language*. Igarss 2014. 2016. 1188 p.
  23. WHO ICD-10. International statistical classification of diseases and related health problems, 10th revision (ICD-10). World Heal Organ. 2016;
  24. Giorgetti M de P, de Oliveira CMC, Giacheti CM. Behavioral and social competency profiles of stutterers. *Codas*. 2015;27(1):44–50.
  25. Daniels, Derek E. Gabel RM. The Impact of Stuttering on Identity Construction. *New Horizons Multicult Couns*. 2004;261–80.
  26. Iverach L, Rapee RM. Social anxiety disorder and stuttering: Current status and future directions. *J Fluency Disord* [Internet]. 2014;40:69–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2013.08.003>
  27. Celeste LC. A autoavaliação de pessoas com gagueira em relação à expressão de atitudes. *Distúrbios da Comun* ISSN 2176-2724. 2014;26(1):168–75.
  28. Ward D. Stuttering and cluttering: Frameworks for understanding and treatment. *Stuttering and Cluttering: Frameworks for Understanding and Treatment*. 2006. 1–436 p.
  29. Yairi E, Ambrose N. Epidemiology of stuttering: 21st century advances. *J Fluency Disord* [Internet]. 2013 Jun;38(2):66–87. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0094730X12001052>
  30. Garnett EO, Chow HM, Choo AL, Chang SE. Stuttering Severity Modulates Effects of Non-invasive Brain Stimulation in Adults Who Stutter. *Front Hum Neurosci*. 2019;13(November):1–10.
  31. Drayna D, Kang C. Genetic approaches to understanding the causes of stuttering. *J Neurodev Disord*. 2011;3(4):374–80.
  32. Frigerio-Domingues C, Drayna D. Genetic contributions to stuttering: the current evidence. *Mol Genet Genomic Med*. 2017;5(2):95–102.
  33. Barnes TD, Wozniak DF, Gutierrez J, Han TU, Drayna D, Holy TE. A Mutation

- Associated with Stuttering Alters Mouse Pup Ultrasonic Vocalizations. *Curr Biol* [Internet]. 2016;26(8):1009–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2016.02.068>
34. Kang C, Riazuddin S, Mundorff J, Krasnewich D, Friedman P, Mullikin JC, et al. Mutations in the Lysosomal Enzyme–Targeting Pathway and Persistent Stuttering. *N Engl J Med* [Internet]. 2010 Feb 25;362(8):677–85. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa0902630>
  35. Pereira B. Associação entre o perfil audiológico e alterações de linguagem em crianças atendidas no Setor de Fonoaudiologia do Centro de Saúde Escola Samuel Barnsley Pessoa. 2013;
  36. Bandeira RN. Prevalência E Fatores Associados Aos Distúrbios Vocais Na População De Adultos Do Município De João Pessoa-Pb. 2016;
  37. Lincoln M, Packman A, Onslow M. Altered auditory feedback and the treatment of stuttering: A review. *J Fluency Disord*. 2006;31(2):71–89.
  38. Brian SO, Cream A, Brian NO. Is Listener Comfort a Viable Construct in Stuttering Research ? 2017;503–9.
  39. Brignell A, Krahe M, Downes M, Kefalianos E, Reilly S, Morgan AT. A systematic review of interventions for adults who stutter. *J Fluency Disord* [Internet]. 2020;64(March):105766. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2020.105766>
  40. Costa JB, Ichitani T, Juste FS, Cunha MC, de Andrade CRF. Clinical Trial for Stuttering Treatment: Pilot study about dog participation in the therapy session. *Codas*. 2019;31(5):1–7.
  41. Bothe AK, Davidow JH, Bramlett RE, Ingham RJ. Stuttering treatment research 1970-2005: I. Systematic review incorporating trial quality assessment of behavioral, cognitive, and related approaches. *Am J Speech-Language Pathol*. 2006;15(4):321–41.
  42. Alm PA. On the Causal Mechanisms of Stuttering. 2005;177.
  43. Andrews G, Craig A, Feyer A, Hoddinott S, Howie P, Neilson M. Stuttering: A review of research findings and theories circa 1982. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1983.
  44. Kronfeld-Duenias V, Amir O, Ezrati-Vinacour R, Civier O, Ben-Shachar M. The frontal aslant tract underlies speech fluency in persistent developmental stuttering. *Brain Struct Funct* [Internet]. 2016;221(1):365–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00429-014-0912-8>
  45. Smith A, Weber C. How stuttering develops: The multifactorial dynamic pathways theory. *J Speech, Lang Hear Res*. 2017;
  46. Neef NE, Linh Hoang TN, Neef A, Paulus W, Sommer M. Speech dynamics are coded in the left motor cortex in fluent speakers but not in adults who stutter. *Brain*. 2015;138(3):712–25.
  47. Alm PA, Karlsson R, Sundberg M, Axelson HW. Hemispheric Lateralization of Motor Thresholds in Relation to Stuttering. *PLoS One*. 2013;8(10):1–5.



48. O. Bloodstein, N. Bernstein Ratner. *A Handbook on Stuttering.*, 6th ed., J Fluency Disord. 2008;
49. Busan P, Del Ben G, Russo LR, Bernardini S, Natarelli G, Arcara G, et al. Stuttering as a matter of delay in neural activation: A combined TMS/EEG study. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2019;130(1):61–76. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.10.005>
50. Nitsche MA, Paulus W. Excitability Changes Induced in Th Human Motor Cortex By Weak Tdcs. *J Physiol*. 2000;527(3):633–9.
51. Jacobson L, Koslowsky M, Lavidor M. TDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Exp Brain Res*. 2012;216(1):1–10.
52. Bikson M, Datta A, Rahman A, Scatturo J. Electrode montages for tDCS and weak transcranial electrical stimulation. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2011;121(12):1976–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2010.05.020><https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2983105/>
53. Moliadze V, Antal A, Paulus W. Electrode-distance dependent after-effects of transcranial direct and random noise stimulation with extracephalic reference electrodes. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2010;121(12):2165–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2010.04.033>
54. Imburgio MJ, Orr JM. Effects of prefrontal tDCS on executive function: Methodological considerations revealed by meta-analysis. *Neuropsychologia* [Internet]. 2018;117:156–66. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.022>
55. Gartside IB. Mechanisms of Sustained Increases of Firing Rate of Neurones in the Rat Cerebral Cortex after Polarization: Role of Protein Synthesis. 1968;220:382–3.
56. Nitsche MA, Liebetanz D, Antal A, Lang N, Tergau F, Paulus W. Chapter 27 Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation - technical, safety and functional aspects. *Suppl Clin Neurophysiol*. 2003;56(C):255–76.
57. Woods AJ, Antal A, Bikson M, Boggio PS, Brunoni AR, Celnik P, et al. A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clin Neurophysiol*. 2016;127(2):1031–48.
58. Stagg CJ, Antal A, Nitsche MA. Physiology of Transcranial Direct Current Stimulation. *J ECT*. 2018;34(3):144–52.
59. Polanía R, Nitsche MA, Ruff CC. Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. *Nat Neurosci*. 2018;21(2):174–87.
60. Brunoni AR, Nitsche MA, Bolognini N, Bikson M, Wagner T, Merabet L, et al. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. *Brain Stimul*. 2012;5(3):175–95.
61. Nitsche MA, Fricke K, Henschke U, Schlitterlau A, Liebetanz D, Lang N, et al. Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *J Physiol*. 2003;

62. Stagg CJ, Best JG, Stephenson MC, O'Shea J, Wylezinska M, Kineses ZT, et al. Polarity-sensitive modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *J Neurosci*. 2009;29(16):5202–6.
63. Ardolino G, Bossi B, Barbieri S, Priori A. Non-synaptic mechanisms underlie the after-effects of cathodal transcutaneous direct current stimulation of the human brain. *J Physiol*. 2005;568(2):653–63.
64. Lisman, John E &, Idiart MAP. Storage of 7+2 Short-Term Memories in Oscillatory Subcycles [Internet]. Vol. 267, *Science*. 1995. p. 1512–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pitt.idm.oclc.org/pubmed/7878473>
65. Priori A, Berardelli A, Rona S, Accornero N, Manfredi M. Polarization of the human motor cortex through the scalp. Vol. 9, *NeuroReport*. 1998. p. 2257–60.
66. Nitsche MA, Paulus W. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*. 2001;57(10):1899–901.
67. Baker JM, Rorden C, Fridriksson J. Using transcranial direct-current stimulation to treat stroke patients with aphasia. *Stroke*. 2010;41(6):1229–36.
68. Fiori V, Coccia M, Marinelli C V., Vecchi V, Bonifazi S, Gabriella Ceravolo M, et al. Transcranial direct current stimulation improves word retrieval in healthy and nonfluent aphasic subjects. *J Cogn Neurosci*. 2011;23(9):2309–23.
69. Jung I-Y, Lim JY, Kang EK, Sohn HM, Paik N-J. The Factors Associated with Good Responses to Speech Therapy Combined with Transcranial Direct Current Stimulation in Post-stroke Aphasic Patients. *Ann Rehabil Med*. 2011;35(4):460.
70. Marangolo P, Marinelli C V., Bonifazi S, Fiori V, Ceravolo MG, Provinciali L, et al. Electrical stimulation over the left inferior frontal gyrus (IFG) determines long-term effects in the recovery of speech apraxia in three chronic aphasics. *Behav Brain Res* [Internet]. 2011;225(2):498–504. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2011.08.008>
71. Fregni F, Boggio PS, Mansur CG, Wagner T, Ferreira MJL, Lima MC, et al. Transcranial direct current stimulation of the unaffected hemisphere in stroke patients. *Neuroreport*. 2005;16(14):1551–5.
72. Allman C, Amadi U, Winkler AM, Wilkins L, Filippini N, Kischka U, et al. Ipsilesional anodal tDCS enhances the functional benefits of rehabilitation in patients after stroke. *Sci Transl Med*. 2016;8(330).
73. Antal A, Nitsche MA, Kincses TZ, Kruse W, Hoffmann KP, Paulus W. Facilitation of visuo-motor learning by transcranial direct current stimulation of the motor and extrastriate visual areas in humans. *Eur J Neurosci*. 2004;19(10):2888–92.
74. COFFITO. Normatização do Uso de EMT e ETCC de 22 de Dezembro de 2014. Brasil; 2014 p. 1–6.
75. Iyer MB, Mattu U, Grafman J, Lomarev M, Sato S, Wassermann EM. Safety and cognitive effect of frontal DC brain polarization in healthy individuals. *Neurology*. 2005;

76. Monti A, Ferrucci R, Fumagalli M, Mameli F, Cogiamanian F, Ardolino G, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) and language. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2013;84(8):832–42.
77. Vines BW, Norton AC, Schlaug G. Non-invasive brain stimulation enhances the effects of melodic intonation therapy. *Front Psychol*. 2011;2(SEP):1–10.
78. Flöel A, Rösler N, Michka O, Knecht S, Breitenstein C. Noninvasive brain stimulation improves language learning. *J Cogn Neurosci*. 2008;20(8):1415–22.
79. Chesters J, Watkins KE, Möttönen R. Investigating the feasibility of using transcranial direct current stimulation to enhance fluency in people who stutter. *Brain Lang [Internet]*. 2017;164:68–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandl.2016.10.003>
80. Chesters J, Möttönen R, Watkins KE. Transcranial direct current stimulation over left inferior frontal cortex improves speech fluency in adults who stutter. *Brain*. 2018;141(4):1161–71.
81. Moein N, Mohamadi R, Rostami R, Nitsche M, Zomorodi R, Ostadi A, et al. Investigation of the effect of Delayed Auditory Feedback and transcranial Direct Current Stimulation (DAF-tDCS) treatment for the enhancement of speech fluency in adults who stutter: a Randomized Controlled Trial. 2020;1–16.
82. Wiltshire CEE, Watkins KE. Failure of tDCS to modulate motor excitability and speech motor learning. *Neuropsychologia [Internet]*. 2020;146(May):107568. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107568>
83. Jung-Beeman M. Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends Cogn Sci*. 2005;9(11):512–8.
84. Alexandrou AM, Saarinen T, Mäkelä S, Kujala J, Salmelin R. The right hemisphere is highlighted in connected natural speech production and perception. *Neuroimage [Internet]*. 2017;152(March):628–38. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.03.006>
85. Kapur N. Paradoxical functional facilitation in brain-behaviour research. *Brain*. 1996;119:1775–90.
86. Mansur CG, Fregni F, Boggio PS. A sham controlled trial of rTMS of the unaffected hemisphere. *Neurology*. 2005;64(10):1802–4.
87. Vines BW, Cerruti C, Schlaug G. Dual-hemisphere tDCS facilitates greater improvements for healthy subjects' non-dominant hand compared to uni-hemisphere stimulation. *BMC Neurosci*. 2008;9:1–7.
88. Marangolo P, Fiori V, Cipollari S, Campana S, Razzano C, Di Paola M, et al. Bihemispheric stimulation over left and right inferior frontal region enhances recovery from apraxia of speech in chronic aphasia. *Eur J Neurosci*. 2013;38(9):3370–7.
89. Riley GD. A stuttering severity instrument for children and adults. *J Speech Hear Disord*. 1972;
90. Bragatto EL, Osborn E, Yaruss JS, Quesal R, Schiefer AM, Chiari BM.

- Brazilian version of the overall assessment of the speaker's experience of stuttering-adults protocol (OASES-A). *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;24(2):145–51.
91. Beck, Brown, Epstein, Steer. An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. *Journal of Consulting and. Clin Psychol.* 1988;56(6):893–7.
  92. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971;
  93. O'Connell NE, Cossar J, Marston L, Wand BM, Bunce D, Moseley GL, et al. Rethinking Clinical Trials of Transcranial Direct Current Stimulation: Participant and Assessor Blinding Is Inadequate at Intensities of 2mA. *PLoS One.* 2012;7(10).
  94. Li LM, Uehara K, Hanakawa T. The contribution of interindividual factors to variability of response in transcranial direct current stimulation studies. *Front Cell Neurosci.* 2015;9(MAY).
  95. Argyropoulos GPD. Translational Neuroscience of Speech and Language Disorders: State of the Art. *Translational Neuroscience of Speech and Language Disorders.* 2020. 1–4 p.
  96. Fridriksson J, Richardson JD, Baker JM, Rorden C. Transcranial direct current stimulation improves naming reaction time in fluent aphasia: A double-blind, sham-controlled study. *Stroke.* 2011;42(3):819–21.
  97. Buchwald A, Calhoun H, Rimikis S, Lowe MS, Wellner R, Edwards DJ. Using tDCS to facilitate motor learning in speech production: The role of timing. *Cortex [Internet].* 2019;111:274–85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.11.014>
  98. Gould HJ, Cusick CG, Pons TP, Kaas JH. The relationship of corpus callosum connections to electrical stimulation maps of motor, supplementary motor, and the frontal eye fields in owl monkeys. *J Comp Neurol.* 1986;
  99. Gorsler A, Bäumer T, Weiller C, Münchau A, Liepert J. Interhemispheric effects of high and low frequency rTMS in healthy humans. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(10):1800–7.
  100. Ferbert A, Priori A, Rothwell JC, Day BL, Colebatch JG, Marsden CD. Interhemispheric inhibition of the human motor cortex. *J Physiol.* 1992;
  101. Mayseless N, Shamay-Tsoory SG. Enhancing verbal creativity: Modulating creativity by altering the balance between right and left inferior frontal gyrus with tDCS. *Neuroscience [Internet].* 2015;291(February):167–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.01.061>
  102. Thiel A, Schumacher B, Wienhard K, Gairing S, Kracht LW, Wagner R, et al. Direct demonstration of transcallosal disinhibition in language networks. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2006;26(9):1122–7.
  103. Bleich-Cohen M, Sharon H, Weizman R, Poyurovsky M, Faragian S, Hendler T. Diminished language lateralization in schizophrenia corresponds to impaired inter-hemispheric functional connectivity. *Schizophr Res [Internet].*

- 2012;134(2–3):131–6. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.schres.2011.10.011>
104. Griffis JC, Nenert R, Allendorfer JB, Szaflarski JP. Interhemispheric Plasticity following Intermittent Theta Burst Stimulation in Chronic Poststroke Aphasia. *Neural Plast.* 2016;2016:20–3.
  105. Ding N, Patel AD, Chen L, Butler H, Luo C, Poeppel D. Temporal modulations in speech and music. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2017;81:181–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.02.011>
  106. Assaneo MF, Ripollés P, Orpella J, Lin WM, de Diego-Balaguer R, Poeppel D. Spontaneous synchronization to speech reveals neural mechanisms facilitating language learning. *Nat Neurosci* [Internet]. 2019;22(4):627–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41593-019-0353-z>
  107. Eyre JA. Development and plasticity of the corticospinal system in man. *Neural plasticity.* 2003.
  108. Schlaug G, Marchina S, Norton A. Evidence for plasticity in white-matter tracts of patients with chronic broca's aphasia undergoing intense intonation-based speech therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2009;1169:385–94.
  109. Cipollari S, Veniero D, Razzano C, Caltagirone C, Koch G, Marangolo P. Combining TMS-EEG with transcranial direct current stimulation language treatment in aphasia. *Expert Rev Neurother.* 2015;15(7):833–45.
  110. Yaruss JS. Assessing quality of life in stuttering treatment outcomes research. *J Fluency Disord.* 2010;35(3):190–202.
  111. Beilby JM, Byrnes ML, Yaruss JS. Acceptance and Commitment Therapy for adults who stutter: Psychosocial adjustment and speech fluency. *J Fluency Disord.* 2012;37(4):289–99.
  112. Irani F, Gabel R, Daniels D, Hughes S. The long term effectiveness of intensive stuttering therapy: A mixed methods study. *J Fluency Disord* [Internet]. 2012;37(3):164–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2012.04.002>
  113. Boyle MP. Psychological characteristics and perceptions of stuttering of adults who stutter with and without support group experience. *J Fluency Disord.* 2013;38(4):368–81.
  114. Bikson M, Hanlon CA, Woods AJ, Gillick BT, Charvet L, Lamm C, et al. Guidelines for TMS/tES clinical services and research through the COVID-19 pandemic. *Brain Stimul* [Internet]. 2020;13(4):1124–49. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.05.010>
  115. Mersov AM, Jobst C, Cheyne DO, De Nil L. Sensorimotor oscillations prior to speech onset reflect altered motor networks in adults who stutter. *Front Hum Neurosci.* 2016;

## APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**Laboratório de Neurociências e Comportamento  
Departamento de Ciências Fisiológicas  
Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade de Brasília**

### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE*

Convidamos o(a) senhor(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa **Investigação do efeito terapêutico da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) bi-hemisférica no tratamento da disfemia**, sob a responsabilidade do pesquisador **Wesley Medeiros**, sob a supervisão do **Prof. Dr. Rafael Plakoudi Souto Maior**. O objetivo desta pesquisa é **testar o efeito da ETCC no tratamento de pessoas com gagueira**.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A sua participação se dará **por meio de uma avaliação e um breve tratamento com uma fonoterapeuta, em que você fará tarefas de leitura e conversação que gerarão melhora momentânea da gagueira**. Metade dos participantes será estimulado por ETCC em dois eletrodos posicionados na sua cabeça durante as tarefas. Esta estimulação é utilizada na clínica, é indolor e segue padrões bem estabelecidos. Você será informado se foi estimulado ou não ao final da sua participação. Além disso, nós iremos gravar sua imagem e o som da sua voz durante as sessões, e serão feitos testes comportamentais para mensurar seu nível de ansiedade, a severidade da gagueira e sua percepção do efeito da gagueira na sua vida. Todas atividades ocorrerão no Hospital Universitário de Brasília.

Se ao final do estudo for comprovado que a estimulação por ETCC apresentou efeitos benéficos, os participantes que não forem estimulados por ETCC serão convidados a refazer o tratamento, sendo então estimulados durante as sessões.

Sua participação consistirá em **nove sessões** com um tempo estimado de **45 minutos** cada.

Os potenciais riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são algum constrangimento durante as tarefas de leitura e conversação, e uma leve dor de cabeça devido à sensibilidade a estimulação. Caso você sinta qualquer constrangimento, dor ou desconforto, você pode pedir o uso de um analgésico, e/ou a suspensão da atividade. Se você aceitar participar, receberá um acompanhamento por profissionais especializados durante a pesquisa,

e estará contribuindo para um melhor entendimento sobre a neurobiologia da gagueira e novas formas de tratamento.

O(a) senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração. Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na **Universidade de Brasília**, podendo ser publicados posteriormente. Ainda, você será convidado para uma reunião devolutiva, em que apresentaremos os resultados do estudo. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o(a) senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: **Wesley Medeiros**, na **Universidade de Brasília** no telefone **(61) 3107-3117** ou **(61) 985339017**, disponível inclusive para ligação a cobrar. **Caso prefira, pode também enviar um e-mail para [wesley.mdr32@gmail.com](mailto:wesley.mdr32@gmail.com) ou [fycaixeta@unb.br](mailto:fycaixeta@unb.br).**

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepfs@unb.br](mailto:cepfs@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com), horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor (a).

---

Nome / assinatura

---

Wesley Medeiros - Pesquisador Responsável

Brasília, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**APÊNDICE 2 - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA FINS DE PESQUISA**



**Laboratório de Neurociência e Comportamento  
Departamento de Ciências Fisiológicas  
Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade de Brasília**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM DE VOZ  
PARA FINS DE PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, autorizo a utilização da minha imagem e som de voz, na qualidade de participante de pesquisa do projeto de pesquisa intitulado **Investigação do efeito terapêutico da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) bi-hemisférica no tratamento da dislexia**, sob responsabilidade de **Wesley Medeiros** vinculado ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília**.

Minha imagem e som de voz podem ser utilizadas apenas para análise por parte da equipe de pesquisa.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem e/ou som de voz por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e ao som de voz são de responsabilidade do (a) pesquisador (a) responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem e som de voz.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o(a) pesquisador(a) responsável pela pesquisa e a outra com o(a) senhor(a).

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) participante

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do (a) pesquisador (a)  
Wesley Medeiros

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_



## ANEXO 1 – INVENTÁRIO DE EDIMBURGO

### Teste de Lateralidade Manual - Inventário de Edimburgo

Por favor, responda as perguntas de acordo com a sua realidade.

**\*Obrigatório**

1. Nome \*

---

2. Com qual mão normalmente você escreve? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Esquerda

Direita

Ambas

3. Com qual mão você desenha? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Esquerda

Direita

Ambas

4. Qual mão você usa para arremessar uma bola e acertar uma cesta? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Esquerda

Direita

Ambas

5. Em qual mão você usa sua raquete de tênis, squash, etc? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda  
 Direita  
 Ambas

6. Em qual mão você usa sua escova de dentes? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda  
 Direita  
 Ambas

7. Qual mão segura uma faca quando você corta coisas? (não usando um garfo) \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda  
 Direita  
 Ambas

8. Qual mão segura um martelo quando você está batendo um prego? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda  
 Direita  
 Ambas

9. Qual você acende um palito de fósforo qual mão segura o palito? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda
- Direita
- Ambas

10. Com qual mão você usa uma borracha no papel? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda
- Direita
- Ambas

11. Qual mão remove a carta do topo quando você está dando as cartas de um baralho? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda
- Direita
- Ambas

12. Qual mão segura a linha quando você a enfia em uma agulha? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda
- Direita
- Ambas

13. Com qual mão você seguraria um “mata-moscas”? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Esquerda
- Direita
- Ambas

## ANEXO 2 – AVALIAÇÃO GLOBAL DA EXPERIÊNCIA DO FALANTE EM GAGUEJAR (Bragatto, 2010)

### Avaliação Global da Experiência do Falante em Gaguejar (OASES-A)

(J.S. Yaruss e R. W. Quesal, 2006)

Tradução e adaptação para o Português brasileiro: Eliane Lopes Bragatto, Ellen Osborn, Ana Maria Schiefer, Brasília Maria Chiari – 2010.

Nome: Amostra Idade: XX Sexo:  M  F Data: : 00/00/00

Instruções: Este teste consiste de 4 partes que examinam diferentes aspectos da sua experiência sobre gagueira. Por favor, complete cada item circulando o número apropriado. Caso um item não se aplique a você, deixe-o em branco e passe para o item seguinte.

#### Parte I – Informações Gerais

A. Informações gerais sobre sua fala.	Sempre	Muitas vezes	Às vezes	Raramente	Nunca
6. Com que frequência você é capaz de falar fluentemente?	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
7. Com que frequência a sua fala soa "natural" para você (por exemplo, como a fala de outra pessoa)?	1	2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	4	5
8. Com que consistência você é capaz de manter a fluência de um dia para o outro?	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
9. Com que frequência você utiliza técnicas, estratégias ou ferramentas que aprendeu na terapia de fala?	1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/> 5
10. Com que frequência você diz exatamente o que quer mesmo achando que poderá gaguejar?	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5

B. Qual o seu nível de conhecimento sobre...?	Extremo	Alto	Médio	Baixo	Nenhum
1. A gagueira em geral	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
2. Os fatores que afetam a gagueira	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
3. O que acontece com a sua fala quando você gagueja	1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/> 5
4. As opções de tratamento para as pessoas que gaguejam	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
5. Os grupos de auto-ajuda ou de apoio para as pessoas que gaguejam	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5

C. De forma geral, qual é sua impressão sobre...?	Muito Positiva	Positiva	Neutra	Um pouco Negativa	Muito Negativa
1. Sua habilidade para falar	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
2. Sua habilidade para se comunicar (por exemplo, transmitir a sua mensagem independentemente da sua fluência)	1	2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	4	5
3. O modo como você soa quando está falando	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
4. As técnicas usadas para falar fluentemente (por exemplo, técnicas aprendidas na terapia)	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
5. Sua habilidade para usar as técnicas que aprendeu na terapia de fala	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
6. Você ser uma pessoa que gagueja	1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/> 5
7. O programa de terapia de fala que frequentou mais recentemente	1	2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	4	5
8. Ser identificado por outra pessoa como gago / pessoa que gagueja	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	5
9. Variações da sua fluência de fala em diferentes situações	1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	3	4	5
10. Grupos de auto-ajuda ou de apoio para as pessoas que gaguejam	1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	3	4	5

## Parte II – Suas Reações à Gagueira

A. Quando você pensa sobre a sua gagueira, com que frequência você se sente...? (Obs.: por favor, complete as duas colunas neste item)											
	Nunca Sempre	Raramente	Às vezes	Muitas vezes		Nunca Sempre	Raramente	Às vezes	Muitas vezes		
1.Sem saída	1	2	3	4	5	6.Deprimido	1	2	3	4	5
2.Zangado	1	2	3	4	5	7.Na defensiva	1	2	3	4	5
3.Envergonhado	1	2	3	4	5	8.Constrangido	1	2	3	4	5
4.Isolado	1	2	3	4	5	9.Culpado	1	2	3	4	5
5.Ansioso	1	2	3	4	5	10.Frustrado	1	2	3	4	5

B.Com que frequência você...?	Nunca	Raramente	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
1. Sente tensão física quando gagueja	1	2	3	4	5
2. Sente tensão física quando fala fluentemente	1	2	3	4	5
3. Apresenta piscar de olhos, caretas, movimentos com as mãos etc. quando gagueja	1	2	3	4	5
4. Não mantém contato de olho ou evita olhar para o seu ouvinte	1	2	3	4	5
5. Evita falar em certas situações ou com certas pessoas	1	2	3	4	5
6. Sai de uma situação porque acha que poderá gaguejar	1	2	3	4	5
7. Não diz o que quer dizer (por exemplo, evita ou substitui palavras, recusa-se a responder perguntas, pede algo que não precisa porque é mais fácil de dizer)	1	2	3	4	5
8. Utiliza pausas cheias (por exemplo, "hum", , "ahh", pigarrear) ou muda algo na sua fala (por exemplo, tonicidade) para parecer mais fluente (obs.: isto não se refere às técnicas que você tenha aprendido na terapia)	1	2	3	4	5
9. Experimentou um período de aumento da gagueira logo após ter gaguejado uma palavra	1	2	3	4	5
10. Deixa que alguém fale por você	1	2	3	4	5

C. O quanto você concorda ou discorda com estas afirmações	Discordo muito	Discordo um pouco	Neutro	Concordo um pouco	Concordo muito
1. Eu penso sobre minha gagueira quase o tempo todo	1	2	3	4	5
2. A opinião das pessoas sobre mim são baseadas primeiramente em como eu falo	1	2	3	4	5
3. Se eu não gaguejasse, seria muito mais capaz de alcançar meus objetivos de vida	1	2	3	4	5
4. Eu não quero que as pessoas saibam que eu sou gago	1	2	3	4	5
5. Quando estou gaguejando não há nada que eu possa fazer sobre isso	1	2	3	4	5
6. As pessoas devem fazer tudo que podem para não gaguejar	1	2	3	4	5
7. As pessoas que gaguejam não deveriam trabalhar em áreas que necessitem de muita fala	1	2	3	4	5
8. Eu não falo tão bem quanto a maioria das pessoas	1	2	3	4	5
9. Eu não posso aceitar o fato de que sou gago	1	2	3	4	5
10. Eu não tenho confiança nas minhas habilidades de fala	1	2	3	4	5

### Parte III – Comunicação nas Situações Diárias

A. O quanto é difícil para você se comunicar durante estas situações gerais?	Nenhuma Dificuldade	Não muito difícil	Um pouco difícil	Muito difícil	Extremamente difícil
1. Conversar com outras pessoas "cara a cara"	1	2	3	4	5
2. Conversar quando está sob pressão pelo pouco tempo	1	2	3	4	5
3. Conversar frente a um pequeno grupo de pessoas	1	2	3	4	5
4. Conversar frente a um grande grupo de pessoas	1	2	3	4	5
5. Conversar com pessoas que você conhece bem (por exemplo, os amigos)	1	2	3	4	5
6. Conversar com pessoas que você não conhece bem (por exemplo, estranhos)	1	2	3	4	5
7. Falar ao telefone no geral	1	2	3	4	5
8. Iniciar conversações com outras pessoas (por exemplo, apresentando-se)	1	2	3	4	5
9. Continuar a falar independentemente de como o ouvinte responde a você	1	2	3	4	5
10. Argumentação (por exemplo, defendendo sua opinião, retomando a fala de alguém a sua frente que lhe cortou)	1	2	3	4	5

B. O quanto é difícil para você se comunicar durante estas situações no trabalho?	Nenhuma Dificuldade	Não muito difícil	Um pouco difícil	Muito difícil	Extremamente difícil
1. Usando o telefone no trabalho	1	2	3	4	5
2. Realizando uma apresentação oral ou falando em frente a outras pessoas no trabalho	1	2	3	4	5
3. Falando com colaboradores ou outras pessoas que trabalham com você (por exemplo, participando de um congresso)	1	2	3	4	5
4. Falando com compradores ou clientes	1	2	3	4	5
5. Falando com o seu supervisor ou chefe	1	2	3	4	5

C. O quanto é difícil para você se comunicar durante estas situações sociais?	Nenhuma Dificuldade	Não muito difícil	Um pouco difícil	Muito difícil	Extremamente difícil
1. Participação em eventos sociais (por exemplo, fazendo um pequeno discurso em festas)	1	2	3	4	5
2. Contando histórias ou piadas	1	2	3	4	5
3. Solicitando informações (por exemplo, perguntando a direção ou a opinião de outras pessoas)	1	2	3	4	5
4. Fazendo o pedido em um restaurante	1	2	3	4	5
5. Fazendo o pedido em um drive-thru	1	2	3	4	5

D. O quanto é difícil para você se comunicar durante estas situações em casa?	Nenhuma Dificuldade	Não muito difícil	Um pouco difícil	Muito difícil	Extremamente difícil
1. Usando o telefone em casa	1	2	3	4	5
2. Conversando com o esposo(a) / outra pessoa importante	1	2	3	4	5
3. Conversando com os seus filhos	1	2	3	4	5
4. Conversando com outros membros da sua família	1	2	3	4	5
5. Tomando parte nas discussões em família	1	2	3	4	5

## Parte IV – Qualidade de Vida

A. De forma geral, o quanto a sua qualidade de vida é afetada negativamente por / pela(s)...	Nada	Muito pouco	Pouco	Muito	Completamente
1. Sua gagueira	1	2	3	<b>4</b>	5
2. Suas reações frente à gagueira	1	2	3	<b>4</b>	5
3. Reação das outras pessoas frente a sua gagueira	1	2	<b>3</b>	4	5

B. De forma geral, o quanto a sua gagueira interfere na sua satisfação em se comunicar...?	Nada	Muito pouco	Pouco	Muito	Completamente
1. No geral	1	2	3	<b>4</b>	5
2. No trabalho	1	2	<b>3</b>	4	5
3. Nas situações sociais	1	2	3	<b>4</b>	5
4. Em casa	1	<b>2</b>	3	4	5

C. De forma geral, o quanto a sua gagueira interfere no seu...?	Nada	Muito pouco	Pouco	Muito	Completamente
1. Relacionamento com a família	<b>1</b>	2	3	4	5
2. Relacionamento com os amigos	1	<b>2</b>	3	4	5
3. Relacionamento com outras pessoas	1	2	<b>3</b>	4	5
4. Relacionamentos íntimos	1	2	<b>3</b>	4	5
5. Habilidade de viver em sociedade	1	<b>2</b>	3	4	5

D. De forma geral, o quanto a gagueira interfere com a sua...?	Nada	Muito pouco	Pouco	Muito	Completamente
1. Habilidade de executar seu trabalho	<b>1</b>	2	3	4	5
2. Satisfação com o seu trabalho	1	2	3	4	5
3. Capacidade de progredir na sua carreira	1	2	<b>3</b>	4	5
4. Oportunidades educacionais	1	2	<b>3</b>	4	5
5. Habilidade de ganhar tanto quanto sente que poderia	1	2	3	<b>4</b>	5

E. De forma geral, o quanto a gagueira interfere no(a)...?	Nada	Muito pouco	Pouco	Muito	Completamente
1. Seu senso de valor próprio ou auto-estima	1	2	3	<b>4</b>	5
2. Sua percepção global da vida	1	2	3	<b>4</b>	5
3. Sua confiança em si próprio	1	2	3	<b>4</b>	5
4. Seu entusiasmo pela vida	1	2	3	<b>4</b>	5
5. Sua saúde geral e bem estar físico	1	<b>2</b>	3	4	5
6. Seu vigor geral ou nível de energia	<b>1</b>	2	3	4	5
7. Seu senso de direção e controle da sua vida	1	2	<b>3</b>	4	5
8. Seu bem estar espiritual	1	<b>2</b>	3	4	5

## ANEXO 3 – INVENTÁRIO DE ANSIEDADE BECK



Data: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Estado Civil: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Ocupação: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Abaixo está uma lista de sintomas comuns de ansiedade. Por favor, leia cuidadosamente cada item da lista. Identifique o quanto você tem sido incomodado por cada sintoma durante a **última semana, incluindo hoje**, colocando um “x” no espaço correspondente, na mesma linha de cada sintoma.

	Absolutamente não	Levemente Não me incomodou muito	Moderadamente Foi muito desagradável mas pude suportar	Gravemente Difícilmente pude suportar
1. Dormência ou formigamento.				
2. Sensação de calor.				
3. Tremores nas pernas.				
4. Incapaz de relaxar.				
5. Medo que aconteça o pior.				
6. Atordoado ou tonto.				
7. Palpitação ou aceleração do coração.				
8. Sem equilíbrio.				
9. Aterrorizado.				
10. Nervoso.				
11. Sensação de sufocação.				
12. Tremores nas mãos.				
13. Trêmulo.				
14. Medo de perder o controle.				
15. Dificuldade de respirar.				
16. Medo de morrer.				
17. Assustado.				
18. Indigestão ou desconforto no abdômen.				
19. Sensação de desmaio.				
20. Rosto afogueado.				
21. Suor (não devido ao calor).				

**PEARSON**

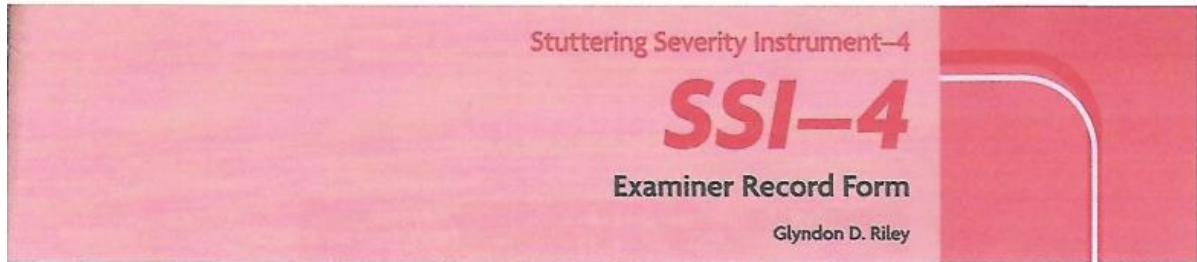
Copyright © 1991 by NCS Pearson, Inc.  
Copyright © 1993 Aaron T. Beck - Tradução para a Língua Portuguesa  
Todos os direitos reservados

**Casa do Psicólogo®**

© 2001 Casapsi Livraria e Editora Ltda  
Tradução e adaptação brasileira.  
É proibida a reprodução total ou parcial desta obra para qualquer finalidade. Todos os direitos reservados.  
BAI é um logotipo da NCS Pearson, Inc.



ANEXO IV – ÍNDICE DE SEVERIDADE DE GAGUEIRA



Identifying Information

Name  Female  Male   
 Grade \_\_\_\_\_ Date of Birth \_\_\_\_\_  
 Date of testing \_\_\_\_\_ Age   
 School \_\_\_\_\_ Examiner \_\_\_\_\_  
 Preschool  School Age  Adult  Reader  Nonreader

Frequency (Use Readers Table or Nonreaders Table, not both)

MULIÇÃO REAVALIAÇÃO

Readers Table		Nonreaders Table	
<b>1. Reading Task</b>		<b>3. Speaking Task</b>	
%SS	Task Score	%SS	Task Score
1	2	1	4
2	4	2	6
3-4	5	3	8
5-7	6	4-5	10
8-12	7	6-7	12
13-20	8	8-11	14
21 & up	9	12-21	16
		22 & up	18

Frequency Score (use 1 + 2 or 3) **98**

Duration

Average length of three longest stuttering events timed to the nearest 1/10th second

Fleeting	(.5 sec or less)
Half-second	(.5-.9 sec)
1 full second	(1.0-1.9 sec)
2 seconds	(2.0-2.9 sec)
3 seconds	(3.0-4.9 sec)
5 seconds	(5.0-9.9 sec)
10 seconds	(10.0-29.9 sec)
30 seconds	(30.0-59.9 sec)
1 minute	(60 sec or more)

Scale Score

2
4
6
8
10
12
14
16
18

Duration Score **610**

Physical Concomitants

Evaluating Scale 0 = none  
 1 = not noticeable unless looking for it  
 2 = barely noticeable to casual observer  
 3 = distracting  
 4 = very distracting  
 5 = severe and painful looking

Distracting Sounds: Noisy breathing, whistling, sniffing, blowing, clicking sounds **0 0 0 0 0**  
 Facial Grimaces: Jaw jerking, tongue protruding, lip pressing, jaw muscles tense **0 1 0 0 0**  
 Head Movements: Back, forward, turning away, poor eye contact, constant looking around **0 0 0 0 0**  
 Movements of the Extremities: Arm and hand movement, hands about face, torso movement, leg movements, foot-tapping, or swinging **0 0 0 0 0**

Physical Concomitants Score **10**

Total Score

Frequency **9** + Duration **6** + Physical Concomitants **1** = **16** Percentile \_\_\_\_\_ Severity \_\_\_\_\_  
 8 10 0 18

Table 2.2

Percentile Ranks and Severity Equivalents of SSI-4 Total Scores for Preschool-Age Children (N = 72)		
Total score	Percentile rank	Severity equivalent
0-8	1-4	Very mild
9-10	5-11	
11-12	12-23	Mild
13-16	24-40	
17-23	41-60	Moderate
24-26	61-77	
27-28	78-88	Severe
29-31	89-95	
32 and up	96-99	Very severe

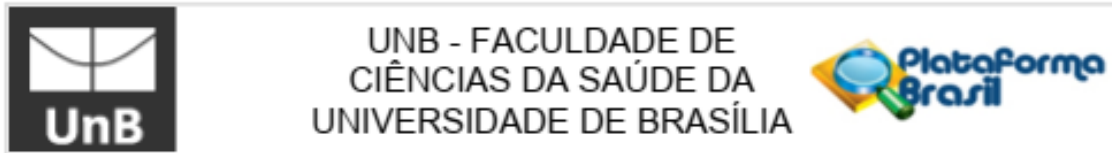
Table 2.3

Percentile Ranks and Severity Equivalents of SSI-4 Total Scores for School-Age Children (N = 139)		
Total score	Percentile rank	Severity equivalent
6-8	1-4	Very mild
9-10	5-11	
11-15	12-23	Mild
16-20	24-40	
21-23	41-60	Moderate
24-27	61-77	
28-31	78-88	Severe
32-35	89-95	
36 and up	96-99	Very severe

Table 2.4

Percentile Ranks and Severity Equivalents of SSI-4 Total Scores for Adults (N = 60)		
Total score	Percentile rank	Severity equivalent
10-12	1-4	Very mild
13-17	5-11	
18-20	12-23	Mild
21-24	24-40	
25-27	41-60	Moderate
28-31	61-77	
32-34	78-88	Severe
35-36	89-95	
37-46	96-99	Very severe

## ANEXO V – COMPROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Investigação do efeito terapêutico da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) bi-hemisférica no tratamento da disfemia

**Pesquisador:** Wesley Medeiros

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 99040818.9.0000.0030

**Instituição Proponente:** Laboratório de Neurociências e Comportamento

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.946.286

#### Apresentação do Projeto:

**Resumo:** "A disfemia (ou gagueira) é caracterizada por uma frequência anormal na fala e/ou grande quantidade de empecilhos no fluxo natural do discurso. Pode ser subdividida em: disfemia de desenvolvimento, na qual o sujeito apresenta os sintomas já descritos na infância e estes persistem até a idade adulta; e disfemia adquirida, decorrente de trauma neurológico ou psicológico. A prevalência da gagueira de desenvolvimento na população

adulta é de aproximadamente 8% da população, sendo aproximadamente quatro vezes mais comum em homens do que em mulheres. É um transtorno que gera consideráveis comprometimentos para o indivíduo, já que este tende a evitar falar em público, a recusar propostas de emprego

e limitar suas interações sociais por medo ou vergonha de gaguejar. Disfunções no sistema motor são atualmente consideradas como a possível causa da gagueira, o que convida a pensar em formas de intervenção neste sistema. O uso da ETCC é amplamente utilizado como modulador temporário da atividade de neurônios em casos de problemas motores causados por acidente vascular cerebral, sugerindo um potencial tratamento para pessoas disfêmicas. Neste estudo nos propomos a replicar, em uma população brasileira, o estudo de Chesters e colaboradores (2018), que encontraram uma melhora duradoura na fluência de participantes submetidos à estimulação de ETCC (real) em comparação aos participantes submetidos à estimulação fictícia (placebo). Dessa forma, o experimento consistirá de avaliação e breve tratamento com uma fonoterapeuta, no qual

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900

**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** ceptsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.946.286

serão tarefas de leitura e conversação que gerarão melhora momentânea da gagueira. Durante o estudo, metade dos participantes será estimulado por ETCC em dois eletrodos posicionados na sua cabeça durante as tarefas, enquanto a outra metade fará as atividades sob estimulação fictícia. O experimento completo ocorrerá em oito sessões ao longo de dois meses no Hospital Universitário de Brasília."

Na Introdução: "A disfemia (ou gagueira) é caracterizada por uma frequência anormal na fala e/ou grande quantidade de empecilhos no fluxo natural do discurso (Guitar, 2014; OMS, 2016). Esses empecilhos podem aparecer como hesitação no momento de falar, presença de muitas interjeições no conteúdo, repetição de palavras, repetição de sílabas, prolongamento não-natural do som, entre outros tipos (Ward, 2008). A disfemia pode ser subdividida em: disfemia de desenvolvimento, na qual o sujeito apresenta os sintomas já descritos na infância e estes persistem até a idade adulta; e disfemia adquirida, decorrente de trauma neurológico (e.g. tumores, acidentes vasculares cerebrais) ou trauma psicológico (e.g. luto, divórcio) (Ward, 2008). A incidência da gagueira ocorre com maior frequência em pessoas entre 2 e 6 anos de idade, principalmente nos dois primeiros anos desse período. A prevalência dessa faixa etária também é a maior, e aproximadamente 1% das crianças com empecilhos de fala apresentam uma regressão espontânea dos sintomas. A prevalência da disfemia na população adulta é de aproximadamente 8% da população (Yairi and Ambrose, 2013), sendo aproximadamente quatro vezes mais comum em homens do que em mulheres (Ward, 2008). Não existe um corpo de dados consolidado sobre estatísticas da disfemia no Brasil, mas os poucos estudos regionais mostram concordância com os dados estatísticos internacionais, exceto pela razão entre homens e mulheres de aproximadamente 1:1 (Howell e Van Borsel, 2011). A causa biológica desse transtorno ainda é pouco compreendida, apesar de várias explicações terem sido sugeridas ao longo da história. Em 384 a.C. Aristóteles propôs que a disfemia era resultado de um problema na língua. Desde então, diferentes teóricos abordaram a disfemia, atribuindo-a a problemas anatômicos em estruturas que auxiliam na geração da fala, ou a aspectos psicológicos como a falta de auto-confiança durante a execução do discurso (Alm, 2005). Com o avanço das neurociências no século XX, passa-se a considerar possíveis alterações no cérebro como origem da gagueira (Alm, 2005): em 1920, o médico alemão Sahli sugere a disfemia como consequência de um distúrbio motor, e, em 1980, Rosenberger enfatiza a importância dos receptores de dopamina no transtorno (Alm, 2005). Interessantemente, a dificuldade com a iniciação do movimento é semelhante entre disfêmicos e parkinsonianos e os fármacos mais eficientes no tratamento da disfemia são moduladores

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.946.286

dopaminérgicos (Alm, 2005)."

E ainda: "Em um trabalho publicado neste ano, Chesters e colaboradores (2018) demonstraram uma melhora significativa na fluência de disfêmicos que foram estimulados por ETCC durante o tratamento fonoterápico. Os participantes estimulados por ETCC tiveram permanência do efeito de melhora por até 6 semanas após os treinos, ao passo de que os participantes não estimulados ('sham') não apresentaram melhora, apresentando inclusive piora na performance. Esses resultados sugerem que a estimulação promoveu plasticidade no hemisfério esquerdo e recuperação duradoura do fluxo normal da fala. Tendo em vista os resultados encorajadores reportados por Chesters et al. (2018) e a ausência de trabalhos com ETCC no tratamento de disfêmicos no Brasil, no presente projeto, nos propomos a testar o efeito da aplicação de ETCC em pacientes disfêmicos durante o tratamento fonoterápico. Utilizaremos uma montagem de eletrodos que visa estimular o córtex motor esquerdo e inibir o córtex motor direito, a fim de favorecer plasticidade no hemisfério esquerdo e reinstaurar sua dominância sobre o oposto, melhorando a fluência. O trabalho apresenta importante relevância social, já que atualmente não existe nenhum tratamento que ofereça melhorias duradouras na fluência de pessoas disfêmicas. A ETCC é utilizada clinicamente, mas atualmente o seu uso regulamentado no Brasil apenas pelo Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. O teste da ETCC como ferramenta fonoterápica representa um potencial novo tratamento, que ao modular a plasticidade cerebral, pode se tornar uma nova opção de tratamento fonoterápico."

"Critérios de Inclusão: O grupo amostral será composto por 30 homens adultos gogos cuja primeira língua seja o português brasileiro. Não serão incluídos participantes que apresentem qualquer transtorno de fala, compreensão ou comunicação da língua que não seja a disfemia; problemas perceptuais, transtornos neurológicos ou psiquiátricos, uso de medicação que atue no Sistema Nervoso Central e qualquer contraindicação ao ETCC (histórico de convulsões, implantes metálicos na cabeça, ou uso de medicamentos que alterem o limiar de convulsão). Não haverá critérios de exclusão."

Haverá uso de placebo ou a existência de grupos que não serão submetidos em nenhuma intervenção: "Iremos testar se a estimulação por ETCC em conjunto com a fonoterapia é benéfica no tratamento da disfemia (gagueira). Os participantes serão avaliados por uma fonoterapeuta, e metade dos participantes será estimulado por ETCC em dois eletrodos posicionados na sua cabeça

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.946.286

durante o as tarefas. Esta estimulação é utilizada na clínica, é indolor e segue padrões bem estabelecidos. Os participantes serão informados se foram estimulados ou não ao final da participação. Se ao final do estudo for comprovado que a estimulação por ETCC apresentou efeitos benéficos, os participantes que não forem estimulados por ETCC serão convidados a refazer o tratamento, sendo então estimulados durante as sessões."

Local: HUB - Unidade de Reabilitação

Numero de participantes: 30 participantes sendo - Estimulação Fictícia (15) e Estimulação Real (15)

Custo: R\$ 10.000,00 com material de escritório, gastos com Transporte dos participantes Oito passagens para cada um dos 30 participantes e eletrodos apropriados.

Cronograma: etapa de "Coleta de Dados" em Novembro 2018.

**Objetivo da Pesquisa:**

"Objetivo Geral: Testar a eficácia da ETCC bi-hemisférica do córtex motor em prolongar a melhora de fluência gerada pelo tratamento fonoterápico de pacientes disfêmicos."

"Objetivos específicos:

Quantificar a frequência de sílabas disfluente após o tratamento fonoterápico comparando o grupo que recebeu o estímulo ativo de ETCC com o grupo não estimulado.

Acompanhar a duração das eventuais melhoras na fluência verbal dos participantes nos dois grupos.

Comparar o efeito fonoterápico da ETCC bi-hemisférica do córtex motor com os resultados encontrados no protocolo de estimulação anódica no hemisfério esquerdo por Chesters e colaboradores (2018).

Identificar alterações na auto-percepção dos participantes submetidos à ETCC conjuntamente com o tratamento fonoterápico.

Avaliar a utilidade do protocolo de ETCC para a prática fonoterápica em falantes do português brasileiro, de forma pioneira no Brasil."

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.946.286

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: "Considerando que toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas, os pesquisadores e a Instituição envolvida nesse estudo se responsabilizam em prestar assistência imediata e integral aos participantes da pesquisa caso estes venham a sofrer danos e complicações decorrentes do estudo, tendo sido ou não previstos no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Comprometemo-nos ainda a garantir que os danos previsíveis sejam evitados buscando, entre outros, que os benefícios esperados sempre prevaleçam sobre os riscos e/ou desconfortos previsíveis. A ETCC é considerada como não-invasiva, com seus eletrodos necessitando somente do contato com a pele. Destacamos somente a possibilidade de eventual cefaleia ou formigamento local devido à estimulação; essas possibilidades estão detalhadas no TCLE, sendo garantido ao participante poder requisitar um analgésico (Paracetamol) fornecido gratuitamente pelo Pesquisador Principal ou escolher cessar sua participação a qualquer momento mediante a necessidade."

Benefícios: "Atualmente não existe nenhum tratamento que ofereça melhorias duradouras na fluência de pessoas disfêmicas. A ETCC é utilizada clinicamente, mas atualmente o seu uso regulamentado no Brasil apenas pelo Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. O teste da ETCC como ferramenta fonoterápica representa um potencial novo tratamento, que ao modular a plasticidade cerebral, pode se tornar uma nova opção de tratamento fonoterápico."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de projeto de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, do discente Wesley Medeiros orientado por Prof. Rafael Plakoudi Souto Maior.

"Procedimento: A abordagem metodológica será adaptada a partir do estudo de Chesters e colaboradores (2018). Este estudo será feito em colaboração com a equipe de fonoterapia do Hospital Universitário de Brasília. O grupo amostral será dividido igualmente em dois grupos: 'estimulação' e 'sham' (estimulação fictícia). O recrutamento será feito por meio de contato com fonoaudiólogos e divulgação na Universidade de Brasília (UnB). Serão critérios de exclusão qualquer transtorno de fala, compreensão ou comunicação da língua que não seja a disfemia; problemas perceptuais, transtornos neurológicos ou psiquiátricos, uso de medicação que atue no Sistema Nervoso Central e qualquer contraindicação ao ETCC (histórico de convulsões, implantes metálicos na cabeça, ou uso de medicamentos que alterem o limiar de convulsão). O atendimento

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.946.286

fonoterápico e a intervenção experimental ocorrerão no Ambulatório II do Hospital Universitário de Brasília (HUB) durante sete semanas. A intervenção com ETCC para cada participante ocorrerá diariamente ao longo de cinco dias, com acompanhamento uma semana e seis semanas após a intervenção. Os participantes serão alocados de forma aleatória nos dois grupos experimentais. A fonoterapeuta e o participante não saberão o grupo em que os participantes serão alocados, caracterizando o estudo como um estudo duplo-cego. Para mensurar a severidade da disfemia antes e depois do experimento utilizaremos o Stuttering Severity Instrument – IV (SSI-IV; Riley, 2009). Para registrar a percepção do participante sobre o próprio transtorno aplicaremos uma versão traduzida para o português do Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering (OASES; Yaruss and Quesal, 2006) e o Inventário Beck de Ansiedade (BAI; Beck et al., 1988) para avaliar os níveis de ansiedade dos participantes. Esses três testes serão aplicados numa entrevista prévia às atividades, assim como nas semanas de acompanhamento. Ao início, durante, e ao final de cada sessão também utilizaremos escalas padronizadas para acompanhar a evolução na mudança da fluência, através da mensuração da porcentagem de sílabas disfluente apresentadas pelos participantes. Ao início de cada sessão os participantes se sentarão confortavelmente em uma cadeira, e faremos a montagem do ETCC da seguinte maneira: o eletrodo de estimulação anódica será posto sobre o córtex frontal inferior esquerdo (localização FC5 no esquema 10-10 de posicionamento eletrodos de EEG) na orientação "retrato"; e o eletrodo de estimulação catódica será posto sobre o córtex inferior frontal direito (FC6) na orientação "paisagem". Ambos eletrodos serão cobertos por uma esponja com solução salina. Nos participantes do grupo 'estimulação', aplicaremos uma corrente elétrica com um aumento gradual, por 15s, até que a corrente atinja a amplitude de 1mA entre os eletrodos, e manteremos a corrente em 1mA durante 20 minutos. Nos participantes do grupo sham a estimulação consistirá apenas no aumento de corrente, por 15s, até 1mA, seguido por uma diminuição até 0 mA, por mais 15s, mantendo os eletrodos posicionados, mas inativos, durante 20 minutos. Essa montagem está de acordo com os limiares estabelecidos na literatura como seguros para a intervenção experimental em humanos. Enquanto ocorrer a estimulação real ou sham o participante realizará as seguintes tarefas de reabilitação da fala sob supervisão de uma fonoterapeuta: fala em uníssono e discurso ritmado por metrônomo. Na atividade de fala em uníssono, o participante lerá trechos juntamente com uma voz ao vivo primeiramente, e depois juntamente com uma voz gravada. Na atividade de discurso, o participante irá narrar um desenho animado mudo com o auxílio de um metrônomo, e depois conversar livremente com a terapeuta utilizando um metrônomo para ditar o ritmo. A participação é totalmente voluntária, o que significa que o participante está livre para deixar o experimento em

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

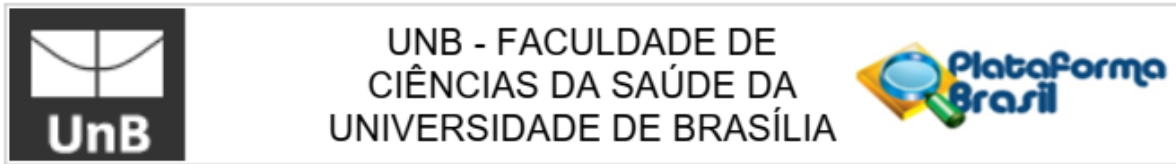
**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com





Continuação do Parecer: 2.946.286

qualquer momento que achar conveniente ou, ainda, para recusar o convite para colaboração. Ainda, todos os participantes serão convidados para uma reunião devolutiva, em que serão apresentados os resultados do estudo. Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, e após isso serão destruídos."

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

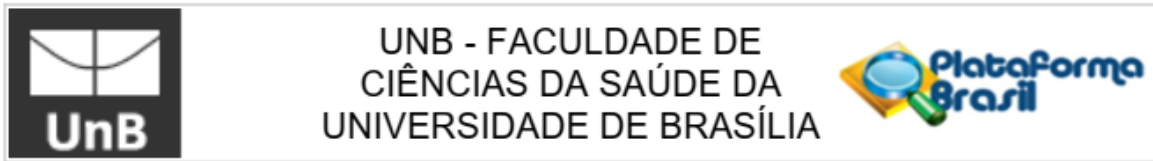
Documentos analisados para emissão do presente parecer:

1. Informações Básicas do Projeto: "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1189095.pdf", postado em 18/09/2018.
2. Folha de Rosto: "FolhadeRosto.pdf", postado em 18/09/2018, preenchida adequadamente, datada e assinada pelo vice diretor do IB : Prof Dr Carlos H. Saito.
3. Currículos: "Lattes\_MilenaSilva.pdf"; "Lattes\_RafaelMaior.pdf"; "Lattes\_WesleyMedeiros.pdf"; "Lattes\_FabioCaixeta.pdf"; "Lattes\_LauraDavison.pdf", postados em 18/09/2018, e atualizados.
4. Carta de encaminhamento do projeto: "cartaencaminhamentoDisfemia.pdf", postado em 18/09/2018 assinada pelo pesquisador.
5. Modelo de TCLE: "TCLE\_Gagueira.doc", postado em 18/09/2018, de acordo.
6. Projeto Detalhado: "Projeto\_Mestrado\_Wesley\_Medeiros\_ModPB.docx", postado em 18/09/2018.
7. Termo de concordância institucional: "TermoConcordanciaInstitucional.pdf", postado em 18/09/2018 assinado pelo superintendente do HUB - Elza Ferreira Noronha, Chefe do Setor de pesquisa e Inovação - Fernando Araujo R. Oliveira, chefe da Unidade Patricia Alves Monteiro, consta no documento que o estudo envolve realização de entrevista e terá duração de aproximadamente 2 meses com previsão de início para outubro/2018.
8. Termo de ciência da coparticipante: "TermoCienciaResponsabilidadeHUB.pdf", postado em 18/09/2018 assinado pelo superintendente do HUB - Elza Ferreira Noronha, Chefe do Setor de pesquisa e Inovação - Fernando Araujo R. Oliveira declarando conhecer e cumprir as resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução 466/2012, mediante submissão e aprovação pelo CEP da instituição proponente.

**Recomendações:**

Não se aplicam.

<b>Endereço:</b> Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro	
<b>Bairro:</b> Asa Norte	<b>CEP:</b> 70.910-900
<b>UF:</b> DF	<b>Município:</b> BRASILIA
<b>Telefone:</b> (61)3107-1947	<b>E-mail:</b> cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.946.286

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não foram observados óbices éticos para realização do presente protocolo de pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

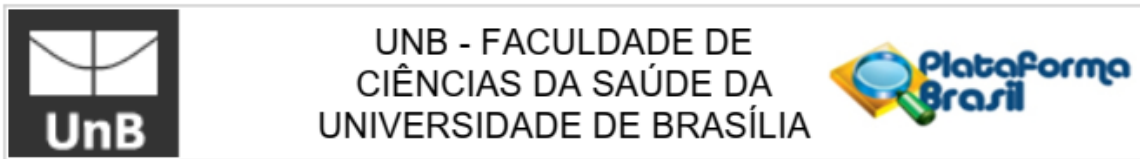
De acordo com a Resolução 466/12 CNS, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parcial semestral e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1189095.pdf	18/09/2018 18:30:50		Aceito
Outros	cartaencaminhamentoDisfemia.doc	18/09/2018 18:30:13	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	cartaencaminhamentoDisfemia.pdf	18/09/2018 18:29:58	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Termocienciaparticipante.doc	18/09/2018 18:20:02	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Termoconcordanciainstitucional.doc	18/09/2018 18:19:46	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	TermoCienciaResponsabilidadeHUB.pdf	18/09/2018 18:18:59	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	TermoConcordanciaInstitucional.pdf	18/09/2018 18:17:54	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Lattes_WesleyMedeiros.pdf	18/09/2018 18:17:17	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Lattes_RafaelMaior.pdf	18/09/2018 18:17:09	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Lattes_MilenaSilva.pdf	18/09/2018 18:17:00	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Lattes_LauraDavison.pdf	18/09/2018 18:16:51	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Outros	Lattes_FabioCaixeta.pdf	18/09/2018 18:16:42	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Gagueira.doc	18/09/2018 18:16:14	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoResponsabilidade.jpeg	18/09/2018 18:15:20	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Declaração de	TermoResponsabilidade.doc	18/09/2018	Fabio Viegas	Aceito

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
 Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-900  
 UF: DF Município: BRASILIA  
 Telefone: (61)3107-1947

E-mail: cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.946.286

Pesquisadores	TermoResponsabilidade.doc	18:15:03	Caixeta	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Mestrado_Wesley_Medeiros_M odPB.docx	18/09/2018 18:12:55	Fabio Viegas Caixeta	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	18/09/2018 18:10:06	Fabio Viegas Caixeta	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASILIA, 11 de Outubro de 2018

---

**Assinado por:**  
**Marie Togashi**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASILIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com