

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA
COMUNICAÇÃO HUMANA**

Rafaela Rossini Rosa

**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA NA DISARTRIA DECORRENTE
DA DOENÇA DE PARKINSON: ESTUDO DE CASOS**

Santa Maria, RS
2022

Rafaela Rossini Rosa

**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA NA DISARTRIA DECORRENTE DA DOENÇA
DE PARKINSON: ESTUDO DE CASOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios de Comunicação Humana, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial obtenção do título de Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana.

Orientadora: Profa. Dra. Karina Carlesso Pagliarin
Coorientadora: Profa. Dra. Carla Aparecida Cielo

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Rosa, Rafaela Rossini
ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA NA DISARTRIA DECORRENTE DA
DOENÇA DE PARKINSON: ESTUDO DE CASOS / Rafaela Rossini
Rosa.- 2022.
88 f.; 30 cm

Orientadora: Karina Carlesso Pagliarin
Coorientadora: Carla Aparecida Cielo
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2022

1. Doença de Parkinson 2. Terapia fonoaudiológica 3.
Disartria 4. Estimulação transcraniana por corrente
contínua 5. Voz I. Carlesso Pagliarin, Karina II. Cielo,
Carla Aparecida III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, RAFAELA ROSSINI ROSA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

© 2022

Todos os direitos autorais estão reservados à Rafaela Rossini Rosa.

A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante citação da fonte. Endereço: Rua Ernesto Pereira, 720, apto 202, bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP 97105-140. Endereço eletrônico: rafarossini@hotmail.com

Rafaela Rossini Rosa

**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA NA DISARTRIA DECORRENTE DA DOENÇA
DE PARKINSON: ESTUDO DE CASOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios de Comunicação Humana, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial obtenção do título de Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana.

Aprovado em 25 de fevereiro de 2022.

Karina Carlesso Pagliarin, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Karin Zazo Ortiz, Dra. (UNIFESP)
(por videoconferência)

Ariella Fornachari Ribeiro Belan, Dra. (USP)
(por videoconferência)

Santa Maria, RS
2022

Ao Sistema Único de Saúde e à pesquisa científica brasileira.

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa só foi possível de ser realizada graças ao esforço de pessoas, que contribuíram direta ou indiretamente. Minha eterna gratidão:

- à minha mãe Vera Rossini, que sempre acreditou em mim, no meu potencial e nos meus sonhos; de quem herdei a força feminina e a determinação; que fez de mim quem eu sou;

- a mim mesma, por não desmoronar por completo;

- à minha orientadora acadêmica e de vida professora Dra. Karina Pagliarin, que abraçou minhas ideias e confiou no meu trabalho; que me guiou humanamente por essa jornada;

- à minha co-orientadora e “madrinha” professora Dra. Carla Cielo, que sempre foi um exemplo de profissional, em quem me espelho e foi fundamental para que esse trabalho pudesse ser realizado com o máximo de cuidado possível;

- ao amor de toda minha vida Marco Antonio Pereira Peters, que me deu a mão sempre que precisei e que estava lá sempre para me lembrar de quem eu sou e de onde eu posso chegar;

- à minha amiga e colega Ma. Letícia Uberti, pelo apoio profissional e pessoal, pelas infinitas ajudas e pelos desabafos;

- às minhas futuras colegas de profissão, Laura Motta e Natália Callegaro, que não só auxiliaram nas coletas, mas tornaram essa trajetória mais leve;

- aos membros do Laboratório de Neuropsicologia da Linguagem da Universidade Federal de Santa Maria, especialmente à Fernanda Carginin, Karen Camaram e Pâmela Lemes;

- aos meus queridos pacientes dessa pesquisa, que confiaram no meu trabalho e disponibilizaram tempo para contribuir com a ciência;

- à professora Dra. Márcia Keske-Soares e à Ma. Caroline Portalete pela disponibilização do banco de dados, que foi parte fundamental dessa pesquisa;

- às fonoaudiólogas juízas que realizaram a avaliação vocal perceptivoauditiva pela contribuição ao trabalho, e aos participantes leigos que dispuseram do seu tempo para a transcrição do protocolo de inteligibilidade de fala;

- e por último, mas não menos importante, à Universidade Pública, gratuita e de qualidade, por toda sua estrutura e seus profissionais, que são a base dessa pesquisa.

“Ah, not in knowledge is happiness, but in the acquisition of knowledge! In for ever knowing, we are for ever blessed; but to know all, were the curse of a fiend.”

(POE, 1845, p. 1212)

RESUMO

ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA NA DISARTRIA DECORRENTE DA DOENÇA DE PARKINSON: ESTUDO DE CASOS

AUTORA: Rafaela Rossini Rosa

ORIENTADORA: Profa. Dr. Karina Carlesso Pagliarin

COORIENTADORA: Profa. Dra. Carla Aparecida Cielo

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais recorrente em pessoas com mais de 60 anos. O diagnóstico da DP é clínico e se dá pela presença de sintomas de tremor de repouso, rigidez, bradicinesia e alteração de equilíbrio postural. Alterações nos subsistemas motores da fala também são alterações comuns na DP. Essas alterações se caracterizam como disartria. Como uma opção não invasiva e de custo reduzido em relação à estimulação cerebral profunda, a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) tem sido explorada como recurso terapêutico para a DP. Estudos apontam que a tDCS promove melhorias nos sintomas motores globais do Parkinson. No entanto, não há estudos que apliquem esta técnica com intuito de intervir na disartria. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar os resultados de diferentes desenhos de tratamento para disartria em sujeitos com DP, envolvendo terapia fonoaudiológica convencional e tDCS e um controle. Trata-se de uma pesquisa analítica, observacional transversal, descritiva, de intervenção e quantitativa. Quatro sujeitos do sexo masculino com DP, com idades entre 68 e 79, foram avaliados e reavaliados com o Protocolo de Avaliação da Disartria, o Protocolo de Inteligibilidade de Fala, o Protocolo Consenso da Avaliação Perceptivoauditiva da Voz e por análise vocal acústica de fonte glótica. Cada sujeito foi designado a um desenho de estudo diferente: um sujeito controle (S1); um sujeito submetido a 10 sessões de 20 minutos de tDCS (S2); um sujeito submetido a 10 sessões de 20 minutos de tDCS e terapia fonoaudiológica para disartria concomitante (S3); e um sujeito foi submetido a 25 sessões de 50 minutos de terapia fonoaudiológica convencional (S4). Foram verificados o efeito imediato após as sessões e os efeitos após 30 dias de intervenção. Observou-se melhora de todos os subsistemas da fala nos sujeitos que receberam algum tipo de intervenção. S2 teve número maior de melhoras de tempo de fonação, movimento velar e na avaliação de disartria, seguido de S3. Na análise vocal acústica de fonte glótica, o desvio-padrão da frequência fundamental, frequência fundamental máxima, *Jitter*, *Shimmer* e medidas de ruído foram aspectos que melhoraram com algum tipo de intervenção, em S3 na avaliação imediata pós-intervenção e após, 30 dias, seguido de S2 na avaliação imediata pós-intervenção. No entanto, apenas a terapia convencional possibilitou mudança na gravidade da apresentação da disartria. A terapia fonoaudiológica convencional, aliada à técnica da tDCS, e a terapia somente com tDCS apresentaram maiores impactos na fala e voz do que somente a terapia convencional.

Palavras-chave: Disartria. Estimulação transcraniana por corrente contínua. Parkinson. Terapia fonoaudiológica. Voz.

ABSTRACT

TRANSCRANIAL STIMULATION IN DYSARTHRIA DUE TO PARKINSON'S DISEASE: CASES REPORT

AUTHOR: Rafaela Rossini Rosa
ADVISOR: Profa. Dr. Karina Carlesso Pagliarin
COADVISOR: Profa. Dra. Carla Aparecida Cielo

Parkinson's disease (PD) is the second most common neurodegenerative disease in adults aged 60 years . PD diagnosis is clinical and based on the symptoms: resting tremor, stiffness, bradykinesia, and impaired postural balance. Motor speech subsystems disorders are also common in PD, named dysarthria. Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a non-invasive and cost-effective option compared to deep brain stimulation in therapeutic resources for PD. Studies show that tDCS promotes improvements in Parkinson's global motors. However, there are no studies that research this technique in dysarthria cases. Thus, this present study aimed to compare the results of different treatment designs for dysarthria in subjects with PD, involving conventional speech therapy and tDCS and a control. It is an analytical, observational, transversal, descriptive, interventional, and quantitative research. Four male subjects with PD (aged between 68 and 79), were evaluated and re-evaluated with the Dysarthria Assessment Protocol, Speech Intelligibility Assessment Protocol, the Consensus auditory-perceptual evaluation of voice, and by glottal source acoustic analysis. Each subject was assigned a different study design: a control subject (S1); one submitted to 10 sessions of 20 minutes of tDCS (S2); one submitted to 10 sessions of 20-minute sessions of tDCS and conventional speech therapy for concomitant dysarthria (S3); and one to 25 sessions of 50-minutes of conventional speech therapy (S4). Effects immediately after the last session and after 30 days were analyzed. All speech subsystems improved in subjects who received some intervention. S2 had more improvements in the phonation time task, velar movement, and dysarthria evaluation, followed by S3. In the acoustic vocal analysis of glottic source, the standard deviation of the fundamental frequency, maximum fundamental frequency, *Jitter*, *Shimmer*, and noise measurements improved with some intervention, especially at S3 in the immediate post-intervention assessment and 30 days after, followed by S2, in the immediately post-intervention evaluation. However, only conventional therapy made it possible to change the dysarthria severity. Conventional speech therapy combined with the tDCS, and therapy with tDCS alone had more impact on speech and voice than conventional therapy alone.

Keywords: Dysarthria; Parkinson; speech therapy; transcranial direct current stimulation; voice.

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

DP	Doença de Parkinson
DBS	<i>Deep Brain Stimulation</i>
tDCS	<i>Transcranial Direct Current Stimulation</i>
rTMS	<i>Transcranial Magnetic Stimulation Repetitive</i>
UPDRS III	<i>Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i>
RDA	<i>Radboud Dysarthria Assessment</i>
NIBS	<i>Non-invasive Brain Stimulation</i>
TMS	<i>Transcranial Magnetic Stimulation</i>
EA	Efeitos adversos
mA	Miliampere
M1	Córtex motor primário
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
SAF	Serviço de Atendimento Fonoaudiológico
CAPE-V	Protocolo Consenso da Avaliação Perceptivoauditiva da Voz
PAIF	Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade de Fala
TMF	Tempo máximo de fonação
MDVPA	<i>Multi-Dimensional Voice Program Advanced</i>
f_0	frequência fundamental
f _{hi}	frequência fundamental mais alta
f _{lo}	frequência fundamental mais baixa
STD	desvio-padrão da frequência fundamental
PFR	variabilidade de semitons da frequência fundamental
<i>J_{ita}</i>	<i>jitter</i> absoluto
<i>J_{itt}</i>	<i>jitter</i> percentual ou relativo
RAP	média da perturbação da frequência fundamental
PPQ	quociente de perturbação da frequência fundamental
sPPQ	quociente de perturbação da frequência fundamental suavizado
vf_0	variação da frequência fundamental
ShdB	<i>shimmer</i> absoluto ou em decibéis
<i>Shim</i>	<i>shimmer</i> percentual ou relativo

APQ	quociente de perturbação da amplitude
sAPQ	quociente de perturbação da amplitude suavizado
vAm	variação da amplitude
NHR	proporção ruído-harmônico
VTI	índice de turbulência vocal
SPI	índice de fonação suave
DVB	grau de quebras vocais
NVB	número de quebras vocais
NUV	número de segmentos não sonorizados
DUV	grau de segmentos não sonorizados
DSH	grau dos componentes subharmônicos
NSH	número de segmentos subharmônicos
Fatr	frequência da amplitude do tremor
Fftr	frequência da frequência fundamental do tremor
FTRI	índice de intensidade da frequência do tremor
ATRI	índice de intensidade da amplitude do tremor
S1	Sujeito 1
S2	Sujeito 2
S3	Sujeito 3
S4	Sujeito 4

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1.1	Doença de Parkinson	14
1.1.2	Disartria	15
1.1.2.1	Avaliação e diagnóstico das disartrias	17
1.1.2.2	Terapia da disartria hipocinética	19
1.1.3	Neuromodulação não invasiva	19
1.1.3.1	Estimulação transcraniana por corrente contínua	20
1.1.4	Estimulação transcraniana por corrente contínua na Doença de Parkinson	26
1.2	MATERIAIS E MÉTODOS	28
1.2.1	Delineamento e aspectos éticos	28
1.2.2	População e amostra	29
1.2.3	Critérios de seleção da amostra	30
1.2.4	Processo de seleção da amostra	30
1.2.4.1	Triagem auditiva	30
1.2.5	Instrumentos de avaliação	31
1.2.5.1	Protocolo Consenso da Avaliação Perceptivoauditiva da Voz (CAPE-V)	31
1.2.5.2	Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade da Fala (PAIF)	32
1.2.5.3	Protocolo de Avaliação da Disartria	33
1.2.5.4	Avaliação acústica vocal	33
1.2.6	Desenho do estudo	34
1.2.6.1	tDCS	35
1.2.6.2	Terapia fonoaudiológica	36
1.2.6	Análise estatística	37
2	ARTIGO – EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA NA VOZ E FALA NA DOENÇA DE PARKINSON: ESTUDO DE CASO	35
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXO A – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA DISARTRIA (FRACASSI ET AL., 2011)	75
	ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	78
	ANEXO C – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL DO SAF	82
	ANEXO D - PROTOCOLO CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVOAUDITIVA DA VOZ – CAPE-V (ASHA, 2003)	83
	ANEXO E – PROTOCOLO DE INTELIGIBILIDADE DE FALA – PAIF (BARRETO E ORTIZ 2010)	84
	ANEXO F – QUESTIONÁRIO DE FEITOS ADVERSOS NA tDCS – ADAPTADO (APARÍCIO ET AL., 2016)	85
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	86

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais recorrente em pessoas com mais de 60 anos, cuja etiologia ainda não é clara (DENG, WANG e JANKOVIC, 2018; SANTOS, 2015; TEIVE, 2005; BARBOSA e SALLEM, 2005). Sabe-se, no entanto, que fatores genéticos e ambientais, tais como neurotoxinas ambientais, contribuem para a fisiopatologia da DP e entre 5% e 10% dos pacientes apresentam uma forma monogênica da DP com herança mendeliana (DENG, WANG e JANKOVIC, 2018).

O processo neurodegenerativo da DP ocorre a partir de um estresse proteolítico, onde ocorre um acúmulo de proteínas na substância negra do mesencéfalo (TEIVE, 2005). Esse acúmulo resulta na perda de dopamina, que leva ao mau funcionamento do corpo estriado e, conseqüentemente, mau controle de movimentos voluntários (LIMONGI, 2001).

A DP faz parte de um grupo de doenças neurológicas, conhecido como parkinsonismo, que tem três sintomas em comum: rigidez, lentidão e tremor. Entre as demais doenças deste grupo, a DP é a mais recorrente (ARMSTRONG e OKUN, 2020). Ela se distingue das demais doenças pelo desconhecimento da etiologia (REICH e SAVITT, 2019).

Alterações nos subsistemas motores da fala são alterações comuns na DP. Essas alterações se caracterizam como disartria (LOGEMANN et al., 1978; MAHLER, RAMING e FOX, 2015). Dessa forma, o discurso dos indivíduos com DP caracteriza-se pela imprecisão articulatória nas consoantes, qualidade vocal monótona, fraca e trêmula, dificuldade em iniciar a fala encadeada e capacidade vital reduzida (HEDGE e FREED, 2022).

Até o momento, a DP não tem cura. Porém, existem algumas possibilidades de tratamento que melhoram a qualidade de vida do sujeito (SILVA, Maria, et al., 2020; SANTOS et al., 2018). Entre os principais tratamentos disponíveis e baseados em evidências, estão a terapia farmacológica com L-Dopa, a neuromodulação e terapias complementares – fisioterapia, fonoterapia e terapia ocupacional – (OERTEL e SCHULZ, 2016).

Inicialmente, a utilização da neuromodulação na DP iniciou-se de forma invasiva, através da estimulação cerebral profunda (DBS, do inglês *deep brain*

stimulation), que consiste em uma intervenção cirúrgica de crânio aberto, com o sujeito consciente, onde microeletrodos são implantados e liberam uma corrente elétrica de baixa intensidade, que permite um melhor controle motor (ARMSTRONG e OKUN, 2020; SILVESTRE, 2021; FERREIRA, 2014).

A partir dos achados da DBS, surgiu uma técnica com mecanismo de ação semelhante, porém não invasiva (TROUNG e BIKSON, 2018). Trata-se da estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS, do inglês *transcranial direct current stimulation*), que consiste na modulação sublimiar do potencial de membrana através da aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade sobre o escalpo (PRIORI, HALLET e ROTHWELL, 2009; APARÍCIO et al., 2016; LEFAUCHEUR et al., 2017).

A tDCS promove melhorias nos sintomas motores globais da DP, como melhora da marcha (CONCEIÇÃO et al., 2021; SILVA, D., et al., 2018; YOTNUENGNIT et al., 2018), da bradicinesia (PROTASIO, 2019) e da instabilidade postural (BERETTA et al., 2021; 2020; POORTVLIET et al., 2018). No entanto, até o momento, apenas um estudo que relaciona os aspectos disártricos da DP com o tratamento com tDCS (VEGA, 2015). Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos da tDCS anódica na área de Broca. Para tanto, foram analisados 18 pacientes com DP, que foram distribuídos igualmente em dois grupos (experimental e placebo). O protocolo adotado foi de dez sessões, com intervalo de 48 horas entre elas e duração de 20 minutos. Ao final dos 20 minutos, os sujeitos foram submetidos a 40 minutos de terapia fonoaudiológica. Foram observadas melhorias significativas no subsistema articulatório do grupo estudo. No entanto, os autores não explicitam quais aspectos do subsistema articulatório foram beneficiados pelo tratamento (VEGA, 2015).

Em contrapartida, estudos com estimulação magnética transcraniana repetitiva (rTMS, do inglês *repetitive transcranial magnetic stimulation*) mostraram melhorias nos aspectos fonatório (DIAS et al., 2006; ELIASOVA et al., 2013) e articulatorios (BRABENEC et al., 2021; ELIASOVA et al., 2013) na DP. No entanto, esse recurso tem um custo mais elevado, quando comparado à tDCS e não pode ser aplicado por fonoaudiólogos no Brasil.

Um relato de caso único recente identificou melhoras apenas no subsistema fonatório, utilizando estimulação anódica cerebelar. No entanto, tratava-se de um sujeito com disartria decorrente de Traumatismo Cranioencefálico (PANICO et al.,

2020). A rTMS e tDCS apresentam efeitos semelhantes para a mesma fisiopatologia (SILVA, Mailu, et al., 2018). Porém, os custos para tratamento com rTMS são elevados (RIBERTO, 2008), quando comparado à tDCS (BRANGIONI, 2016; RIBERTO, 2008).

Além disso, a terapia fonoaudiológica tem incorporado esse recurso no processo terapêutico de sujeitos com afasia, tanto na clínica quanto na pesquisa. As evidências ainda são baixas, quando comparadas a outras utilizações da tDCS, mas os resultados são animadores (FRIDRIKSSON et al., 2018; BIOU et al., 2019; ELSNER et al., 2019).

A utilização da tDCS por profissionais fonoaudiólogos capacitados têm aumentado e recebe apoio da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia para inserção da classe profissional em pesquisas, que até então, tem sido desenvolvida majoritariamente por neurologistas e neuropsicólogos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FONOAUDIOLOGIA, 2020). A disartria na DP apresenta um impacto negativo na qualidade de vida dos sujeitos acometidos (LIRANI-SILVA, MOURÃO e GOBBI, 2015). Com base no exposto, nossa hipótese de trabalho foi de que a aplicação da tDCS durante a terapia fonoaudiológica convencional apresentaria maiores impactos na fala e voz do que apenas a terapia convencional. A partir disso, nosso objetivo foi comparar os resultados de diferentes desenhos de tratamento para disartria em sujeitos com DP, envolvendo terapia fonoaudiológica convencional e tDCS e um controle.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Doença de Parkinson

A DP é uma doença neurodegenerativa progressiva e generalizada, que afeta o sistema nervoso central, periférico e entérico (BRAAK e BRAAK, 2000). Foi descrita a primeira vez em 1817, por seu homônimo médico inglês, James Parkinson (JANKOVIC, 2008).

Sua fisiopatologia é caracterizada pela morte de neurônios dopaminérgicos na substância negra e anormalidades na atividade espontânea e nas respostas sensorio-motoras dos neurônios nos gânglios da base (LANG e LOZANO, 1998; ARMSTRONG e OKUN, 2020). Na DP, há alterações no citoesqueleto neuronal que

se desenvolve em apenas alguns tipos de células nervosas suscetíveis. Os neurônios afetados eventualmente produzem corpos de Lewy, principalmente em conjuntos de proteína α -sinucleína (BRAAK e BRAAK, 2000; ARMSTRONG e OKUN, 2020).

Os sintomas da DP se dividem em motores e não motores. Os sintomas motores consistem em: tremor de repouso, rigidez, bradicinesia e alteração de equilíbrio postural (TYSNES e STORSTEIN, 2017) (Quadro 1). Os sintomas não motores se apresentam de forma heterogênea e afetam diversos sistemas e se manifestam em: distúrbio de comportamento do sono REM, perda de olfato, constipação, disfunção urinária, hipotensão ortostática, sonolência diurna excessiva e depressão (ARMSTRONG e OKUN, 2020).

Quadro 1 – Sintomas motores da DP

SINTOMA	DESCRIÇÃO
Tremor de repouso	Movimento involuntário de vibração no momento de repouso muscular, normalmente caracterizado por ritmo lento. Costuma cessar ao início de um movimento voluntário.
Rigidez	Aumento na tensão e contração dos músculos esqueléticos, reduzindo a amplitude dos movimentos voluntários.
Bradicinesia	Trata-se da lentificação dos movimentos voluntários.
Alteração de equilíbrio postural	Na DP, o equilíbrio postural torna-se instável. Desta forma, há uma incapacidade de manter a postura ereta e estável, bem como favorece episódios de queda.

Fonte: Adaptado de American Parkinson Disease Association [20-?].

A prevalência da DP varia entre 1 e 2 casos a cada 1000 pessoas. Ela afeta cerca de 1% da população acima de 60 anos, enquanto em faixas etárias mais altas atinge uma prevalência de 4%. No entanto, em uma menor porcentagem, pode afetar pessoas com menos de 50 anos, geralmente decorrente de variantes genéticas (TYSNES e STORSTEIN, 2017).

1.1.2 Disartria

Sendo a disartria um transtorno motor da fala importante de ser compreendido como um todo, este capítulo irá discorrer sobre o conceito e tipos disartria encontrados em diferentes patologias, dando maior enfoque a DP.

Disartria é caracterizada por alteração de força, velocidade, amplitude, estabilidade ou precisão dos movimentos em funções envolvidas na produção da fala, isto é, respiração, fonação, ressonância, articulação e prosódia (DUFFY, 2019; ORTIZ, 2010). Este transtorno é de ordem neurogênica e se manifesta por problemas nas vias aferentes e eferentes do sistema nervoso central, que podem se manifestar por meio de fraqueza ou paralisia muscular, incoordenação ou produção involuntária dos movimentos, além de alteração no tônus muscular (DUFFY, 2019; YORKSTON, 1996).

Esse distúrbio representa aproximadamente 30% dos diagnósticos fonoaudiológicos (TALARICO, VENEGAS e ORTIZ, 2011). Além disso, a inteligibilidade e a naturalidade da fala podem estar alteradas neste transtorno. Ainda, pode-se observar a presença de comorbidades de ordem linguística, cognitiva e de deglutição em sujeitos com disartria (DUFFY, 2019).

A disartria pode se manifestar de formas diferentes, a depender da localização da fisiopatologia e da disfunção apresentada. A classificação mais utilizada na literatura se baseia na etiologia da lesão e, desta forma, é classificada em: flácida, espástica, atáxica, hipocinética, hipercinética, de neurônio motor superior unilateral e mista (DUFFY, 2019; FREED, 2000; MAYO CLINIC, 1998; FAZOLI, 1997; DARLEY, ARONSON e BROWN, 1969). Cada tipo de disartria possui características perceptivo-auditivas próprias (Quadro 2).

Quadro 2 – Características perceptivoauditivas das disartrias

(continua)

Tipo de disartrofia	Características das bases motoras da fala
Flácida	Hipernasalidade, imprecisão articulatória nas consoantes, incompetência fonatória, fadiga, monopitch e monoloudness
Espástica	Imprecisão articulatória nas consoantes, voz áspera ou tensa, hipernasalidade, monopitch e monoloudness
Atáxica	Imprecisão articulatória nas consoantes, quebras articulatórias irregulares, invariabilidade prosódica, prolongamento de fonemas, monopitch, monoloudness, voz áspera, movimentos respiratórios exagerados ou paradoxais
Hipocinética	Imprecisão articulatória nas consoantes, monopitch, monoloudness, dificuldade em iniciar a fala, explosões de velocidade na fala encadeada, voz áspera ou sopro, capacidade vital reduzida
Hipercinética	Imprecisão articulatória nas consoantes, intervalos prolongados entre sílabas ou palavras, taxa variável de fala, monopitch, dificuldade em iniciar a fala, variações excessivas de loudness, inspirações ou expirações rápidas, voz áspera ou tenso-estrangulada, falhas articulatórias irregulares, interrupções fonatórias, frases curtas, prolongamento de fonemas, vogais distorcidas e hipernasalidade.

Quadro 2 – Características perceptivoauditivas das disartrias

(conclusão)

Neurônio motor superior unilateral	Imprecisão articulatória nas consoantes, voz áspera e hipernasalidade
Mista	Combinação de características de dois ou mais tipos de disartria, à exceção da combinação da disartria de neurônio motor superior unilateral e espástica, cuja ocorrência não é possível.

Fonte: Hedge e Freed (2022).

Na DP, cerca de 90% das pessoas diagnosticadas apresentam alterações nos subsistemas motores da fala, que levam a um quadro de disartria hipocinética (LOGEMANN et al., 1978; MAHLER, RAMING e FOX, 2015). Um estudo recente (RUSZ et al., 2021) foi realizado com o objetivo de estimar a ocorrência e características da disartria hipocinética em sujeitos com pouco tempo de diagnóstico de DP ou sem iniciar o uso de L-Dopa. Para isso, 100 sujeitos (60 homens e 40 mulheres) foram avaliados pelo *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS III) e pelo *Montreal Cognitive Assessment*, além de realizarem avaliação da fala, análise vocal acústica e tomografia computadorizada. Os autores observaram que a disartria ocorre predominantemente em homens e correlacionaram a extensão do *monopitch* nessa população à perda de dopamina nigral do núcleo putamen. Além disso, os homens obtiveram maior variabilidade de *loudness*.

Nas mulheres, a imprecisão consonantal foi correlacionada com déficit cognitivo. As mulheres apresentaram melhor qualidade vocal em relação aos homens, precisão articulatória e prosódia, independentemente do estágio da DP. Os autores concluíram que as alterações nos subsistemas da fala são precoces na DP, e servem de marcadores da doença (RUSZ et al., 2021).

1.1.2.1 Avaliação e diagnóstico das disartrias

Para avaliar os aspectos alterados nas disartrias, o padrão-ouro ainda é, de acordo com a literatura, a avaliação clínica. Para isso, também existem protocolos que podem auxiliar neste processo. Em uma breve busca na literatura especializada realizada pela autora desse estudo, nas bases de dados PubMed, Scopus, EMBASE e PsycINFO verificou-se que poucos instrumentos avaliam todos os subsistemas da fala. Um dos mais completos e utilizados é a segunda versão do *Frenchay*

Dysarthria Assessment (FDA-2), adaptada para diversos idiomas e validado para diferentes populações (ENDERBY e PALMER, 2008; HIJIKATA et al., 2020; GHIO et al., 2020; CARDOSO et al., 2017). Por meio desse instrumento, é possível avaliar reflexos, respiração, estruturas orofaciais, inteligibilidade de fala e fatores de influência (como avaliação auditiva, visual, linguagem, humor, postura, sensorial, etc), com dados normativos para indivíduos de 12 a 97 anos.

O Perfil de Disartria de Robertson (ROBERTSON e THOMSON, 1987), é outro protocolo e abrange oito domínios avaliados: respiração, fonação, musculatura facial, diadococinesia, reflexos orais, articulação, inteligibilidade, prosódia. O perfil é traçado através de uma escala de 4 pontos, onde o escore total máximo é de 280 (quanto maior a pontuação, menos perceptível é a alteração).

O *Radboud Dysarthria Assessment* – RDA (KNUJIT et al., 2017) foi desenvolvido recentemente com intuito de avaliar os aspectos da fala e classificar o tipo de disartria e sua gravidade. O instrumento avalia, através da leitura e da fala espontânea, os cinco subsistemas da fala, bem como aspectos posturais. Ao classificar o tipo de disartria, o RDA é capaz de especificar quais tipos estão envolvidos em uma disartria mista, como disartria mista espástica e atáxica.

No Brasil, são escassos os instrumentos padronizados e validados. Os protocolos mais utilizados são o Protocolo de Avaliação de Disartria (ORTIZ, 2010), que avalia os cinco subsistemas da fala de forma qualitativa; e o Protocolo de Avaliação de Inteligibilidade de Fala (BARRETO e ORTIZ, 2010), que mede a inteligibilidade de fala em sujeitos com disartria, através dos scores de subtestes de palavras e sentenças.

Semelhante ao protocolo proposto por Ortiz (2010), um protocolo de avaliação de disartria (ANEXO A) alemão foi traduzido e adaptado para o Português Brasileiro por Fracassi et al. (2011) e é destinado para a população com DP (FRACASSI et al., 2011). O teste avalia os cinco subsistemas da fala a partir de 18 tarefas. Em cada subsistema é realizada uma análise de grau de comprometimento através de uma escala de 0 a 6, na qual para 0 atribui-se a ausência de alteração e para 6 atribui-se distúrbio grave. Esse protocolo permite que a disartria seja quantificada, através da somatória das escalas, entre leve (1-10 pontos), moderada (11-20 pontos) e grave (21-30 pontos).

Além de protocolos de avaliação perceptivoauditiva, a análise acústica é amplamente utilizada em pesquisas como uma ferramenta diagnóstica

complementar. Especialmente na DP, a análise acústica é capaz de identificar a disartria hipocinética ainda em estágios iniciais da doença, através de parâmetros na fala espontânea e na tarefa de leitura (YANG et al., 2020; MUCHA et al., 2017; ROSEN et al., 2006).

1.1.2.2 Terapia da disartria hipocinética

O plano de reabilitação das disartrias deve levar em consideração a fisiopatologia envolvida em cada caso. Visto que a disartria compromete os subsistemas da fala, isto é, respiração, fonação, articulação, ressonância e prosódia, a terapia da disartria deve objetivar a melhora destes aspectos (PORTALETE et al., 2019; HAYDEN e SQUARE, 1994).

Dentre as possibilidades terapêuticas, a literatura mostra que o método Lee Silverman Voice Treatment (LSVT®) impacta positivamente na reabilitação das disartrias, cujo objetivo é aumentar a *loudness* por meio de técnicas de esforço fonatório. Estudos relatam que esse método melhora a qualidade vocal e a inteligibilidade de fala em paciente com DP, porém o mesmo efeito não foi verificado na articulação (DIAS e LIMONGI, 2003; CONSTANTINESCU et al., 2011).

A Terapia Hierárquica Motora de Fala (HAYDEN e SQUARE, 1994) sugere que os princípios do tratamento neuromuscular sejam a base na reabilitação das disartrias. Desta forma, as sessões de tratamento sejam estruturadas, onde estratégias para melhor inteligibilidade de fala sejam incorporadas. Tal estruturação é realizada por etapas hierárquicas, ou seja, respiração, ressonância, fonação, articulação e prosódia respectivamente (PORTALETE et al., 2019; LEMOS, 1992).

1.1.3 Neuromodulação não invasiva

A estimulação cerebral não invasiva (NIBS, do inglês *non-invasive brain stimulation*) divide-se em duas técnicas de acordo com o tipo de estímulo. As primeiras a surgirem foram a estimulação elétrica (foco do presente estudo), e a estimulação magnética (TMS, do inglês *transcranial magnetic stimulation*).

O uso da corrente elétrica no tratamento das mais diversas patologias começou a ser descrito ainda na Grécia Antiga, a partir da descrição do peixe torpedo, uma espécie que, para capturar suas presas, desfere uma corrente elétrica

de até 200 V. Posteriormente, a corrente elétrica emitida pelo peixe torpedo foi utilizada como tratamento para cefaleia e gota (ANTAL et al., 2017; SCHESTATSKY, 2017).

Os estudos de intervenção utilizando NIBS como é hoje, começaram a ser realizados no século XX para transtornos neuropsiquiátricos, cuja aplicação era realizada com intensidades menores e por mais tempo (SILVA e SCHESTATSKY, 2017; TROUNG e BIKSON, 2018). A técnica foi descrita pela primeira vez em 1950 e estudada em modelos animais nos anos subsequentes e em modelos terapêuticos (STAGG, ANTAL e NITSCHKE, 2018).

De acordo com Monti e colaboradores (2013), Penfield realizou um estudo em 1965, em que observou que a estimulação elétrica aplicada à área de Wernicke causava alteração na produção da fala, tornando o paciente temporariamente afásico. Tal achado foi fundamental para o raciocínio que se utiliza na neuromodulação atualmente.

O avanço da NIBS em humanos foi em 1980, quando foi demonstrado que impulsos elétricos fortes e de curta duração aplicados sobre o córtex motor podem induzir espasmos musculares (STAGG, ANTAL e NITSCHKE, 2018). Por meio de pesquisas realizadas no início do século XXI, observou-se que a tDCS modula a polaridade da excitabilidade cerebral. No entanto, foi a partir das estimulações cerebrais profundas que surgiu o insight do uso terapêutico da NIBS (TROUNG e BIKSON, 2018).

Doenças neuropsiquiátricas apresentam alterações de neuroplasticidade e excitabilidade cortical, que são fatores complexos de serem tratados. No entanto, a abordagem terapêutica proporcionada pela NIBS tem mostrado resultados promissores (LEFAUCHEUR et al., 2017). Uma das modalidades da NIBS é a tDCS que será explanada nas subseções seguintes.

1.1.3.1 Estimulação transcraniana por corrente contínua

O mecanismo de ação da tDCS consiste na modulação subliminar do potencial de membrana, a partir da alteração da estabilidade e da atividade cortical, modificando também a neuroplasticidade através da aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade no escalpo (PRIORI, HALLET e ROTHWELL, 2009; APARÍCIO et al., 2016; LEFAUCHEUR et al., 2017). Por se tratar de um tratamento

não farmacológico, a tDCS tem se mostrado uma opção atraente de tratamento em doenças crônicas e casos refratários principalmente (ANDRADE et al., 2014). Além disso, a tDCS é capaz de modular as respostas motoras, sensoriais, cognitivas e comportamentais (MONTI et al., 2012; STAGG, ANTAL e NITSCHKE, 2018).

De acordo com Stagg, Antal e Nitsche (2018), a intensidade aplicada não é capaz de induzir a atividade neuronal independente da entrada aferente de outras fontes, mas é suficiente para alterar a excitabilidade e a atividade espontânea dos neurônios. Além disso, o campo elétrico da tDCS potencialmente interfere na atividade de diversos neurotransmissores, células glia, circulação de microvasos e processos inflamatórios (RUOHONEN e KARHU, 2012; WOODS et al., 2016).

Desta forma, a tDCS promove duas respostas fisiológicas: os efeitos agudos e os efeitos neuroplásticos. Stagg, Antal e Nitsche (2018) afirmam que, por se tratar de células eletricamente excitáveis, a aplicação de corrente elétrica no escalpo promove a despolarização do potencial de repouso da membrana neuronal, gerando potenciais de ação. Durante a estimulação, a corrente flui entre os eletrodos, passando pelo cérebro para completar o circuito. Os efeitos agudos apontam para os efeitos imediatos durante a estimulação. Os efeitos posteriores ao período de estimulação, que pode ser de minutos a mais de 24 horas, são os chamados efeitos neuroplásticos. Estes são os efeitos que correspondem a efetividade do tratamento.

Se uma membrana neuronal é despolarizada por uma corrente contínua, isso significa que menos atividade aferente é necessária para induzir um potencial de ação. Quando hiperpolarizada, ocorre excitabilidade neuronal que reduz a atividade espontânea neuronal (NITSCHKE e PAULUS, 2001).

Idade, fatores genéticos e medidas comportamentais são fatores que implicam diretamente nas respostas à tDCS (DATTA et al., 2012; LI, UEHARA e HANAKAWA, 2015; BERRYHILL e MARTIN, 2018). A seguir, serão mais bem descritos os efeitos cognitivos, de linguagem e adversos com o uso da tDCS.

Os efeitos neurofisiológicos no cérebro de indivíduos neurotípicos podem diferir dos efeitos apresentados na população clínica. No entanto, em ambas as populações a tDCS induz efeitos prolongados e mudanças funcionais no cérebro de forma positiva (MONTI et al., 2012).

Em uma revisão recente, Berryhill e Martin (2018) observaram os efeitos da tDCS em diferentes domínios cognitivos em adultos saudáveis e diferentes populações clínicas. Os autores revisaram o desempenho cognitivos de ambas as

populações em estudos de efeito de sessão única e sessões repetidas. Além disso, na população clínica, observaram os efeitos de repetidas sessões de tDCS combinadas à treinamento cognitivo.

Na estrutura de sessão única, as pesquisas se propuseram a verificar as relações entre estrutura e função. Os autores verificaram que a partir desta abordagem foi possível investigar, em sujeitos neurotípicos, os efeitos da tDCS nas habilidades cognitivas de percepção, fluência verbal, busca visual, atenção, criatividade, memória de trabalho, aprendizagem e memória episódica. No entanto, não houve um consenso na literatura sobre os efeitos da tDCS de sessão única e repetidas nas funções cognitivas, tanto em indivíduos neurotípicos quanto na população clínica (BERRYHILL e MARTIN, 2018).

Neste sentido, em um estudo de tDCS com sessões múltiplas em indivíduos saudáveis, Bortoletto e colaboradores (2015) observaram uma possível redução da neuroplasticidade em tratamento de combinação simultânea de uma tarefa cognitiva e tDCS. Gögler e colaboradores (2017) verificaram melhora no desempenho cognitivo significativo em 24 horas imediatas à estimulação, mas tal efeito não foi evidente imediatamente após o fim da última sessão de tratamento com tDCS. No entanto, Berryhill e Martin (2018) referem que tarefas cognitivas simultâneas são necessárias durante a tDCS para produzir alterações neuroplásticas duradouras.

Monti e colaboradores (2012) revisaram 21 estudos que verificaram os efeitos da tDCS em diferentes habilidades linguísticas. Em sujeitos saudáveis, foi possível observar melhora da fluência verbal e da precisão, redução da latência de respostas na tarefa de nomeação de figuras, facilitação da aprendizagem de outro idioma, da aprendizagem verbal associativa e da velocidade de aprendizagem verbal. Os autores também encontraram efeitos semelhantes na população com afasia.

Estudos mais recentes apontam o córtex pré-frontal dorsolateral como uma importante área que, quando estimulada eletricamente, melhora diversas habilidades linguísticas em diferentes populações (NAKASHIMA et al., 2021; TONG et al., 2020; VAUGHN et al., 2020; LIU et al., 2020; LI et al., 2018; RADMAN et al., 2018). O giro frontal inferior esquerdo, que corresponde à área de Broca, também tem sido alvo de estudos com desfechos positivos na aplicação de tDCS para terapia de fala em diferentes populações (ZHAO et al., 2021; BLAGOVECHTCHENSKI et al., 2019; ALMEIDA, POPE e HANSEN, 2019; CAO, LIU e ALEXANDRAKIS, 2018; FABIO et al., 2018). Além de áreas classicamente atribuídas à linguagem, alguns estudos têm

mostrado efeitos positivos da tDCS sobre a área motora primária em aspectos linguísticos (VITALE et al., 2021; WANG et al., 2019)

Truong e Bikson (2018) referem que há um consenso científico que considera a tDCS segura e tolerada. Para Antal e colaboradores (2017), o conceito de segurança em saúde pode ser considerado relativo. Assim, deve-se afirmar com cautela que tDCS é seguro para protocolos não testados.

Uma falha na segurança pode levar a eventos adversos (EA). Os EA são efeitos inesperados, em geral, desconfortáveis ou nocivos resultantes de uma intervenção. O *Cancer Therapy Evaluation Program* (NATIONAL CANCER INSTITUTE, 2017) apresenta uma escala de classificação de EA, a escala de Critérios de Terminologia Comum, que conceitua os EA de acordo com a sua severidade.

- EA leve (grau 1) – desconfortos leves ou transitórios, sem necessidade de intervenção;
- EA moderado (grau 2) – desconforto que limita ou interfere nas atividades de vida diária e necessita de intervenção mínima, local ou não invasiva;
- EA grave (grau 3) – é clinicamente significativo, podendo ser necessária hospitalização. Porém, não apresenta risco de vida;
- EA de risco de vida iminente (grau 4) – intervenção urgente indicada;
- Morte relacionada ao EA (grau 5).

A tolerabilidade e aceitabilidade fazem parte do sucesso de determinado tratamento. No entanto, poucos estudos sobre tDCS relatam o quanto a tolerabilidade impacta na aceitabilidade (APARÍCIO et al., 2016). A tolerabilidade é definida como a taxa de ocorrência de EA. Desta forma, a tolerabilidade se dá em decorrência de um conjunto de fatores, como o dispositivo utilizado, a dose aplicada, fatores interindividuais, capacitação técnica, monitoramento contínuo e intervenções paralelas (ANTAL et al., 2017). Enquanto a aceitabilidade relaciona-se com a adesão e continuidade do tratamento (APARÍCIO et al., 2016).

Em uma revisão, Brunoni e colaboradores (2011) analisaram a ocorrência de EA em estudos publicados em tDCS. Eles observaram EA comuns como coceira, formigamento, dor de cabeça, sensação de queimação e desconforto, considerados leves, isto é, EA leves ou transitórios, sem necessidade de intervenção.

A técnica utilizada na tDCS é considerada de baixo custo e segura (ANDRADE et al., 2014; APARÍCIO et al., 2016; BERRYHILL e MARTIN, 2018). Em

geral, a intensidade de corrente elétrica aplicada é entre 0,5 e 2 mA, por meio de eletrodos envoltos de material esponjoso de 5x5 cm ou 5x7 cm (tamanho mais comum) que fornecem estimulação difusa ao redor da área-alvo (WOODS et al., 2016; BERRYHILL e MARTIN, 2018).

Os dispositivos de tDCS incluem um estimulador controlado por corrente alimentado por bateria de 9 V que gera uma corrente contínua sustentada. Em geral, essa corrente é aplicada em um período de 20 a 40 minutos. A corrente começa a fluir de vários mA por até dezenas de minutos, com uma rampa de subida, o *ramp up*, no início da aplicação e uma rampa de descida, o *ramp down*, no fim da estimulação. Esta corrente é aplicada através de fios condutores aos eletrodos (BERRYHILL e MARTIN, 2018; TROUNG e BIKSON, 2018).

Todos os dispositivos tDCS têm, no mínimo, dois eletrodos, em geral de silicone, com pelo menos um eletrodo colocado no couro cabeludo. Por meio de um eletrodo anódico (ou eletrodo ativo) a corrente entra no corpo, e através de um eletrodo catódico (ou eletrodo de referência/retorno) a corrente sai do corpo (THAIR et al., 2017; TROUNG e BIKSON, 2018). Na utilização de mais de dois eletrodos, a corrente total dos eletrodos anódicos deve corresponder à corrente total dos eletrodos catódicos para que a corrente total que entra no corpo seja igual à corrente total que sai do corpo (TROUNG e BIKSON, 2018). O posicionamento do cátodo pode ser feito também fora do escalpo, denominada tDCS monopolar ou extracefálico (MONTI et al., 2012).

Os termos tDCS anódico ou catódico referem-se a uma hipótese de que as mudanças neurofisiológicas ou comportamentais refletem a estimulação das regiões do cérebro próximas ao ânodo ou cátodo, respectivamente (TROUNG e BIKSON, 2018). Assim, os efeitos produzidos pela tDCS são polaridade-dependentes, pois a polaridade do eletrodo anódico e catódico determina estimulação ou inibição, respectivamente, da área onde foram posicionados (MONTI et al., 2012; SILVA e SCHESTATSKY, 2017).

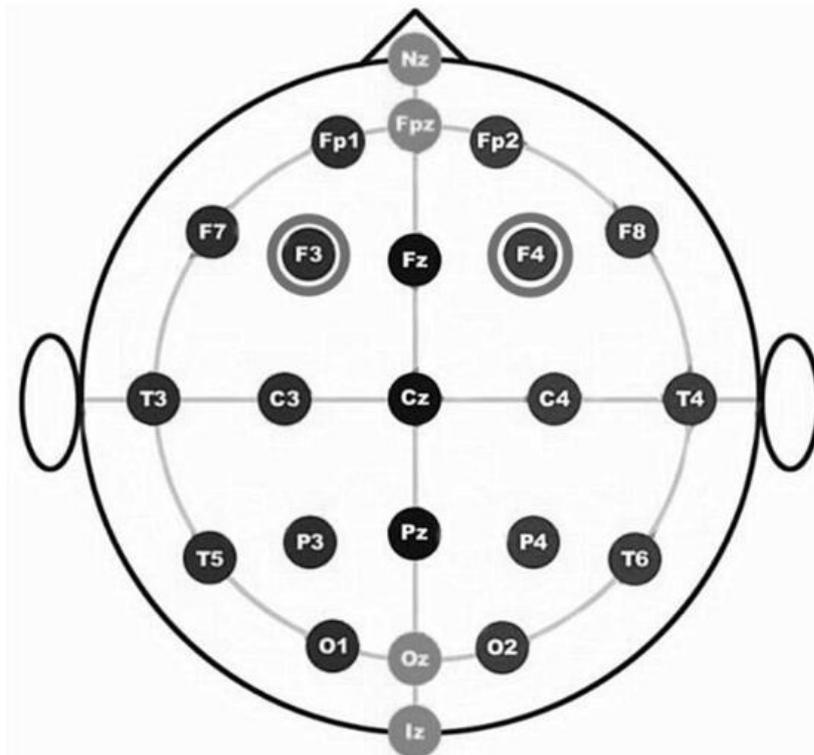
A colocação dos eletrodos permite a entrega da corrente elétrica emitida pelo estimulador no escalpo. Além disso, os eletrodos são envoltos em uma esponja, no qual é necessário o uso de substância à base de eletrólitos, como soro fisiológico ou gel/creme condutor, que serve como um “amortecedor” da corrente aplicada (WOODS et al., 2016; TROUNG e BIKSON, 2018). Merrill, Bikson e Jefferys (2005)

ressaltam a importância de que o conjunto de eletrodos não entre em contato direto com a pele, pois os produtos químicos formados no eletrodo podem lesar a pele.

Deve-se ainda ter cautela quanto à quantidade aplicada de soro fisiológico, pois supersaturação da esponja pode interferir negativamente na reprodutibilidade da aplicação e dos efeitos da estimulação. Quando o soro fisiológico extravasa da esponja, uma área maior do escalpo é estimulada, isto é, além da área do eletrodo (WOODS et al., 2016). Isso implica em um efeito não reprodutível da pesquisa. Para tanto, é sugerido a aplicação de métodos de quantificação do soro fisiológico, como o uso de seringas (WOODS et al., 2016).

Quanto ao posicionamento dos eletrodos, é necessária uma padronização, pois diferenças mínimas de posição podem resultar em diferenças significativas de efeito (NITSCHKE e PAULUS, 2000; WOODS et al., 2015). Dada a variação entre o tamanho e formato da cabeça entre os seres humanos, o posicionamento dos eletrodos é feito de acordo com o Sistema Internacional 10-20 (Figura 1) ou por neuronavegação (WOODS et al., 2016; THAIR et al., 2017).

Figura 1 – Sistema Internacional 10-20



Fonte: Xiong et al. (2015).

No contexto clínico, a média de tempo de estimulação é de 20 a 40 minutos, numa intensidade entre 0,5 e 2 mA. No entanto, no contexto de pesquisa tem-se explorado intensidades mais altas – até 4 mA, intensidade considerada baixa (BIKSON et al., 2016; THAIR et al., 2017). Na população infantil, recomenda-se cautela na aplicação de protocolos semelhantes aos destinados para a população adulta. Por conta do tamanho e espessura do crânio a corrente pode se intensificar (ANDRADE et al., 2014).

Diferente da TMS, os equipamentos de tDCS, em geral, são portáteis. Isto permite que outros tratamentos sejam combinados e simultâneos ao período de estimulação transcraniana. A tDCS possibilita a aplicação de forma *online*, de tal forma que os sujeitos realizam uma tarefa durante a estimulação, ou *offline*, onde a tarefa pode ser aplicada após a sessão de tDCS ou ainda não executar nenhuma tarefa (BERRYHILL e MARTIN, 2018).

1.1.4 Estimulação transcraniana por corrente contínua na Doença de Parkinson

Entre os tratamentos para os sintomas da DP, a DBS tem se mostrado um tratamento inovador e eficaz, principalmente em relação aos sintomas motores da doença, quando não controlados por fármacos (SILVESTRE, 2021). Trata-se de uma abordagem neurocirúrgica, com o paciente acordado, na qual uma corrente elétrica de baixa intensidade é aplicada diretamente no encéfalo através de eletrodos implantados cirurgicamente (FERREIRA, 2014).

No que tange às questões de fala na DP, não há dados sólidos quanto aos efeitos da DBS na voz e fala. Em um estudo de caso duplo, o primeiro sujeito apresentou melhora no *pitch*, enquanto passou a apresentar pior *loudness*, velocidade, fluência e articulação. Aspectos como inteligibilidade de fala e qualidade vocal não foram alterados. O segundo sujeito apresentou piora na qualidade vocal, enquanto outras características vocais não sofreram alterações e mantiveram-se adequadas (CRUZ et al., 2016).

Um estudo com uma pequena amostra de pacientes submetidos à DBS verificou aumento da instabilidade vocal (ROMANN et al., 2019). Outro estudo observou piora nos aspectos fonatório, articulatorio e grau de disartria em pacientes com DP que foram submetidos à DBS de alta frequência (130 Hz). No entanto, observaram melhora na astenia e na instabilidade vocal (MORELLO, et al. 2020). A

DBS também pode levar à piora de sintomas como fluência verbal (MIRANDA et al., 2021; TOFT e DIETRICH, 2011).

Como uma opção não invasiva e de custo reduzido em relação à DBS, a tDCS tem sido explorada como recurso terapêutico para a DP (VEGA e COSTA, 2013). Fregni et al. (2021) constataram que a tDCS possui evidência nível B (provavelmente eficaz) para funções motoras e cognitivas na DP.

O estudo de Broeder et al. (2019) analisou o aprendizado de escrita aprimorado por tDCS em sujeitos com DP, comparando-os com sujeitos saudáveis. O experimento contou com dez sujeitos com DP e dez sujeitos saudáveis submetidos a duas sessões de treinamento de escrita combinado com 20 minutos de tDCS anódica no córtex motor primário (M1). Observou-se que os sujeitos com DP apresentaram maior amplitude e velocidade na motricidade manual, enquanto essa melhora não foi observada nos sujeitos saudáveis.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Schoellmann et al. (2019). A estimulação anódica sobre o M1 levou à melhora na integração motora fina manual. Tais achados foram corroborados em uma revisão sistemática (SIMPSON e MAK, 2019) que observou não apenas o benefício da tDCS anódica em M1 no aumento da força e velocidade do movimento dos membros superiores, como melhoraram a classificação dos sujeitos no (UPDRS III, que mede o curso longitudinal da DP (INTERNATIONAL PARKINSON AND MOVIMENT DISORDER SOCIETY, 2016). Fioró et al. (2021) investigaram os efeitos da estimulação anódica sobre M1, em conjunto ao treino de marcha em esteira, no equilíbrio postural de seis sujeitos com DP, divididos em dois grupos (experimental e placebo). O protocolo contou com dez sessões de intervenção diárias com duração de 20 minutos. Verificou-se que o treino de marcha associado à tDCS apresentou melhoras na mobilidade e no equilíbrio postural.

Disfagia também é um sintoma comum nos pacientes com DP (MONTEIRO et al., 2014), porém não é uma temática tão explorada com tDCS. Até o momento, apenas um estudo de caso foi publicado (DASHTELEI et al., 2020). Esse estudo relata o caso de um sujeito do sexo masculino com disfagia decorrente da DP submetido à terapia de deglutição convencional combinada com tDCS por dez sessões de 30 minutos em M1 bilateralmente. Nos primeiros 20 minutos, a tDCS foi aplicada simultaneamente à terapia convencional e nos últimos dez minutos foi realizada apenas terapia convencional. O córtex pré-frontal foi selecionado para o

eletrodo de referência. A estimulação foi aplicada duas vezes ao dia, por cinco dias seguidos. O sujeito foi reavaliado imediatamente após a última sessão e após um mês. Os resultados demonstraram que o tratamento levou a um menor risco de penetração e aspiração, bem como elevou a qualidade de vida autorreferida do sujeito imediatamente após a intervenção. Houve regressão dos efeitos após um mês, porém não foi suficiente para perder os efeitos da estimulação.

Em relação aos aspectos da linguagem na DP, há poucos estudos que utilizem tDCS no tratamento. No que tange à fluência verbal, Pereira et al. (2013) comparou os efeitos da tDCS anódica entre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e córtex temporoparietal esquerdo. Mesmo que sem diferença significativa, os autores observaram uma grande melhora na fluência fonêmica. Já no estudo de Bueno et al. (2019) foi observada melhora significativa na fluência verbal semântica em uma única sessão de tDCS sob o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo.

Nos aspectos de fala e voz, o estudo de Vega (2015) analisou os efeitos da tDCS nos subsistemas da fala na disartria decorrente da DP, e foi controlado por placebo. O protocolo utilizado foi de estimulação anódica sobre a área de Broca, e se mostrou significativamente efetivo na alteração articulatória no grupo experimental.

Um estudo de caso recente comparou dois protocolos de tDCS em um sujeito com disartria decorrente de traumatismo cranioencefálico, associada à terapia fonoaudiológica, com enfoque na repetição de palavras (PANICO et al., 2020). A estimulação catódica cerebelar mostrou-se mais eficaz para fonação, em comparação à estimulação anódica sob a área de Broca. Os autores sugerem que a ausência de melhora em outras habilidades é resultado do não treinamento delas. Desta forma, sugerem que o tDCS potencializa o efeito da terapia fonoaudiológica.

1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

1.2.1 Delineamento e aspectos éticos

Trata-se de uma pesquisa analítica, observacional transversal, descritiva, de intervenção e quantitativa. Este estudo foi realizado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas com seres humanos, conforme determina o Conselho Nacional de Saúde na sua resolução 466/12, registrado no Gabinete de

Projetos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob n. 23081.001213/2021-34, bem como submetido e registrado no Comitê de Ética e Pesquisa (ANEXO B).

A realização deste estudo foi condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1) e de Autorização Institucional do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) da UFSM (ANEXO C).

1.2.2 População e amostra

A composição da amostra foi feita por conveniência, através da captação de sujeitos da lista de espera do SAF. Além disso, a pesquisa foi divulgada nas redes sociais.

Participaram deste estudo quatro sujeitos do sexo masculino com DP, com média de idade 71,5 anos e tempo médio de 6 anos de diagnóstico. Os participantes encontravam-se em estágios variados da doença, de acordo com a Escala de Hoehn & Yahr Modificada (SHENKMAN et al., 2001), que descreve a gravidade da doença a partir do estágio da doença, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Escala de Hoehn & Yahr Modificada

ESTÁGIOS	SINAIS
Estágio 0	Sem sinais da doença.
Estágio 1	Doença unilateral.
Estágio 1,5	Acometimento unilateral mais axial.
Estágio 2	Doença bilateral, sem comprometimento dos reflexos posturais.
Estágio 2,5	Doença bilateral leve, com recuperação nos testes de reflexos posturais.
Estágio 3	Doença bilateral de leve a moderada. Há instabilidade postural, independente das atividades diárias.
Estágio 4	Alto grau de incapacitação; ainda consegue andar ou ficar em pé com auxílio.
Estágio 5	Confinado a cama ou a cadeira de rodas, a menos que ajudado.

Fonte: Gasparim et al. (2011).

1.2.3 Critérios de seleção da amostra

Foram incluídos participantes que:

- a) autorizassem sua participação mediante assinatura do TCLE;
- b) possuísem diagnóstico de DP;
- c) apresentassem queixa de voz e/ou fala, caracterizada como disartria;
- d) fossem falantes do português brasileiro;

Foram excluídos participantes que:

- a) possuísem diagnóstico de outras doenças neuropsiquiátricas;
- b) já tivessem realizado DBS;
- c) tivessem crises convulsivas não controladas por pelo menos seis meses;
- d) utilizassem marcapasso cardíaco ou qualquer dispositivo ativo de interação eletrônica e/ou magnética.

Tais dados foram analisados por meio de autorrelato e ficha médica apresentada pelo paciente no momento da primeira avaliação fonoaudiológica.

1.2.4 Processo de seleção da amostra

Após a contemplação dos critérios de inclusão e exclusão, os participantes foram avaliados pela pesquisadora individualmente e em uma sala silenciosa. Foram realizadas a triagem auditiva e as avaliações pré e pós-intervenção.

1.2.4.1 Triagem auditiva

A fim de rastrear os limiares auditivos, utilizou-se o audiômetro portátil modelo AS 208, da marca *Interacoustics*. Para isso, foi testada a via aérea nas frequências de 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz de ambas as orelhas em uma sala silenciosa. Adotou-se como critério de normalidade limiares auditivos iguais ou inferiores à 25 dB em todas as frequências testadas (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 20-?). Os sujeitos que apresentaram limiar auditivo superior a 25 dB em qualquer frequência testada foram orientados a realizar avaliação audiológica completa, a fim de realizar diagnóstico e conduta audiológica.

1.2.5 Instrumentos de avaliação

Os protocolos a seguir foram aplicados em três momentos: pré-intervenção, pós-intervenção e 30 dias após o fim das intervenções. É importante ressaltar que, devido ao agravamento das condições físicas dos participantes durante o andamento da pesquisa, o processo terapêutico e as reavaliações foram realizadas em domicílio. Por tratar-se de um estudo realizado no período da pandemia do coronavírus, as coletas foram realizadas obedecendo as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) no que concerne às medidas protetivas.

1.2.5.1 Protocolo Consenso da Avaliação Perceptivoauditiva da Voz (CAPE-V)

O CAPE-V (BEHLAU, 2003) tem por objetivo descrever a gravidade das principais características dos problemas de voz, através da percepção auditiva, onde são analisados o grau geral da alteração vocal, rugosidade, soprosidade, tensão, *pitch* e *loudness*, ressonância vocal, com possibilidade de acréscimo de duas observações sobre a voz. Ele é composto por três tarefas, que incluem: sustentação das vogais /a/ e /i/ e leitura de frases balanceadas.

Todas as tarefas foram gravadas por um gravador digital H4n da marca Zoom, posicionado em frente à boca do participante (a 4cm para produção de vogais e a 10 cm para produção das frases), editado no programa Audacity® versão 2.3.2, com taxa de amostragem definida em 44 kHz e conversão analógico-digital 16 *bits*.

As gravações foram submetidas à avaliação de três juízas fonoaudiólogas, com experiência na área de voz e não autoras do trabalho. As juízas foram cegadas em relação à identificação dos participantes, bem como suas respectivas idade e sexo. Os arquivos de áudio foram compartilhados com as juízas através do provedor de armazenamento em nuvem *Google Drive*.

Não foi solicitado às juízas especialistas que realizassem análise de *pitch*, visto que não foram informadas sobre o sexo dos participantes. Também não foi realizada a análise de *loudness*, pois não é possível analisar esse aspecto em gravações.

Para a análise, a escala visual analógica CAPE-V foi utilizada (ANEXO D). Nesta escala, uma régua milimetrada de 100 mm de extensão é utilizada para que as juízas possam classificar o grau do desvio dos respectivos parâmetros. A

mensuração marcada na régua milimetrada foi convertida em porcentagem (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2009).

Ainda, era necessário que as juízas indicassem se as alterações presentes nos parâmetros analisados eram consistentes (C) ou intermitentes (I), isto é, se havia presença da alteração no parâmetro em todas as tarefas de fala ou se a presença do desvio era assistemática, respectivamente (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2009).

Após a avaliação das juízas especialistas, foi realizada a média dos percentuais atribuídos por cada uma delas para o mesmo sujeito, nos três momentos de avaliação.

1.2.5.2 Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade da Fala (PAIF)

O PAIF (BARRETO; ORTIZ, 2010, 2016) avalia a inteligibilidade de fala por meio de repetição. Este protocolo é composto por 25 frases de alta, média e baixa preditividade, e uma lista composta por 60 palavras (ANEXO E). Os sujeitos avaliados foram gravados e juízes não especialistas (leigos) transcreveram tal gravação.

A gravação foi realizada com o participante sentado, em uma cabine acústica controlada, com o microfone Zoom posicionado à 10cm de distância da boca. Os sujeitos foram instruídos a repetirem cada item como falam habitualmente.

Posteriormente, as gravações foram editadas no programa Audacity® versão 2.3.2, com taxa de amostragem definida em 44.100 Hz e formato em 16 bit, para exclusão da fala da avaliadora e transcrição por um juiz não especialista. A mensuração foi realizada a partir da correspondência das palavras-alvo e da compreensão do juiz não especialista, a partir do cálculo abaixo:

$$\text{Inteligibilidade (em porcentagem)} = \frac{\text{número de palavras corretas}}{\text{número de palavras possíveis}} \times 100$$

A partir da obtenção dos escores, foi considerado que percentuais $\geq 75\%$ eram equivalentes à alteração leve na inteligibilidade da fala; moderada para escores entre 51 e 71%, severa para escores entre 26 e 50%; e extrema para escores $<26\%$ (BARRETO e ORTIZ, 2015).

1.2.5.3 Protocolo de Avaliação da Disartria

A fim de diagnosticar e, conseqüentemente, caracterizar os aspectos disártricos nos sujeitos avaliados, foi aplicado o Protocolo de Avaliação da Disartria em pacientes com DP (FRACASSI et al., 2011). O protocolo é composto 16 tarefas que avaliam as bases motoras da fala, isto é, respiração, fonação, articulação, ressonância e prosódia (ANEXO A).

Para determinar o grau de disartria, cada subsistema da fala possui uma escala de 0 (ausência de alteração) a 6 (alteração grave). A pontuação máxima obtida é 30 pontos, sendo que de 1 a 10 pontos considera-se disartria leve; de 11 a 20 pontos disartria moderada; e 21 a 30 pontos disartria grave.

1.2.5.4 Avaliação acústica vocal

Como forma de complementar a avaliação perceptivoauditiva, a análise acústica vocal quantifica as características vocais dos sujeitos analisados, através de uma amostra de fala gravada. Além disso, a análise acústica auxilia no diagnóstico de diferentes subsistemas neurológicos (PADOVANI, 2011). Para tal avaliação, as gravações da vogal /a/ em tempo máximo de fonação (TMF) foram submetidas à análise do *software Multi-Dimensional Voice Program Advanced* (MDVPA) da *KayPENTAX®*. com taxa de captação de 44 kHz e 16 *bits* de conversão analógico-digital

As gravações foram realizadas com os participantes sentados, e foi solicitada a emissão da vogal /a/ sustentada em pressão sonora e frequência habituais. Foi mantida a distância de 4 cm entre o gravador digital e a boca do participante (ROMANN et al., 2019).

A gravação da vogal /a/ de todos os sujeitos em todos os momentos de avaliação foi editada, excluindo-se o ataque vocal e o final da emissão devido à sua instabilidade e a duração de todas as gravações foi padronizada em uma janela de análise de 7 s, com exceção do Sujeito 1 (S1) cuja janela foi de 1,160 s (ROMANN et al., 2019). A redução da janela de análise do S1 pode ser devida à redução dos TMF por conta da DP (ROMANN et al., 2019; FERREIRA, CIELO e TREVISAN, 2012).

Utilizaram-se várias medidas interpretadas em conjunto, conforme o fenômeno acústico ao qual se relacionavam (PORTALETE et al., 2021; ROMANN et al., 2019). Foram extraídas **medidas de frequência**: frequência fundamental (f_0), f_0 mais alta (f_{hi}), f_0 mais baixa (f_{lo}), desvio-padrão da f_0 (STD); variabilidade de semitons da frequência fundamental (PFR); **medidas de perturbação de frequência**: *jitter* absoluto (*Jita*), *jitter* percentual ou relativo (*Jitt*), média da perturbação da f_0 (RAP), quociente de perturbação da f_0 (PPQ), quociente de perturbação da f_0 suavizado (sPPQ), variação da f_0 ($v f_0$); **medidas de perturbação de amplitude**: *shimmer* absoluto ou em dB (ShdB), *shimmer* percentual ou relativo (*Shim*), quociente de perturbação da amplitude (APQ), quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ), variação da amplitude (vAm); **medidas de ruído**: proporção ruído-harmônico (NHR), índice de turbulência vocal (VTI), índice de fonação suave (SPI); **medidas de quebra de voz**: grau de quebras vocais (DVB), número de quebras vocais (NVB); **medidas de segmentos não sonorizados**: número de segmentos não sonorizados (NUV), grau de segmentos não sonorizados (DUV); **medidas de segmentos subharmônicos**: grau dos componentes subharmônicos (DSH), número de segmentos subharmônicos (NSH); **medidas de tremor**: frequência da amplitude do tremor (Fatr); frequência da f_0 do tremor (Fftr); índice de intensidade da frequência do tremor (FTRI); índice de intensidade da amplitude do tremor (ATRI).

Desta forma, foi possível analisar níveis de aperiodicidade/ruído, energia harmônica, frequência e estabilidade do sinal vocal. A análise da f_0 considerou o padrão de referência de 80 a 150 Hz para o sexo masculino (BEHLAU, TOSI e PONTES, 1985; HOLLIEN e SHIPP, 1972). Para as demais medidas, considerou-se a normalidade proposta pelo MDVPA (PORTALETE et al., 2021; ROMANN et al., 2019; MORELLO et al., 2020).

1.2.6 Desenho do estudo

Cada participante foi alocado para um tipo de experimentação (Quadro 3).

Quadro 3 – Distribuição dos sujeitos

Participante	Experimentação
S1	Sujeito controle, sem intervenção
S2	Sujeito submetido à tDCS
S3	Sujeito submetido à tDCS + terapia fonoaudiológica
S4	Sujeito submetido à terapia fonoaudiológica convencional

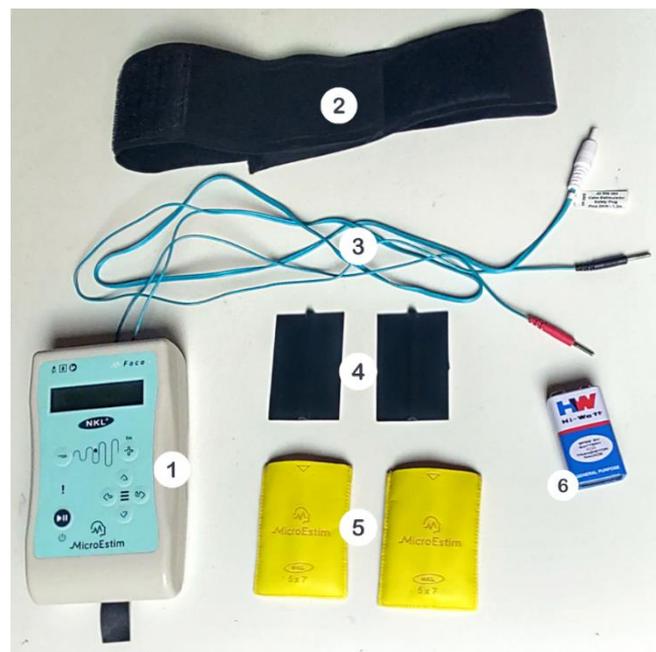
Legenda: S1=sujeito 1; S2=sujeito 2; tDCS=estimulação transcraniana por corrente contínua; S3=sujeito 3; S4=sujeito 4.

1.2.6.1 tDCS

Os sujeitos S2 e S3 foram submetidos a 13 dias consecutivos, excluindo-se fins de semana e um feriado. Dessa forma, foram realizadas dez sessões de tDCS. Cada sessão teve duração de 20 minutos.

A aplicação da tDCS foi realizada por uma fonoaudióloga capacitada. Foram utilizados dois eletrodos de 7x5 cm inseridos em esponjas embebidas em solução salina a 0,7% e mantidas no couro cabelo por bandagens. Para isso, foi utilizado o equipamento *Microestim Foco tDCS Fix 8* da marca NKL (Figura 3).

Figura 3 – Composição do neuromodulador *Microestim Foco tDCS Fix 8* da marca NKL



Fonte: própria.

Legenda: 1 – Neuromodulador Microstim tDCS Fix 8, da marca NKL; 2 – Faixa elástica para fixação dos eletrodos; 3 – Cabo condutor; 4 – Borracha condutora; 5 – Esponja; 6 – Bateria de alimentação de 9V.

O eletrodo anódico foi posicionado sobre o M1, cuja posição é, de acordo com o sistema internacional 10-20, em C3. Já o eletrodo catódico foi posicionado sobre a região supraorbital contralateral (Fp2). A escolha desse protocolo foi baseada nas diretrizes baseadas em evidências para o uso de tDCS em distúrbios neurológicos e psiquiátricos (FREGNI et al., 2021), onde esse protocolo foi apontado como provavelmente eficaz para sintomas motores na DP.

Durante a sessão de neuromodulação, o participante S2 ficou em uma sala, onde foi orientado a permanecer em silêncio. Já o participante S3 foi exposto à terapia fonoaudiológica, que será descrita a seguir.

Os efeitos adversos foram medidos em um questionário adaptado proposto por Aparício et al. (2016). Ao final de cada sessão de tDCS, o participante era questionado sobre a presença ou ausência dos seguintes sintomas: cefaleia, dor no pescoço, dor no local dos eletrodos, coceira, formigamento, queimação, vermelhidão, sonolência, mudança de concentração, fadiga, náusea e tontura. Além disso, foram questionados sobre outros sintomas não listados.

Foi solicitado também que o participante atribísse uma nota de 1 a 4 para a gravidade do sintoma, sendo 1 para incômodo leve, e 4 para alto desconforto, bem como pontuasse entre 1 (pouca relação) a 5 (relação total) o aparecimento dos sintomas com a aplicação da tDCS (ANEXO H).

1.2.6.2 Terapia fonoaudiológica

O participante S4 foi submetido à terapia fonoaudiológica, conforme proposto por Portalete et al. (2019). Neste modelo, os autores propõem que a terapia fonoaudiológica siga a hierarquia do tratamento motor da fala, isto é, a reabilitação foi conduzida por etapas. Dessa forma, o objetivo terapêutico foi trabalhar as habilidades de respiração, ressonância, prosódia, fonação e articulação, sendo a respiração a primeira a ser tratada e as demais habilidades selecionadas conforme a necessidade de cada indivíduo (Figura 4).

Figura 4 – Fluxograma do modelo de terapia proposto por Portalete et al. (2019)



Fonte: Adaptado de Portalete et al. (2019).

Ao total, o participante S4 foi submetido a 25 sessões de terapia fonológica de 50 minutos, uma vez por semana, durante oito meses, com orientação de repetir os exercícios durante a semana em casa.

O participante S3 foi submetido a 13 dias consecutivos de terapia fonológica, exceto finais de semana. Para cada subsistema, foi destinado duas sessões de intervenção, com duração de 20 minutos cada. Tal conduta, levou em consideração a intervenção do S2, submetido somente à tDCS nesse mesmo molde de tempo.

As estratégias terapêuticas foram selecionadas a partir da necessidade de cada participante. Assim, não houve um protocolo fechado de exercícios terapêuticos aplicado para todos os sujeitos.

1.2.7 Análise de dados

Os dados foram analisados descritivamente realizando comparações intra e intersujeitos, conforme o tipo de intervenção e os momentos de avaliação.

2 ARTIGO CIENTÍFICO ORIGINAL¹

Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua na voz e fala na Doença de Parkinson – Estudo de Casos

Rafaela Rossini Rosa ^a, Carla Aparecida Cielo ^a, Denis Altieri de Oliveira Moraes^b,
Karina Carlesso Pagliarin ^a

^a Departamento de Fonoaudiologia, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS,
Brasil

^b Departamento de Estatística, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

Endereços de e-mail: rafaela.rossini@acad.ufsm.br (RR Rosa),
denis.moraes@ufsm.br (DAO Moraes); cieloca@yahoo.com.br (CA Cielo);
karina.carlesso@ufsm.br (KC Pagliarin)

*Autor correspondente: rafaela.rossini@acad.ufsm.br

¹ Os resultados deste estudo serão apresentados em formato de artigo original, apresentado na subseção abaixo. O artigo será traduzido para o inglês e posteriormente submetido na revista Clinical Neurophysiology (qualis A2 na área Educação Física da CAPES).

RESUMO

Objetivo: comparar diferentes desenhos de tratamento para disartria na Doença de Parkinson (DP).

Métodos: Quatro sujeitos do sexo masculino com DP e disartria hipocinética foram avaliados e reavaliados em aspectos de fala e voz. O primeiro foi sujeito controle (sem intervenção – S1); o segundo (S2) foi submetido a 10 sessões de 20 minutos de estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS); o terceiro (S3) foi submetido a 10 sessões de 20 minutos de tDCS e terapia fonoaudiológica para disartria concomitante; e o quarto (S4) foi submetido a 25 sessões de terapia fonoaudiológica convencional. Foram verificados o efeito imediato após as sessões e os efeitos após 30 dias de intervenção.

Resultados: melhora de todos os subsistemas da fala nos sujeitos que receberam algum tipo de intervenção. S2 teve número maior de melhoras de tempo de fonação, movimento velar e avaliação de disartria, seguido de S3. Na análise vocal acústica de fonte glótica, o desvio-padrão da frequência fundamental, frequência fundamental máxima, *Jitter*, *Shimmer* e medidas de ruído foram aspectos que melhoraram com algum tipo de intervenção em S3 na avaliação imediata pós-intervenção e após, 30 dias, seguido de S2 na avaliação imediata pós-intervenção. No entanto, apenas a terapia convencional, de S4, possibilitou mudança na gravidade da apresentação da disartria.

Conclusões: A terapia fonoaudiológica convencional, aliada à tDCS, e a terapia somente com tDCS apresentaram maiores impactos na fala e voz do que somente a terapia convencional.

Keywords: Dysarthria; Parkinson; speech therapy; transcranial direct current stimulation; voice.

1. Introdução

O processo neurodegenerativo na Doença de Parkinson (DP) ocorre a partir do acúmulo de proteínas na substância negra. Isso leva à diminuição de dopamina no cérebro e resulta na perda do controle de movimentos voluntários (Armstrong e Okun, 2020). Essas alterações podem resultar na presença de rigidez, bradicinesia, tremor de repouso e instabilidade postural que constituem um quadro clínico denominado parkinsonismo. A DP se encaixa nesse quadro clínico, no tipo primário, pois é de origem idiopática (Limphaibool et al., 2021; Wichmann, 2019).

A manifestação de alterações de fala, isto é, a disartria também é comum na DP (Hedge e Freed, 2022). A disartria consiste na alteração dos cinco subsistemas da fala: respiração, fonação, ressonância, articulação e prosódia (Hedge e Freed, 2022). A fala do sujeito com DP se caracteriza por imprecisão articulatória nas consoantes, qualidade vocal monótona, dificuldade em iniciar a fala encadeada e capacidade vital reduzida. A esse grupo de características, dá-se o nome de disartria hipocinética, cuja lesão é originada nos gânglios da base e abrange todas as doenças que apresentam parkinsonismo (Hedge e Freed, 2022).

Até o momento, nenhum processo interventivo foi capaz de curar os sujeitos com DP. No entanto, através de tratamentos medicamentosos e terapias complementares, é possível melhorar a qualidade de vida do sujeito com DP (Silva et al., 2020; Santos et al., 2018).

Entre as práticas terapêuticas complementares à terapia medicamentosa na DP, está a terapia de fala. O fonoaudiólogo é o profissional capacitado para lidar com os transtornos motores da fala, e a terapia no caso das disartrias hipocinéticas é eficaz, além de melhorar a qualidade de vida dos sujeitos com DP (Muñoz-Vigueras et al., 2021; Lirani-Silva et al., 2015).

O processo de reabilitação das disartrias é realizado através de uma abordagem fisiológica das alterações, visto que a disartria é sintoma de uma doença neurológica que se manifesta de diferentes formas dentro de cada subsistema. A partir da avaliação, é possível detectar quais alterações são apresentadas por cada sujeito e, a partir disso, definir qual a conduta clínica mais adequada para cada sujeito (Portalete et al., 2019; Murdoch, 1998).

É importante, também, a aplicação de práticas que complementem e potencializem a intervenção terapêutica na DP. Entre essas práticas, está a estimulação cerebral profunda, que permite ao sujeito com DP maior controle motor (Armstrong e Okun, 2020). No entanto, a estimulação cerebral profunda é um procedimento altamente invasivo, pois trata-se de uma intervenção cirúrgica de crânio aberto e de alto custo. Uma alternativa não invasiva e com efeitos semelhantes é a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS, do inglês *transcranial direct current stimulation*). Essa técnica tem auxiliado a melhora dos sintomas motores globais na DP (Beretta et al., 2020; Orrù et al., 2019; Lee et al., 2019). Porém, os efeitos da tDCS nas alterações de fala ocasionados pela DP são pouco conhecidos.

Assim, hipotetizou-se que a terapia fonoaudiológica convencional aliada à tDCS, apresentariam maiores impactos na fala e voz do que apenas a terapia convencional. Por esse motivo, o objetivo do presente estudo foi comparar os resultados de diferentes desenhos de tratamento para disartria em sujeitos com DP, envolvendo terapia fonoaudiológica convencional e tDCS e um controle.

2. Métodos

Trata-se de uma pesquisa analítica, transversal, descritiva, de intervenção, em forma de estudo de casos. O estudo foi aprovado e registrado em Comitê de Ética e Pesquisa, sob n. 4.642116.

2.1. Participantes

Participaram quatro sujeitos do sexo masculino com DP, com média de idade de 71,5 anos, com tempo médio de seis anos de diagnóstico, e com perda auditiva. No momento do estudo, os participantes apresentaram estágios variados, de acordo com a Escala de Hoehn e Yahr Modificada (Shenkman et al., 2001), que descreve a gravidade da doença a partir do estágio da doença, conforme a Figura 1.

[Inserir Figura 1]

A Tabela 1 apresenta a descrição dos participantes em relação a idade, escolaridade, tempo de diagnóstico, perda auditiva, e classificação da incapacidade da Escala Hoehn e Yahr Modificada (Shenkman et al., 2001).

[Inserir Tabela 1]

A participação no estudo obedeceu aos seguintes critérios: possuir diagnóstico médico neurológico de DP; apresentar queixa de voz e/ou fala, caracterizada como disartria; e ser falante do português brasileiro. Como critério de exclusão, não foram aceitos participantes que possuíssem diagnóstico de outras doenças neuropsiquiátricas; já tivessem realizado estimulação cerebral profunda e terapia fonoaudiológica anterior; apresentassem crises convulsivas não controladas nos últimos seis meses; e utilizassem marcapassos cardíacos ou qualquer dispositivo ativo de interação eletrônica e/ou magnética.

2.2. Instrumentos de avaliação

Foram utilizados três protocolos de avaliação: Protocolo Consenso da Avaliação Perceptivoauditiva da Voz (CAPE-V) (Behlau, 2003), Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade da Fala (PAIF) (Barreto e Ortiz, 2010; 2015) e Protocolo de Avaliação da Disartria (Fracassi et al., 2011).

As tarefas do CAPE-V e do PAIF foram gravadas com gravador digital H4n Zoom. O gravador foi posicionado em frente à boca do participante (4 cm para produção de vogais; 10 cm para produção de consoantes e frases). Os áudios foram editados no programa Audacity® versão 2.3.2, com taxa de amostragem definida em 44.100 Hz e conversão analógico-digital 16 *bit*.

O CAPE-V (Behlau, 2003) descreve a gravidade das principais características dos problemas de voz, através da percepção auditiva. As gravações foram submetidas à avaliação de três juízas fonoaudiólogas, com experiência na área de voz e não autoras do trabalho. As juízas foram cegadas em relação ao objetivo do estudo, à identificação dos participantes, e aos seus respectivos idade e sexo. Os arquivos de áudio foram compartilhados com as juízas através do provedor de armazenamento em nuvem *Google Drive*.

A partir da gravação da sustentação das vogais /a/ e /i/ e leitura de frases balanceadas, foram analisados o grau geral da alteração vocal, rugosidade, soprosidade, tensão, e ressonância vocal, com possibilidade de acréscimo de duas observações sobre a voz. Visto que as juízas especialistas foram cegadas quanto à idade e sexo dos sujeitos, não foi solicitado que realizassem análise de *pitch*, bem como a análise de *loudness*, pois esse aspecto não pode ser avaliado a partir de gravação.

A análise foi realizada conforme as recomendações da *American Speech-Language-Hearing Association* (2009). Para isso, foi utilizada uma escala visual analógica, composta por uma régua milimetrada de 100 mm de extensão. Nela, as juízas especialistas puderam classificar o grau do desvio dos respectivos parâmetros. Após a análise das juízas, a marcação na régua milimetrada foi convertida em porcentagem.

Ainda, foi solicitado que as juízas classificassem os parâmetros analisados como consistente (C) ou intermitente (I), isto é, se havia presença da alteração no parâmetro em todas as tarefas de fala ou se a presença do desvio era assistemática, respectivamente. Após a avaliação das juízas especialistas, foi realizada a média dos percentuais atribuídos por cada uma delas para o mesmo sujeito, à cada avaliação.

No PAIF, a inteligibilidade de fala é avaliada por meio de repetição. Ele é composto por 25 frases de alta, média e baixa predictividade, bem como uma lista de 60 palavras. A tarefa foi gravada e transcrita por 11 ouvintes leigos. Cada ouvinte recebeu uma única gravação e a transcreveu, para que não houvesse aprendizado da lista de palavras e sentenças. A mensuração foi realizada a partir da correspondência das palavras-alvo e da compreensão do ouvinte. O critério de severidade da inteligibilidade de fala a partir do cálculo abaixo:

$$\text{Inteligibilidade (em porcentagem)} = \frac{\text{número de palavras corretas}}{\text{número de palavras possíveis}} \times 100$$

A partir do subteste de palavras isoladas, os escores $\geq 75\%$ foram considerados equivalentes à alteração leve na inteligibilidade da fala; alteração moderada em escores entre 51 e 71%; severa em escores entre 26 e 50%; e extrema em escores $<26\%$ (Barreto e Ortiz, 2015).

O Protocolo de Avaliação da Disartria (Fracassi et al., 2011) diagnostica o grau da disartria. Ele é composto por tarefas que avaliam os subsistemas da fala, (respiração, fonação, articulação, ressonância e prosódia). Para determinar o grau de disartria, cada subsistema da fala possui uma escala de 0 (ausência de alteração) a 6 (alteração grave). A pontuação máxima obtida é 30 pontos, sendo que de 1 a 10 pontos considera-se disartria leve; de 11 a 20 pontos disartria moderada; e 21 a 30 pontos disartria grave.

Além disso, foi aplicado um questionário adaptado, proposto por Aparício et al. (2016) cujo objetivo foi observar a presença de possíveis efeitos colaterais da tDCS. Ao final de cada sessão, os sujeitos submetidos à tDCS foram questionados sobre a presença ou ausência dos seguintes sintomas: cefaleia, dor no pescoço, dor no local dos eletrodos, coceira, formigamento, queimação, vermelhidão, sonolência, mudança de concentração, fadiga, náusea e tontura. Além disso, foram questionados sobre outros sintomas não listados. Foi solicitado também que o participante atribuísse uma nota de 1 a 4 para a gravidade do sintoma, sendo 1 para incômodo leve, e 4 para alto desconforto, e pontuasse entre 1 (pouca relação) a 5 (relação total) o aparecimento dos sintomas com a aplicação da tDCS.

2.3. Avaliação vocal acústica de fonte glótica

A análise vocal acústica foi realizada como complemento à avaliação perceptivoauditiva. Ela quantifica características vocais dos sujeitos analisados, através da gravação da vogal /a/ em tempo máximo de fonação (TMF) submetida à análise do *Multi-Dimensional Voice Program Advanced* (MDVPA) da KayPENTAX®, com taxa de captação de 44 kHz e 16 bits de conversão analógico-digital. Para isso, as gravações foram realizadas com os participantes sentados devido às suas limitações motoras, e foi solicitada a emissão da vogal /a/ sustentada em *loudness* e *pitch* habituais (Romann et al., 2019).

A gravação da vogal /a/ de todos os sujeitos foi editada em todos os momentos de avaliação, excluindo-se o ataque vocal e o fim da emissão devido à sua instabilidade. A duração de todas as gravações foi padronizada em uma janela de análise de 7 s, exceto em S1, cuja janela-padrão foi de 1,160 s (Romann et al., 2019). A redução da janela de análise do S1 pode ser devida à redução dos TMF como característica da disartria na DP (Romann et al., 2019; Ferreira et al., 2012).

Utilizaram-se várias medidas interpretadas em conjunto, conforme o fenômeno acústico ao qual se relacionavam (Portalete et al., 2021; Romann et al., 2019). Foram extraídas:

- **medidas de frequência:** frequência fundamental (f_0 , f_0 mais alta (fhi), f_0 mais baixa (flo), desvio-padrão da f_0 (STD); variabilidade de semitons da frequência fundamental (PFR);
- **medidas de perturbação de frequência:** *jitter* absoluto (*Jita*), *jitter* percentual ou relativo (*Jitt*), média da perturbação da f_0 (RAP), quociente de perturbação da f_0 (PPQ), quociente de perturbação da f_0 suavizado (sPPQ), variação da f_0 (vf_0);
- **medidas de perturbação de amplitude:** *shimmer* absoluto ou em dB (ShdB), *shimmer* percentual ou relativo (*Shim*), quociente de perturbação da amplitude (APQ), quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ), variação da amplitude (vAm);
- **medidas de ruído:** proporção ruído-harmônico (NHR), índice de turbulência vocal (VTI), índice de fonação suave (SPI);
- **medidas de quebra de voz:** grau de quebras vocais (DVB), número de quebras vocais (NVB);
- **medidas de segmentos não sonorizados:** número de segmentos não sonorizados (NUV), grau de segmentos não sonorizados (DUV);
- **medidas de segmentos subharmônicos:** grau dos componentes subharmônicos (DSH), número de segmentos subharmônicos (NSH);
- **medidas de tremor:** frequência da amplitude do tremor (Fatr); frequência da f_0 do tremor (Fftr); índice de intensidade da frequência do tremor (FTRI); índice de intensidade da amplitude do tremor (ATRI).

Assim, os níveis de aperiodicidade/ruído, energia harmônica, frequência e estabilidade do sinal vocal puderam ser analisados. Para a análise da f_0 , considerou-se como padrão de referência a faixa de 80 a 150 Hz para o sexo masculino (Rossa et al., 2019). Para as demais medidas, considerou-se a normalidade proposta pelo MDVPA (Portalete et al., 2021; Morello et al., 2020; Romann et al., 2019).

2.4. Desenho do estudo

A Tabela 2 traz a distribuição dos sujeitos nos diferentes tipos de experimentação.

[inserir Tabela 2]

2.5. *tDCS*

Os S2 e S3 foram submetidos a 13 sessões consecutivas, excluindo-se fins de semana e um dia de feriado, totalizando dez sessões de *tDCS*. As sessões de *tDCS* tiveram duração de 20 minutos. Durante as sessões, o S2 ficou em uma sala, orientado a permanecer em silêncio e recebendo a *tDCS*, enquanto o S3 foi exposto à terapia fonoaudiológica simultaneamente à *tDCS*.

Para a montagem do equipamento, foram utilizados dois eletrodos de borracha inseridos em esponjas de 7x5 cm, embebidas em solução salina a 0,7% e mantidas no escalpo com auxílio de bandagens elásticas fixadoras. Foi utilizado o equipamento *Microestim Foco tDCS Fix 8* da marca NKL.

O protocolo utilizado consistiu em estimulação anódica do córtex motor primário (M1). Para isso, foi utilizado o sistema 10-20 de eletroencefalograma para posicionamento dos eletrodos. O ânodo foi posicionado sobre C3 e cátodo foi posicionado sobre a região supraorbital contralateral (Fp2).

2.6. *Terapia fonoaudiológica*

As sessões terapêuticas de S2 e S3 foram realizadas por fonoaudióloga autora do estudo. As sessões terapêuticas do S4 foram realizadas por fonoaudióloga não autora do estudo e os dados foram obtidos de banco de dados.

O S4 foi submetido à terapia fonoaudiológica em desenho proposto por Portalete et al. (2019). O objetivo terapêutico foi trabalhar as habilidades de respiração, ressonância, prosódia, fonação e articulação, respectivamente (Figura 2).

[inserir Figura 2 aqui]

O participante S3 foi submetido a 13 dias consecutivos de terapia fonoaudiológica, exceto finais de semana e um feriado. Esse número de sessões foi adotado com base no número de sessões do S2. Para cada subsistema, foram destinadas duas sessões de intervenção com duração de 20 minutos cada, seguindo a Hierarquia Motora da Fala (Hayden e Square, 1994). Foram realizadas duas sessões de intervenção para respiração, seguidas por duas sessões de intervenção para fonação, duas sessões para ressonância, duas sessões para articulação e duas sessões para prosódia, respectivamente. As sessões foram realizadas durante o tempo de aplicação de tDCS.

As estratégias terapêuticas foram selecionadas a partir da necessidade de cada participante. Dessa forma, a média de frequência de exercícios foi de três séries de cinco repetições. Porém, não houve um protocolo fechado de exercícios terapêuticos aplicado para todos os sujeitos.

2.7. Análise de dados

Os dados foram analisados descritivamente realizando comparações intra e intersujeitos, conforme o tipo de intervenção e os momentos de avaliação.

3. Resultados

A Tabela 3 mostra os achados do Protocolo de Avaliação da Disartria em três períodos: pré-intervenção, pós-intervenção imediata e pós-intervenção em 30 dias. S2 apresentou maior número de melhoras em ambos os momentos de avaliação pós-intervenção, seguido de S3 e de S4.

[inserir tabela 3 aqui]

A Tabela 4 apresenta os resultados do CAPE-V em três períodos: pós-intervenção imediata e pós-intervenção em 30 dias. Houve resultados inconsistentes entre os sujeitos.

[inserir tabela 4 aqui]

A Tabela 5 apresenta os resultados do PAIF pré-intervenção, pós-intervenção imediata e pós-intervenção em 30 dias. Todas as intervenções melhoraram a inteligibilidade de fala, mas houve maior inteligibilidade de fala em S3.

[inserir tabela 5 aqui]

A Tabela 6 apresenta os resultados da análise vocal acústica pelo MDVPA pré-intervenção, pós-intervenção imediata e pós-intervenção em 30 dias. S3 apresentou maior número de melhoras em ambos os momentos de avaliação pós-intervenção, seguido de S2.

[inserir tabela 6 aqui]

Em relação aos efeitos adversos, foram relatados apenas na primeira sessão a sensação de formigamento e queimação no local do ânodo, bem como fadiga, todos com nota 1 de incômodo. A vermelhidão no local do ânodo também apareceu como um dos efeitos adversos, com notas oscilantes e em todas as sessões.

4. Discussão

Este estudo comparou diferentes desenhos de tratamento para disartria na DP, com ênfase na utilização da tDCS como recurso complementar ao tratamento fonoaudiológico convencional. Assumimos a hipótese de que a tDCS favoreceria os resultados da terapia fonoaudiológica convencional, o que se confirmou a partir dos resultados descritivos de cada sujeito, mostrando, ainda, que a tDCS isoladamente também traz benefícios ao quadro de disartria na DP.

O tempo de diagnóstico e a idade dos sujeitos foram heterogêneos. No entanto, a classificação na Escala de Hoehn e Yahr Modificada (Shenkman et al., 2001) foi homogênea, com exceção do S4.

A literatura aponta que o TMF em idosos saudáveis do sexo masculino varia de 13,3 s a 18,11 s para o fonema /a/; 14,7 s a 19,22 s para o fonema /i/; 13,3 s a 15,22 s para o fonema /s/; e 14,3 s a 15,61 s (Fabron et al., 2011; Alves et al., 2015). Os valores encontrados nos sujeitos com DP deste estudo foram menores do que a metade do TMF de sujeitos saudáveis em todos os fonemas avaliados (Tabela 3).

Isso está de acordo com a literatura (Ferreira, Cielo e Trevisan, 2012) que afirma que em idosos com DP o TMF é reduzido.

Salienta-se que S2 apresentou melhora em todos os TMF em A2 e A3 (Tabela 3), achado a favor da terapia com tDCS, apesar da qualidade vocal instável em A3. Alguma melhora nos TMF foi obtida em S4, sendo que em S3 houve piora, apesar do uso da tDCS. É importante ressaltar que o estágio da DP era menos avançado em S4, o que pode implicar no bom resultado da terapia convencional isoladamente. Além disso, esse achado converge parcialmente com o que a literatura apresenta sobre os benefícios da terapia fonoaudiológica na DP, pois a terapia convencional pareceu trazer algum benefício, porém, nos TMF somente a tDCS resultou em melhora consistente (Muñoz-Vigueras et al., 2021). Observou-se, ainda, melhora do movimento velar do S2 (Tabela 3). Esses resultados parecem favorecer o tratamento com tDCS isoladamente, como ocorreu com os resultados dos TMF, apesar da qualidade vocal instável em A3.

Em relação ao desempenho geral nas tarefas do Protocolo de Avaliação das Disartrias, S2, S3 e S4 se beneficiaram dos respectivos tratamentos que receberam. No entanto, S2 apresentou número maior de melhoras em A2 e A3, seguido por S3 e, depois, por S4 (Tabela 3). Esse achado foi melhor do que aquele encontrado com a aplicação da tDCS anódica sobre o giro frontal inferior em pacientes com DP realizada no estudo de Vega (2015), que apresentou melhoras apenas no subsistema da articulação. Acreditamos que isso se deva ao fato de que o giro frontal inferior tenha maior relação com tarefas de processamento de linguagem (Stinnett, Reddy e Zabel, 2022; Nasios Dardiotis e Messinis, 2019), enquanto o M1 abrange as alterações do quadro disártrico.

O CAPE-V apresentou resultados inconsistentes entre os sujeitos (Tabela 4). Esse achado parece mostrar que o instrumento não foi sensível o suficiente aos tipos de intervenção, nem aos momentos de avaliação nos sujeitos avaliados, divergindo do que afirma a literatura (Behlau et al., 2020).

Quanto aos resultados da avaliação de inteligibilidade de fala (Tabela 5), os três tipos de intervenção melhoraram o percentual de inteligibilidade de fala em sentenças, tanto em A2 quanto em A3, com maior aumento em S3. Nossos resultados estão de acordo com a literatura. Estudo que utilizou avaliação de inteligibilidade de fala com ouvintes leigos mostrou que o tratamento intensivo de fala, composto por 16 sessões de uma hora durante um mês, foi capaz de melhorar

essa habilidade (Levy et al., 2020). Essa melhora também foi encontrada em estudo que utilizou estimulação cerebral profunda subtalâmica de baixa frequência (Grover et al., 2019).

Os achados da análise acústica (Tabela 6) mostram melhoras no STD, *fhi*, *Jitter*, *Shimmer* e ruído, principalmente no S3, em ambas as avaliações pós-tratamento A2 e A3, seguido de S2, mostrando uma melhora com a utilização da tDCS, principalmente quando combinada com a terapia convencional. Tais resultados sugerem melhora da estabilidade e da aperiodicidade, com diminuição do ruído após as intervenções com tDCS. Não foram encontrados estudos que utilizassem análise acústica como parâmetro avaliativo em intervenções com tDCS. Foram encontrados apenas estudos em população com DP, submetidos à estimulação cerebral profunda (DBS). Em um desses estudos, foi verificado um aumento na instabilidade vocal após o tratamento com DBS (Roman et al., 2019), enquanto o segundo estudo não encontrou diferenças significativas após o tratamento (Morello et al., 2020).

Sugerem-se futuros estudos com amostras maiores, incluindo participantes do sexo feminino, bem como padronização das estratégias terapêuticas utilizadas, para que a reprodutibilidade do estudo seja viável. Além disso, estudos controlados com participantes saudáveis devem ser realizados e os sujeitos emparelhados por idade e por estágio da doença.

Outra importante limitação é a ausência de reavaliação do S4, pois os dados deste sujeito estavam incompletos no banco de dados. A falta desses dados impede a compreensão dos efeitos da terapia fonoaudiológica isolada em longo prazo.

5. Conclusões

A terapia fonoaudiológica convencional, aliada à tDCS, e a terapia somente com tDCS apresentaram maiores impactos na fala e voz do que somente a terapia convencional, sugerindo a influência positiva da tDCS na terapia de disartria na DP.

Declarações de interesse

Os autores declaram que não houve conflito de interesse.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Fala da Universidade Federal de Santa Maria, especialmente à professora Dra. Márcia Keske-Soares e a Me. Caroline Rodrigues Portalete, por cederem o banco de dados que foi utilizado nesta pesquisa.

Referências

- American Speech-Language-Hearing Association. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V). Retrieved from: <https://www.asha.org/siteassets/uploadedFiles/ASHA/SIG/03/CAPE-V-Procedures-and-Form.pdf>, 2009 (accessed 13 December 2021).
- American Speech-Language-Hearing Association (n.d.). Adult Hearing Screening. Retrieved from: <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/adult-hearing-screening/> (accessed 05 February 2022).
- Aparício LVM, Guarienti F, Razza LB, et al. A Systematic Review on the Acceptability and Tolerability of Transcranial Direct Current Stimulation Treatment in Neuropsychiatry Trials. *Brain Stimul.* 2016;9(5):671-681. doi:10.1016/j.brs.2016.05.004
- Armstrong MJ, Okun MS. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. *JAMA.* 2020;323(6):548-560. doi:10.1001/jama.2019.22360
- Barreto SS, Ortiz KZ. Intelligibility: effects of transcription analysis and speech stimulus. *Pro Fono.* 2010;22(2):125-132. doi:10.1590/s0104-56872010000200010.
- Barreto SS, Ortiz KZ. Protocol for the Evaluation of Speech Intelligibility in Dysarthrias: Evidence of Reliability and Validity. *Folia Phoniatr Logop.* 2015;67(4):212-218. doi:10.1159/000441929.
- Behlau M. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V), ASHA 2003. *Rev Soc Bras Fonoaudiologia* 2004;9(3):187-9.
- Beretta VS, Conceição NR, Nóbrega-Sousa P, et al. Transcranial direct current stimulation combined with physical or cognitive training in people with Parkinson's disease: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil.* 2020;17(1):74. doi:10.1186/s12984-020-00701-6
- Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan ME. Respiratory muscle strength, body posture, vocal intensity and maximum phonation times in Parkinson Disease. *Rev. CEFAC.* 2012;14(2):361-368. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005000103>
- Fracassi AS, Gatto AR, Weber S, et al. Adjustment to the Portuguese and application to patients with Parkinson's disease of protocol within central origin

dysarthrias' assessment. *Rev. CEFAC*. 2011;13(16):1056-1065.
<https://doi.org/10.1590/S1516-18462011005000030>

- Gasparim AZ, Jurkiewicz AL, Marques JM, et al. Deglutition and Cough in Different Degrees of Parkinson Disease. *Arq. Int. Otorrinolaringol*. 2011;15(2):181-188. doi:10.1590/S1809-48722011000200010
- Grover T, Georgiev D, Kalliola R, et al. Effect of Low versus High Frequency Subthalamic Deep Brain Stimulation on Speech Intelligibility and Verbal Fluency in Parkinson's Disease: A Double-Blind Study. *J Parkinsons Dis*. 2019;9(1):141-151. doi:10.3233/JPD-181368
- Hayden DA, Square PA. Motor Speech Treatment Hierarchy: a systems approach. *Clin Commun Disord*. 1994;4(3):162-174.
- Hedge MN, Freed D. Assessment of Communication Disorders in Adults: Resources and Protocols. 3rd ed. San Diego: Plural Publishing, Inc., 2022.
- Lee DJ, Lee YS, Kim HJ, et al. The effects of exercise training using transcranial direct current stimulation (tDCS) on breathing in patients with chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(3):527-530. doi:10.1589/jpts.29.527
- Lee HK, Ahn SJ, Shin YM, et al. Does transcranial direct current stimulation improve functional locomotion in people with Parkinson's disease? A systematic review and meta-analysis. *J NeuroEngineering Rehabil*. 2019;16:84. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0562-4>
- Levy ES, Moya-Galé G, Chang YHM, et al. The effects of intensive speech treatment on intelligibility in Parkinson's disease: A randomised controlled trial. *EClinicalMedicine*. 2020;24:100429. doi:10.1016/j.eclinm.2020.100429
- Limphaibool N, Iwanowski P, Holstad MJV, et al. Infectious Etiologies of Parkinsonism: Pathomechanisms and Clinical Implications. *Front Neurol*. 2019;10:652. Published 2019 Jun 19. doi:10.3389/fneur.2019.00652
- Lirani-Silva C, Mourão LF, Gobbi LTB. Dysarthria and Quality of Life in neurologically healthy elderly and patients with Parkinson's disease. *CoDAS*. 2015;27(3):248-254. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20152014083>
- Morello ANDC, Beber BC, Fagundes VC, et al. Dysphonia and Dysarthria in People With Parkinson's Disease After Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation: Effect of Frequency Modulation. *J Voice*. 2020;34(3):477-484. doi:10.1016/j.jvoice.2018.10.012
- Muñoz-Vigueras N, Prados-Román E, Valenza MC, et al. Speech and language therapy treatment on hypokinetic dysarthria in Parkinson disease: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2021;35(5):639-655. doi:10.1177/0269215520976267

- Murdoch BE. Dysarthria: a physiological approach to assessment and treatment. Scotland: Stanley Thornes, 1998.
- Nasios G, Dardiotis E, Messinis L. From Broca and Wernicke to the Neuromodulation Era: Insights of Brain Language Networks for Neurorehabilitation. *Behav Neurol*. 2019;2019:9894571. doi:10.1155/2019/9894571
- Orrù G, Baroni M, Cesari V, et al. The effect of single and repeated tDCS sessions on motor symptoms in Parkinson's disease: a systematic review. *Arch Ital Biol*. 2019;157(2-3):89-101. doi:10.12871/00039829201925
- Portalete CR, Urrutia GAU, Pagliarin KC, et al. Motor speech treatment in flaccid dysarthria: a case report. *Audiology - Communication Research*. 2019;24:e2118. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2018-2118>
- Portalete CR, Moraes DAO, Pagliarin KC, et al. Acoustic and physiological voice assessment and maximum phonation time in patients with different types of dysarthria. *Journal of Voice*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.09.034>
- Romann AJ, Beber BC, Cielo CA, et al. Acoustic voice modifications individuals with Parkinson Disease submitted to Deep Brain Stimulation. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2019;23(2):203–208. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1675392>
- Santos DM, Marques GL, Dahmer DSV, et al. Pharmacological and hysiotherapeutic treatments in improving the quality of life of patients with Parkinson disease. *Revista Faipe*. 2018;8(1):60-71.
- Schenkman ML, Clark K, Xie T, et al. Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. *Phys Ther*. 2001;81(8):1400-1411. doi:10.1093/ptj/81.8.1400
- Silva ME, Silva WM, Silva CAO, et al. Parkinson's disease, exercise and quality of life: a review. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(9):71478-71488. doi:10.34117/bjdv6n9-553
- Stinnett TJ, Reddy V, Zabel MK. Neuroanatomy, Broca Area. [Updated 2021 Aug 15]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526096/>
- Wichmann T. Changing views of the pathophysiology of Parkinsonism. *Mov Disord*. 2019;34(8):1130-1143. doi:10.1002/mds.27741

ESTÁGIOS	SINAIS
Estágio 0	Sem sinais da doença.
Estágio 1	Doença unilateral.
Estágio 1,5	Acometimento unilateral mais axial.
Estágio 2	Doença bilateral, sem comprometimento dos reflexos posturais.
Estágio 2,5	Doença bilateral leve, com recuperação nos testes de reflexos posturais.
Estágio 3	Doença bilateral de leve a moderada. Há instabilidade postural, independente das atividades diárias.
Estágio 4	Alto grau de incapacitação; ainda consegue andar ou ficar em pé com auxílio.
Estágio 5	Confinado a cama ou a cadeira de rodas, a menos que ajudado.

Figura 1. Escala de Hoehn & Yahr Modificada

Fonte: Gasparim et al. (2011)

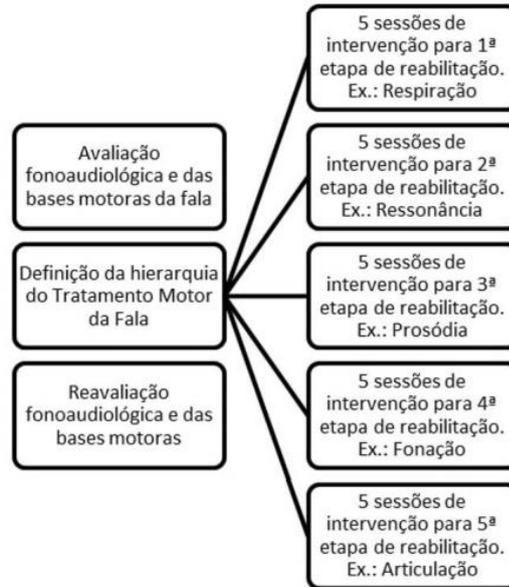


Figura 2. Fluxograma do modelo de terapia proposto por Portalete et al. (2019)

Fonte: Adaptado de Portalete et al. (2019)

Tabela 1. Características dos sujeitos participantes

Sujeito	Idade (anos)	Tempo de diagnóstico (anos)	Triagem auditiva	Escolaridade (anos)	Escala Hoehn & Yahr (anos)
S1	68	7	P4	< 5	4
S2	69	4	P4	12	4
S3	79	8	PA	< 5	5
S4	70	15	PA	> 12	1,5

Legenda: S1 = sujeito 1; S2 = sujeito 2; S3 = sujeito 3; S4 = sujeito 4; P4 = perda auditiva apenas na frequência de 4 kHz; PA = perda auditiva.

Tabela 2. Distribuição dos sujeitos

Sujeito	Experimentação
S1	Sujeito controle
S2	Sujeito submetido à tDCS
S3	Sujeito submetido à tDCS + terapia fonoaudiológica convencional
S4	Sujeito submetido à terapia fonoaudiológica convencional

Legenda: S1 = sujeito 1; S2 = sujeito 2; S3 = sujeito 3; S4 = sujeito 4; tDCS = estimulação transcraniana por corrente contínua.

Tabela 3. Resultados descritivos das tarefas do Protocolo de Avaliação das Disartrias

(continua)

	S1			S2			S3 ²			S4		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
<i>Respiração</i>												
TMF /a/ (s)	2,5	1,2	1,6	8	10,3	10,5	13,5	9,5	7,4	13,2	15,9	NA
TMF /i/ (s)	1,4	1,1	1,9	8,5	10,3	10,1	14,5	10,6	6,6	8,7	16,1	NA
TMF /s/ (s)	3	1,1	1,73	6,5	9	9	1,2	NA	NA	13,3	11,2	NA
TMF /z/ (s)	2,5	1,9	3,98	4	6,6	8,61	NA	NA	NA	13,2	13,68	NA
Relação s/z	1,2	0,57	0,43	1,62	1,36	1,05	NA	NA	NA	1	0,82	NA
Grau de comprometimento	2	2	3	5	4	3	3	3	4	3	1	NA
<i>Fonação</i>												
Ataque vocal	isocrônico	isocrônico	isocrônico	isocrônico	isocrônico	isocrônico	brusco	brusco	brusco	brusco	isocrônico	NA
Intensidade vocal	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	alta	alta	alta	alta	alta	NA
Altura vocal	aguda	aguda	aguda	aguda	aguda	aguda	grave	grave	grave	adequada	adequada	NA
Varição da QV	estável	estável	instável	instável	instável	instável	estável	estável	estável	instável	estável	NA
Grau de comprometimento	4	4	4	5	4	5	6	5	6	5	2	NA
<i>Ressonância</i>												
Movimento velar	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	adequado	adequado	adequado	mínimo	adequado	NA
Movimento parede faríngea	mínimo	mínimo	adequado	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	adequado	adequado	adequado	adequado	NA

² Apesar das diversas tentativas, não foi possível coletar os tempos máximos de fonação de /s/ e /z/ no S3, pois o sujeito não compreendeu o som a ser realizado, devido à presença de perda auditiva.

Tabela 3. Resultados descritivos das tarefas do Protocolo de Avaliação das Disartrias

(conclusão)

	S1			S2			S3			S4		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
<i>Ressonância</i>												
Emissão nasal	adequada	adequada	adequada	adequada	adequada	adequada	HP leve	HP leve	HP leve	adequada	adequada	NA
Grau de comprometimento	2	2	3	2	1	2	6	5	6	1	0	NA
<i>Articulação</i>												
Precisão articulatória	5	5	5	3	4	4	5	3	3	4	1	NA
Diadococinesia	alterada	alterado	alterada	alterada	normal	normal	alterada	alterada	alterada	alterada	alterada	NA
Grau de comprometimento	5	5	4	4	5	4	4	4	3	1	0	NA
<i>Prosódia</i>												
Entonação	normal	normal	normal	normal	normal	normal	alterada	normal	alterada	alterada	alterada	NA
Velocidade	alterada	alterada	alterada	alterada	normal	normal	alterada	alterada	alterada	alterada	normal	NA
Pausas na fala	0	0	0	4	2	3	6	5	4	3	1	NA
Grau de comprometimento	4	4	4	2	1	2	5	4	4	5	2	NA
TOTAL	17	17	18	18	15	18	24	21	23	15	5	NA

Legenda: S1 = sujeito 1; S2 = sujeito 2; S3 = sujeito 3; S4 = sujeito 4; A1 = avaliação pré-intervenção; A2 = avaliação pós-intervenção; A3 = avaliação pós 30 dias; TMF = tempo máximo de fonação; NA = não aplicável.

Tabela 4. Resultados descritivos das tarefas do CAPE-V

(continua)

	S1			S2			S3			S4		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Grau geral	4,67	3,33	3,33	3,33	5,33	5,83	6,5	5,83	6,67	4,25	4,75	NA
Rugosidade	0,67	1,17	0,67	3,17	3,83	4,16	4,3	5,17	5	3,25	3,75	NA
Soprosidade	3,5	2,67	2,33	0,67	1	0,67	0,5	0,5	1,33	4,38	3,13	NA
Tensão	0	1	0	1,33	2,33	3,17	3	3,83	3,33	0,38	1,25	NA
Ressonância oral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	1,5	NA
Ressonância hipernasal	0	0	0	0	0	0	1,33	1,33	1,33	0,13	0	NA
Ressonância hiponasal	0	1,33	0	0	0	0	0	0	0	1,25	1	NA
Ressonância faríngea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,38	NA
Ressonância laríngea	3,67	2,33	1	0	1,5	1,33	0	1	0	2,75	0,63	NA
Ressonância laringofaríngea	0	0	0	0	2	2	0	3	3,5	1,75	1,5	NA
Ressonância anterior	1	0	0,67	0	0	0	0	0	0	0,25	0	NA
Ressonância posterior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,38	1,38	NA
Afonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	NA
Diplofonia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,25	0,88	NA
Bitonalidade	0	0	0	0,67	1,33	1,67	0	0	0	0	0	NA
Som basal	0	0	0	0,67	0,67	0	1,5	1,33	0	0,5	0	NA
Falsete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	NA
Astenia	1,67	0	0	0	0	0	0	0	0	2,375	1,13	NA

Tabela 4. Resultados descritivos das tarefas do CAPE-V

	(conclusão)											
	S1			S2			S3			S4		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Instabilidade de frequência	0	0	0	0,67	0,67	2,17	0	0	0	2	1,13	NA
Tremor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0,13	NA
Qualidade molhada	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,375	0	NA
Qualidade pastosa	0	0	0	0	1	0	4,5	4	3,33	0	0	NA
Imprecisão articulatória	3,33	0,67	2	0,5	1,33	1	1	1,5	1,33	0	0	NA
Diminuição da inteligibilidade	1,67	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	NA
Velocidade de fala alterada	1	1,33	2	0,67	0,67	0,67	1	1,67	2	0	0	NA
Monotonia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	NA

Legenda: S1 = sujeito 1; S2 = sujeito 2; S3 = sujeito 3; S4 = sujeito 4; A1 = avaliação pré-intervenção; A2 = avaliação pós-intervenção; A3 = avaliação pós 30 dias; NA = não aplicável.

Tabela 5. Resultados do Protocolo de Avaliação de Inteligibilidade de Fala

	S1			S2			S3			S4		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Palavras (%)	80	40	68,3	78,3	75	66,6	50	45	50	86	100	NA
Sentenças (%)	86,4	75,2	84,8	91,2	93,6	98,4	80,8	85,6	90,1	96	100	NA

Legenda: S1 = sujeito 1; S2 = sujeito 2; S3 = sujeito 3; S4 = sujeito 4; A1 = avaliação pré-intervenção; A2 = avaliação pós-intervenção; A3 = avaliação pós 30 dias; NA = não aplicável.

Tabela 6. Comparação dos resultados da Análise Vocal Acústica de Fonte Glótica pelo *Multi-Dimensional Voice Program Advanced* nos diferentes sujeitos e diferentes momentos de avaliação

(continua)

	S1				S2				S3				S4				Limiar
	A1	A2	A3	p-valor	A1	A2	A3	p-valor	A1	A2	A3	p-valor	A1	A2	A3	p-valor	
f_0 (Hz)	137.409	137.442	159.593		164.351	166.050	172.457		112.242	123.158	105.494		110.390	191.816	NA		145.223
fhi (Hz)	151.543	173.963	172.097		287.725	205.205	358.113		212.500	145.479	131.154		117.229	203.210	NA		150.080
flo (Hz)	121.655	86.965	144.295		67.143	133.029	68.332		86.607	103.803	87.765		101.753	172.756	NA		140.418
STD (Hz)	6.436	14.390	6.289		60.965	9.099	45.027		8.433	3.920	4.992		2.398	3.434	NA		1.349
PFR	5	14	4		26	8	30		17	7	8		2.250	4	NA		2.095
Jita (μ s)	99.784	415.270	164.495		295.212	268.180	353.695		234.241	129.877	246.975		227.566	96.255	NA		41.663
Jitt (%)	1.368	5.650	2.621		4.415	4.440	5.775		2.610	1.598	2.600		2.511	1.846	NA		0.589
RAP (%)	0.700	3.512	1.543		2.560	2.695	3.116		1.502	0.951	1.520		1.523	1.138	NA		0.345
PPQ (%)	0.768	2.892	1.622		3.084	2.428	4.138		1.562	1.004	1.607		1.467	1.081	NA		0.338
sPPQ (%)	2.127	2.617	1.883		7.288	3.481	15.136		3.881	1.429	1.910		1.528	1.122	NA		0.561
$v f_0$ (%)	4.684	10.470	3.941		37.094	5.480	26.109		7.513	3.183	4.732		2.172	1.790	NA		0.939
ShdB (dB)	0.370	0.491	0.213		1.029	0.869	1.629		0.998	0.503	0.693		0.504	0.460	NA		0.219
Shim (%)	4.080	5.606	2.450		10.278	8.613	15.533		11.849	5.588	7.844		5.897	5.346	NA		2.523
APQ (%)	3.896	3.530	1.827		9.343	8.487	14.429		8.895	4.360	5.771		3.884	3.674	NA		1.986
sAPQ (%)	7.008	6.362	4.736		12.770	12.408	23.324		17.635	5.647	7.251		4.433	5.946	NA		3.055
vAm (%)	16.181	33.127	22.514		26.598	29.811	29.781		51.968	39.277	38.795		19.255	19.212	NA		7.712
NHR (%)	0.152	0.161	0.119		0.268	0.195	0.420		0.363	0.155	0.164		0.101	0.167	NA		0.122
VTI	0.035	0.017	0.046		0.043	0.029	0.050		0.093	0.053	0.062		0.035	0.067	NA		0.052
SPI	29.031	28.123	12.676		9.422	34.620	17.576		5.596	11.194	31.933		22.944	12.469	NA		6.770
DVB (%)	0	0	0		8.907	1.238	18.844		22.023	0	0		0	0	NA		0.200
DSH (%)	2.632	13.158	0		4.188	7.798	6.164		0	0	0		0	10.606	NA		0.200

Tabela 6. Comparação dos resultados da Análise Vocal Acústica de Fonte Glótica pelo *Multi-Dimensional Voice Program Advanced* nos diferentes sujeitos e diferentes momentos de avaliação

													(conclusão)
DUV (%)	0	0	0	18.026	6.438	37.339	37.339	0	7.296	1.504	0.752	NA	0.200
NVB (%)	0	0	0	7	3	15	12	0	0	0	0	NA	0.200
NSH (%)	1	5	0	8	17	9	0	0	0	0	14	NA	0.200
NUV (%)	0	0	0	42	15	87	87	0	17	2	1	NA	0.200
Fatr (Hz)	6.780	NA	NA	8.696	5.333	2.963	2.286	2.721	2.649	5.000	4.598	NA	3.655
Fftr (Hz)	6.452	10.256	NA	4.301	4.819	2.235	2.083	2.395	5.479	3.311	4.167	NA	2.728
FTRI	3.064	5.679	NA	6.405	1.928	4.688	0.901	0.833	1.113	0.317	0.326	NA	0.311
ATRI	3.135	NA	NA	9.293	11.234	7.344	0.418	7.785	7.000	7.121	7.974	NA	2.133

Legenda: A = avaliação; S = sujeito; f_0 = frequência fundamental (Hz); fhi = f_0 mais alta (Hz); flo = f_0 mais baixa (Hz); STD = desvio-padrão da f_0 (Hz); PFR = variabilidade de semitons da frequência fundamental; Jita = Jitter absoluto (μ s); Jitt = Jitter percentual ou relativo (%); RAP = média relativa da perturbação do pitch (%); PPQ = quociente de perturbação da f_0 (%); sPPQ = quociente de perturbação da f_0 suavizado (%); $v f_0$ = variação da f_0 (%); ShdB = Shimmer absoluto ou em dB (dB); Shim = Shimmer percentual ou relativo (%); APQ = quociente de perturbação da amplitude (%); sAPQ = quociente de perturbação da amplitude suavizado (%); vAm = variação da amplitude (%); NHR = proporção ruído-harmônico (%); VTI = índice de turbulência vocal; SPI = índice de fonação suave; DVB = grau de quebras vocais (%); DSH = grau dos componentes sub-harmônicos (%); DUV = grau de segmentos não sonorizados (%); NVB = número de quebras vocais (%); NSH = número de segmentos sub-harmônicos (%); NUV = número de segmentos não sonorizados (%); Fatr = frequência da amplitude do tremor; Fftr = frequência da f_0 do tremor; FTRI = índice de intensidade da frequência do tremor; ATRI = índice de intensidade da amplitude do tremor; NA = não aplicável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. R.; POPE, P. A.; HANSEN, P. C. Task load modulates tDCS effects on language performance. **J Neuro Res.**, v. 97, n. 11, p. 1430-1454, 2019.

AMERICAN PARKINSON DISEASE ASSOCIATION. **Symptoms of Parkinson's**. Staten Island, EUA, [20-?]. Disponível em: <<https://www.apdaparkinson.org/what-is-parkinsons/symptoms/>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. Consensus auditory perceptual evaluation of voice (CAPE-V) [Internet]. Rockville: ASHA, 2009. Disponível em: <https://www.asha.org/siteassets/uploadedFiles/ASHA/SIG/03/CAPE-V-Procedures-and-Form.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

ANDRADE, A. C. et al. Feasibility of transcranial direct current stimulation use in children aged 5 to 12 years. **J Child Neurol.**, v. 29, n. 10, p. 1360-1365, 2014.

ANTAL, A. et al. Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. **Clin Neurophysiol.**, v. 128, n. 9, p. 1774-1809, 2017.

APARÍCIO, L. et al. A Systematic Review on the Acceptability and Tolerability of Transcranial Direct Current Stimulation Treatment in Neuropsychiatry Trials. **Brain Stimulation**, v. 9, n. 5, p. 671–681, 2016.

ARMSTRONG, M. J.; OKUN, M. S. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. **JAMA**, v. 323, n. 6, p. 548-560, 2020.

BARBOSA, E. R.; SALLEM, F. A. S. Doença de Parkinson – Diagnóstico. **Revista Neurociências**, v. 13, n. 3, p. 158-165, 2005.

BARRETO, S. S.; ORTIZ, K. Z. Inteligibilidade: efeitos da análise de transcrição e do estímulo de fala. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 22, n. 2, p. 125-130, 2010.

_____. Protocol for the Evaluation of Speech Intelligibility in Dysarthrias: Evidence of Reliability and Validity. **Folia Phoniatr Logop**, v. 67, p. 212–218, 2015.

BEHLAU, M. Consensus auditory – perceptual evaluation of voice (CAPE-V), ASHA 2003. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, v. 9, n. 3, p. 187–9, 2004.

BEHLAU, M. S.; TOSI, O.; PONTES, P. A. L. Determination of the basic frequency and its variations in height (jitter) and intensity (shimmer), for Brazilian Portuguese. **Acta AWHO**, v. 4, n. 1, p. 5-10, 1985.

BERETTA, V. S. et al. Effect of Different Intensities of Transcranial Direct Current Stimulation on Postural Response to External Perturbation in Patients With

Parkinson's Disease. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 34, n. 11, p. 1009–1019, 2020.

_____. tDCS application for postural control in Parkinson's disease: Effects are associated with baseline characteristics. **Parkinsonism & related disorders**, v. 93, p. 62–65, 2021.

BERRYHILL, M. E.; MARTIN, D. Cognitive Effects of Transcranial Direct Current Stimulation in Healthy and Clinical Populations: An Overview. **Journal of ETC**, v. 34, n. 3, e25-35, 2018.

BLAGOVECHTCHENSKI, E. et al. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) of Wernicke's and Broca's Areas in Studies of Language Learning and Word Acquisition. **J. Vis. Exp.**, n. 149, e59159, 2019.

BIKSON, M. et al. Safety of Transcranial Direct Current Stimulation: Evidence Based Update 2016. **Brain Stimul.**, v. 9, n. 5, p. 641-661, 2016.

BIOU, E. et al. Transcranial direct current stimulation in post-stroke aphasia rehabilitation: A systematic review. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 62, n. 2, p. 104-121, 2019.

BORTOLETTO, M. et al. The interaction with task-induced activity is more important than polarization: a tDCS study. **Brain Stimul.**, v. 8, n. 2, p. 269-276, 2015.

BRAAK, H.; BRAAK, E. Pathoanatomy of Parkinson's disease. **J Neurol**, v. 247, n. 2, p. I13–I110, 2000.

BRABENEC, L. et al. Non-invasive brain stimulation for speech in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. **Brain stimulation**, v. 14, n. 3, p. 571–578, 2021.

BRANGIONI, M. C. V. S. **Efeitos da modulação do córtex pré-frontal através da estimulação transcraniana por corrente contínua no tratamento do tabagismo**. 2016.107p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BROEDER, S. et al. tDCS-Enhanced Consolidation of Writing Skills and Its Associations With Cortical Excitability in Parkinson Disease: A Pilot Study. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 33, n. 12, p. 1050–1060, 2019.

BRUNONI, A.R. et al. A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. **International Journal of Neuropsychopharmacology**, v. 14, n. 8, p. 1133–1145, 2011.

BUENO, M. E. B. et al. Effectiveness of acute transcranial direct current stimulation on non-motor and motor symptoms in Parkinson's disease. **Neuroscience letters**, v. 696, p. 46-51, 2019.

CAO, J.; LIU, H.; ALEXANDRAKIS, G. Modulating the resting-state functional connectivity patterns of language processing areas in the human brain with anodal transcranial direct current stimulation applied over the Broca's área.

Neurophotonic, v. 5, n. 2, 025002, 2018.

CARDOSO, R. et al. Frenchay dysarthria assessment (FDA-2) in Parkinson's disease: cross-cultural adaptation and psychometric properties of the European Portuguese version. **Journal of neurology**, v. 264, n. 1, p. 21-31, 2017.

CONCEIÇÃO, N. R. et al. Aerobic Exercise Combined With Transcranial Direct Current Stimulation Over the Prefrontal Cortex in Parkinson Disease: Effects on Cortical Activity, Gait, and Cognition. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 35, n. 8, p. 717-728, 2021.

CONSTANTINESCU, G. et al. Treating disordered speech and voice in Parkinson's disease online: a randomized controlled non-inferiority trial. **International journal of language & communication disorders**, v. 46, n. 1, p. 1-16, 2011.

CRUZ, A. N. et al. Aspects of oral communication in patients with Parkinson's disease submitted to Deep Brain Stimulation. **CoDAS**, v. 28, n. 4, p. 480-485, 2016.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. R. Clusters of diagnostic patterns of dysarthria. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 12, p. 249-261, 1969.

DASHTELEI, A. A. et al. The effects of spaced transcranial Direct Current Stimulation combined with conventional dysphagia therapy in Parkinson's disease: A case report. **EXCLI J**, v. 4, n. 19, p. 745-749, 2020.

DATTA, A. et al. Inter-Individual Variation during Transcranial Direct Current Stimulation and Normalization of Dose Using MRI-Derived Computational Models. **Front Psychiatry**, v. 3, 91, 2012.

DENG, H.; WANG, P. JANKOVIC, J. The genetics of Parkinson disease. **Ageing Research Reviews**, v. 42, p. 72-85, 2018.

DIAS, A. E., et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on voice and speech in Parkinson's disease. **Acta neurologica Scandinavica**, v. 113, n. 2, p. 92–99, 2006.

DIAS, A. E.; LIMONGI, J. C. P. Treatment of vocal symptoms in Parkinson's disease: the Lee Silverman method. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 61, n. 1, p. 61-66, 2003.

DUFFY, J. R. **Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management**. 4. ed. Saint Louis: Mosby, 2019.

ELIASOVA, I. et al. Acoustic evaluation of short-term effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor aspects of speech in Parkinson's disease. **Journal of neural transmission**, v. 120, n. 4, p. 597-605, 2013.

ELSNER, B. et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving aphasia in adults with aphasia after stroke. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 5, 2019.

ENDERBY, P. M.; PALMER, R. **Frenchay Dysarthria Assessment**. 2 ed. Austin, TX: PRO-ED, 2008.

FAZOLI, K. S. A. Avaliação e terapia de voz nas disfonias neurológicas. In: LOPES FILHO, O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 1997. p. 683-695.

FABIO, R. A. et al. Neurophysiological and cognitive effects of Transcranial Direct Current Stimulation in three girls with Rett Syndrome with chronic language impairments. **Research in Developmental Disabilities**, v. 76, p. 76–87, 2018.

FERREIRA, A. G. Deep Brain Stimulation: New Frontier in the Treatment of CNS Disorders. **Acta Médica Portuguesa**, [S.l.], v. 27, n. 5, p. 641-648, 2014.

FERREIRA, F. V.; CIELO, C. A.; TREVISAN, M. E. Respiratory muscle strength, body posture, vocal intensity and maximum phonation times in Parkinson Disease. **Rev. CEFAC**, v. 14, n. 2, p. 361-368, 2012.

FIORÓ, F. B. et al. Effects of transcranial electric stimulation associated with treadmill training on the balance of individual with parkinson's disease. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p.113306-113317, 2021.

FRACASSI, A. S. et al. Adjustment to the Portuguese and application to patients with Parkinson's disease of protocol within central origin dysarthrias' assessment. **Rev. CEFAC**, v. 13, n. 16, p. 1056-1065, 2011.

FREGNI, F. et al. Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation in neurological and psychiatric disorders. **The International Journal of Neuropsychopharmacology**, v. 24, n. 4, p. 256-313, 2021.

FREED, D. B. **Motor speech disorders – Diagnosis and treatment**. San Diego: Singular Publishing Group, 2000.

FRIDRIKSSON, J. et al. Transcranial Direct Current Stimulation vs Sham Stimulation to Treat Aphasia After Stroke: A Randomized Clinical Trial. **JAMA neurology**, v. 75, n. 12, p. 1470-1476, 2018.

GHIO, A. et al. French adaptation of the “Frenchay Dysarthria Assessment 2” speech intelligibility test. **European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases**, v. 137, n. 2, p.111-116, 2020.

GÖGLER, N. et al. Single-session transcranial direct current stimulation induces enduring enhancement of visual processing speed in patients with major depression. **Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.**, v. 267, n. 7, p. 671-686, 2017.

HAYDEN, D. A.; SQUARE, P. A. Motor Speech Treatment Hierarchy: a system approach. **Clinics in Communication Disorders**, v. 4, n. 3, p. 162-174, 1994.

HEDGE, M. N.; FREED, D. **Assessment of Communication Disorders in Adults: Resources and Protocols**. 3 ed. San Diego: Plural Publishing, Inc., 2022.

HIJIKATA, N. Assessment of dysarthria with Frenchay dysarthria assessment (FDA-2) in patients with Duchenne muscular dystrophy. **Disability and Rehabilitation**, 2020.

HOLLIEN, H.; SHIPP, T. Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 15, n. 1, p. 155-159, 1972.

INTERNATIONAL PARKINSON AND MOVIMENT DISORDER SOCIETY. **MDS-UPDRS: The MDS-sponsored Revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale**. 2016. Disponível em: <https://www.movementdisorders.org/MDS-Files1/Education/Rating-Scales/MDS-UPDRS_Portuguese_Official_Translation_FINAL.pdf>. Acesso em 29 jan. 2022.

JANKOVIC, J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 79, n. 4, p. 368-376, 2008.

KNUIJT, S. et al. The Radboud Dysarthria Assessment: Development and Clinimetric Evaluation. **Folia phoniatrica et Logopaedica**, v. 69, n. 4, p. 143-153, 2017.

LANG, A. E.; LOZANO, A. M. Parkinson Disease. **N Engl J Med**, v. 339, n. 16, p. 1130-1143, 1998.

LEFAUCHEUR, J. P. et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 1, p. 56-92, 2017.

LEMOS, Disartria. 2a ed. Rio de Janeiro: Enelivros, 1992.

LI, B. et al. Cathodal transcranial direct current stimulation over right dorsolateral prefrontal cortex improves language control during language switching. **Behavioural Brain Research**, v. 351, p. 34-41, 2018.

LI, L. M.; UEHARA, K.; HANAKAWA, T. The contribution of interindividual factors to variability of response in transcranial direct current stimulation studies. **Front Cell Neurosci.**, v. 9, 81, 2015.

LIMONGI, J. C. P. (Org.) **Conhecendo melhor a doença de Parkinson: uma abordagem multidisciplinar com orientações práticas para o dia-a-dia**. São Paulo: Plexus Editora, 2001.

LIRANI-SILVA, C.; MOURÃO, L. F.; GOBBI, L. T. B. Dysarthria and Quality of Life in neurologically healthy elderly and patients with Parkinson's disease. **CoDAS**, v. 27, n. 3, p. 248-254, 2015.

LIU, H. et al. Is inhibition involved in voluntary language switching? Evidence from transcranial direct current stimulation over the right dorsolateral prefrontal cortex. **International Journal of Psychophysiology**, v. 147, p. 184–192, 2020.

LOGEMAN, J. A. et al. Frequency and cooccurrence of vocal tract dysfunctions in the speech of a large sample of Parkinson patients. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 43, n. 1, p. 47-57, 1978.

MAHLER, L. A.; RAMIG, L. O.; FOX, C. Evidence-based treatment of voice and speech disorders in Parkinson disease. **Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery**, v. 23, n. 3, p. 209-215, 2015.

MAYO CLINIC. **Mayo Clinic Examinations in Neurology**. 7 ed. Mosby, 1998. 528 p.

MERRILL, D. R.; BIKSON, M.; JEFFERYS, J. G. Electrical stimulation of excitable tissue: design of efficacious and safe protocols. **J Neurosci Methods**, v. 141, n. 2, p. 171-198, 2005.

MIRANDA, T. S. Efeitos da estimulação cerebral profunda em pacientes com doença de Parkinson: uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Científico**, v. 20, e5019, 2021.

MONTEIRO, D. et al. The relationship between dysphagia and clinical types in Parkinson's disease. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 2, p. 620-627, 2014.

MORELLO, A. N. C. et al. Dysphonia and Dysarthria in People With Parkinson's Disease After Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation: Effect of Frequency Modulation. **Journal of Voice**, v. 34, n. 3, p. 477-484, 2020.

MUCHA, J. et al. Identification of hypokinetic dysarthria using acoustic analysis of poem recitation. **40th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)**, p. 739-742, 2017.

NATIONAL CANCER INSTITUTE. CANCER THERAPY EVALUATION PROGRAM. Critérios de Terminologia Comum (CTCAE). 2017. Disponível em: <https://ctep.cancer.gov/protocoldevelopment/electronic_applications/docs/CTCAE_v5_Quick_Reference_8.5x11.pdf>. Acesso em: 12 fev. 21.

NAKASHIMA, S. et al. Effects of anodal transcranial direct current stimulation on implicit motor learning and language-related brain function: an fMRI study. **Psychiatry and Clinical Neurosciences**, v. 75 p. 200-207, 2021.

NITSCHKE, M. A.; PAULUS, W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol*. 2000 Sep 15;527 Pt 3(Pt 3):633-9.

_____. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. **Neurology**, v. 57, n. 10, p. 1899-1901, 2001.

OERTEL, W.; SCHULZ, J.B. Current and experimental treatments of Parkinson disease: A guide for neuroscientists. **J. Neurochem.**, v. 139, Suppl. 1, p. 325-337, 2016.

ORTIZ, K. Z. **Distúrbios neurológicos adquiridos: fala e deglutição**. 2 ed. Barueri: Editora Manole, 2010.

PANICO, F. et al. Could non-invasive brain stimulation help treat dysarthria? A single-case study. **Annals of physical and rehabilitation medicine**, v. 63, n. 1, p. 81-84, 2020.

PEREIRA, J. B. et al. Modulation of verbal fluency networks by transcranial direct current stimulation (tDCS) in Parkinson's disease. **Brain stimulation**, v. 6, n. 1, p. 16-24, 2013.

POORTVLIET, P. et al. Cerebellar transcranial direct current stimulation improves adaptive postural control. **Clinical neurophysiology**, v. 129, n. 1, p. 33–41, 2018.

PORTALETE, C. R. et al. Motor speech treatment in flaccid dysarthria: a case report. **Audiology - Communication Research**, v. 24, e2118, 2019.

_____. Acoustic and physiological voice assessment and maximum phonation time in patients with different types of dysarthria. **Journal of Voice**, in press, 2021.

PRIORI, A.; HALLETT, M.; ROTHWELL, J. C. Repetitive transcranial magnetic stimulation or transcranial direct current stimulation? **Brain Stimulation**, v. 2, n. 4, p. 241–245, 2009.

PROTASIO, F. C. **Práticas baseadas em evidências: um estudo de caso avaliando idoso com Doença de Parkinson submetido à neuromodulação não invasiva**. 2019. 71p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Enfermagem) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

RADMAN, N. et al. Dorsolateral Prefrontal Transcranial Direct Current Stimulation Modulates Language Processing but Does Not Facilitate Overt Second Language Word Production. **Front. Neurosci.**, v. 12, 490, 2018.

REICH, S. G.; SAVITT, J. M. Parkinson's Disease. **Medical Clinics of North America**, v. 103, n. 2, p. 337-350, 2019.

RIBERTO, M. **Estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao tratamento multidisciplinar da fibromialgia: um estudo duplo-cego, aleatorizado e controlado**. 2008.103p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ROBERTSON, S. J.; THOMSON, F. **Working with dysarthric clients: a practical guide to therapy for dysarthria**. Tucson: Communication Skill Builders, 1987.

ROMANN, A. J. et al. Acoustic voice modifications individuals with Parkinson Disease submitted to Deep Brain Stimulation. **Int Arch Otorhinolaryngol**, v. 23, n. 2, p. 203–208, 2019.

ROSEN, K. M. Parametric Quantitative Acoustic Analysis of Conversation Produced by Speakers with Dysarthria and Healthy Speakers. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 49, p. 395–411, 2006.

ROSSA, A. M. T. et al. Terapia breve intensiva com fonação em tubo de vidro imerso em água: estudo de casos masculinos. **Audiology - Communication Research [online]**, v. 24, e2197, 2019.

RUOHONEN, J.; KARHU, J. tDCS possibly stimulates glial cells. **Clin Neurophysiol.**, v. 123, n. 10, p. 2006–2009, 2012.

RUSZ, J. et al. Automated speech analysis in early untreated Parkinson's disease: Relation to gender and dopaminergic transporter imaging. **Eur J Neurol.**, 00: p. 1–10, 2021.

SANTOS, D. M. et al. Tratamentos farmacológicos e fisioterapêuticos na melhora da qualidade de vida dos pacientes com doença de Parkinson. **REVISTA FAIPE**, v. 8, n. 1, p. 60-71, 2018.

SANTOS, V. L. **Perfil epidemiológico da Doença de Parkinson no Brasil**. 2015. 21p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2015.

SCHESTATSKY, P. Introdução e histórico da neuromodulação não invasiva. In: BRUNONI, A. R. (Org.). **Princípios e práticas do uso da neuromodulação não invasiva em Psiquiatria**. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 17-33.

SCHOELLMANN, A. et al. Anodal tDCS modulates cortical activity and synchronization in Parkinson's disease depending on motor processing. **Neuroimage Clin**, v. 22, 101689, 2019.

SHENKMAN M. L. et al. Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson disease. **Phys Ther**, v. 81, n. 8, p. 1400-1411, 2001.

SILVA, D. C. L. et al. Effects of Acute Transcranial Direct Current Stimulation on Gait Kinematics of Individuals With Parkinson Disease. **Topics in Geriatric Rehabilitation**, v. 34, n. 4, p. 262-268, 2018.

SILVA, M. E. et al. Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) no tratamento da dependência química: revisão sistemática da literatura. **Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo**, v. 58, n. 3, p. 134-140, 2018.

SILVA, M. E. et al. Doença de Parkinson, exercício físico e qualidade de vida: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 71478-71488, 2020.

SILVA, N. J.; SCHESTATSKY, P. Princípios gerais da estimulação cerebral não invasiva. In: MUSZKAT, M.; GRECCO, L. A. C. (Orgs.). **Estimulação cerebral não invasiva nos transtornos do neurodesenvolvimento**. Curitiba: CRV, 2017. p. 23-33.

SILVESTRE, C. M. **Impacto da estimulação cerebral profunda na qualidade de vida de doentes com a doença de Parkinson: perspectivas clínica e económica**. 2021.100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2021.

SIMPSON, M. W.; MAK, M. The effect of transcranial direct current stimulation on upper limb motor performance in Parkinson's disease: a systematic review. **J Neurol**, v. 267, p. 3479–3488, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FONOAUDIOLOGIA. **Parecer SBFa 08/2020** – O uso da Neuromodulação não invasiva na Fonoaudiologia. São Paulo, 2020.

STAGG, C. J.; ANTAL, A.; NITSCHKE, M. A. Physiology of transcranial direct current stimulation. **Journal of ETC**, v. 34, n. 3, p. 144-152, 2018.

TALARICO, T. R.; VENEGAS, M. J.; ORTIZ, K. Z. Populational profile of patients with human communication disorders after brain injury, assisted in a tertiary hospital. **Rev. CEFAC**, v. 13, n. 2, p. 330-339, 2011.

TEIVE, H. A. G. Etiopatogenia da Doença de Parkinson. **Revista Neurociências**, v. 13, n. 4, p. 201-214, 2005.

THAIR, H. et al. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A Beginner's Guide for Design and Implementation. **Front. Neurosci.**, v. 11, 641, 2017.

TOFT, M.; DIETRICH, E. Aggravated stuttering following subthalamic deep brain stimulation in Parkinson's disease: two cases. **BMC Neurol.**, v. 11, n. 1, 44, 2011.

TONG, J. et al. Transcranial direct current stimulation influences bilingual language control mechanism: evidence from cross-frequency coupling. **Cognitive Neurodynamics**, v. 14, n. 2, p. 203-214, 2020.

TROUNG, D. Q.; BIKSON, M. Physics of transcranial direct current stimulation devices and their history. **Journal of ECT**, v. 34, n. 3, p. 137-143, 2018.

TYSNES, O.; STORSTEIN, A. Epidemiology of Parkinson's disease. **J Neural Transm**, v. 124, p. 901-905, 2017.

VAUGHN, K. A. et al. Prefrontal transcranial direct current stimulation (tDCS) has a domain-specific impact on bilingual language control. **Journal of experimental psychology: General**, v. 150, n. 5, p. 996-1007, 2021.

VEGA, D. M. P. **Terapia fonoaudiológica e estimulação transcraniana por corrente contínua em pacientes com Parkinson**. 2015.108p. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

VEGA, D. M. P.; COSTA, M. L. G. Estimulación Transcraneal de Corriente Directa en Parkinson - Revisión Sistemática. **Rev Neurocienc**, v. 21, n. 3, p. 356-363, 2013.

VITALE, F. et al. Enhancing Motor Brain Activity Improves Memory for Action Language: A tDCS Study. **Cerebral cortex**, v. 31, n. 3, p. 1569-1581, 2021.

WANG, J. et al. Effects of transcranial direct current stimulation on apraxia of speech and cortical activation in patients with stroke: a randomized sham-controlled study. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 28, n. 4, p. 1625-1637, 2019.

WOODS, A. J. et al. Effects of Electrode Drift in Transcranial Direct Current Stimulation. **Brain Stimul.**, v. 8, n. 3, p. 515-519, 2015.

_____. A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. **Clin Neurophysiol.**, v. 127, n. 2, p. 1031-1048, 2016.

XIONG, G. et al. Modulating Activity in the Prefrontal Cortex Changes Intertemporal Choice for Loss: A Transcranial Direct Current Stimulation Study. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 13, 167, 2019.

YANG, S. et al. The physical significance of acoustic parameters and its clinical significance of dysarthria in Parkinson's disease. **Sci Rep**, v. 10, 11776, 2020.

YOTNUENGNIT, P. et al. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation Plus Physical Therapy on Gait in Patients With Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 97, n. 1, p. 7-15, 2018.

ZHAO, Q. et al. Effect of anodic transcranial direct current stimulation combined with speech language therapy on nonfluent poststroke aphasia. **Neuromodulation: Technology at the Neural Interface**, v. 24, n. 2, p, 2021.

ANEXO A – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA DISARTRIA (FRACASSI et al., 2011)

I – RESPIRAÇÃO

- *Velocidade:* _____ Ciclos/minuto (nl – 12 a 20 c/min).
- *Tempo máximo (nl - 10 a 20 segundos) de fonação - observação da manutenção tonal:*

/a/ _____ s /l/ _____ s /s/ _____ s /z/ _____ s

OBS: _____

- *Relação s/z :* _____ (nl - 0,7 a 1,3)
- *Palavras por expiração - contagem espontânea de números (40 a 1):* _____

Respiração: Análise indica comprometimento de grau:

0---1---2---3---4---5---6
(grau 0 ausência; 6 grave)

II – FONAÇÃO

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Qualidade Vocal: Normal () Pastosa () Trêmula () Rouca () Áspera () Soprosa () | <ul style="list-style-type: none"> - Ataque Vocal: Isocrônico () Brusco () Aspirado () | <ul style="list-style-type: none"> - Intensidade Vocal (int): Adequada () Alta () Baixa () |
| <ul style="list-style-type: none"> - Altura Vocal: Adequada () Grave () Aguda () | <ul style="list-style-type: none"> - Variação da qualidade vocal: Estável () Instável () | |

Voz: Análise indica comprometimento de grau:

0---1---2---3---4---5---6
(grau 0 ausência; 6 grave)

III – RESSONÂNCIA

- *Movimento velar - /a/ e /â/ alternadamente:*

Adequada ()
Mínima ()
Ausente ()

- *Movimentação parede faríngea – ka ka:*

Adequada ()
Mínima ()
Ausente ()

- *Emissão nasal (espelho):*
Mamão x papai / pau x mau
Vovó viu a uva.

Papai pediu pipoca.
A fita de filó é verde.
Amanhã mamãe amassará mamão.

Normal () Hipernasalidade: leve () grave () Hiponasalidade: leve () grave ()

Ressonância: Análise indica comprometimento de grau:

0---1---2---3---4---5---6
(grau 0 ausência; 6 grave)

IV - ARTICULAÇÃO

- *Movimentos Lábio (i/u e pa) – espontâneos e forçados:*

Normal ()
Alterado ()

- *Língua (ka/ta – velocidade crescente):*

Normal ()
Alterado ()

- *Mandíbula - abertura:*

Normal ()
Alterado ()

- *Desenho para paciente descrever/ conversa espontânea:*

Respiração _____
Articulação _____
Ressonância _____

- *Leitura de monossílabos e de frases (nº: _____):*

Plosivas:

Banco Tucano
Dedo Panela
Porco Gato
Batata Tomate
Normal () Alterado ()

Plosivos e nasais, na emissão de palavras e fora:

P T K Cama Balão
B D G Pão Caminhão
m/ n/ nh Mão
Normal () Alterado ()

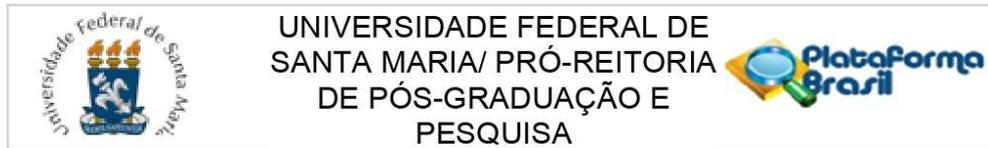
Ligações consonantais e Fricativas:

Janela Vaso Gilete
Vaca Faca Lanche
Sapo Farinha Chave
Chapéu Fogão Gema
Normal () Alterado ()

Vogais isoladas e vogais nas palavras:

A E I O U
Meia Pia
Bóia Baú
Normal () Alterado ()

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA
DE PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA NA TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA

Pesquisador: Karina Carlesso Pagliarin

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 43424321.4.0000.5346

Instituição Proponente: Programa de Pós Graduação Distúrbios da Comunicação Humana

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

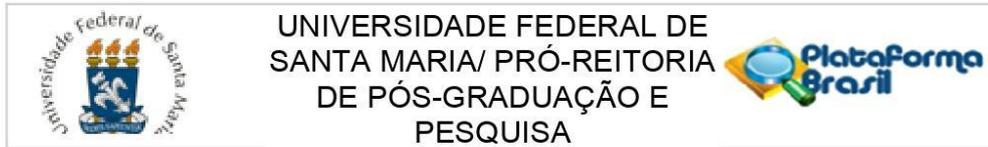
Número do Parecer: 4.642.116

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da UFSM. A estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) é uma técnica não invasiva de modulação cortical a partir da aplicação de uma corrente elétrica contínua de baixa intensidade no escalpo que modula a atividade cortical. Esta tem sido utilizado como estratégia aliada ao processo de reabilitação motora, sensitiva e cognitiva. Trata-se de uma pesquisa observacional, transversal, quantitativa, de intervenção fonoaudiológica que tem como objetivo geral do estudo é verificar os efeitos da tDCS em diferentes queixas fonoaudiológicas.

Os participantes serão indivíduos acima de 4 anos de idade que, após testes de avaliação fonoaudiológica apresentarem alterações de linguagem oral e/ou escrita, alterações de estruturas e/ou funções do sistema estomatognático, alterações de voz, alterações auditivas centrais e alterações cognitivas e que sejam falantes do Português Brasileiro. A população será constituída por 30 participantes, sendo 15 em cada grupo amostral. Há risco para eventos adversos grau 1, que envolvem sintomas leves em que nenhum tratamento médico é necessário, e grau 2, que indica a necessidade de tratamento local ou não invasivo, sendo que na ocorrência de efeito adverso de grau 2, os participantes serão encaminhados para tratamento médico nos sistemas de saúde público e privado. Os participantes serão captados junto ao Serviço de Atendimento

Endereço: Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763 - Sala Comitê de Ética - 97105-900 - Santa
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.642.116

Fonoaudiológico (SAF) da UFSM. Caso os sujeitos captados no SAF não preencham os critérios de inclusão, será enviado convite de participação na pesquisa em redes sociais e demais meios de comunicação local. A análise dos dados será por meio da estatística descritiva e analítica com os devidos testes estatísticos apropriados para cada caso.

O projeto de pesquisa apresenta resumo, introdução, fundamentação teórica, metodologia, cronograma, orçamento, referências e apêndices.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL: verificar os efeitos da tDCS em diferentes queixas fonoaudiológicas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Verificar a efetividade da tDCS no tratamento fonoaudiológico;
- comparar os resultados da intervenção fonoaudiológica convencional com os resultados da intervenção baseada apenas na tDCS e da combinação de ambos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão descritos, sendo que a pesquisa apresenta risco para eventos adversos grau 1, que envolvem sintomas leves em que nenhum tratamento médico é necessário, e grau 2, que indica a necessidade de tratamento local ou não invasivo. Na ocorrência de efeito adverso de grau 2, os participantes serão encaminhados para tratamento médico nos sistemas de saúde público e privado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

.

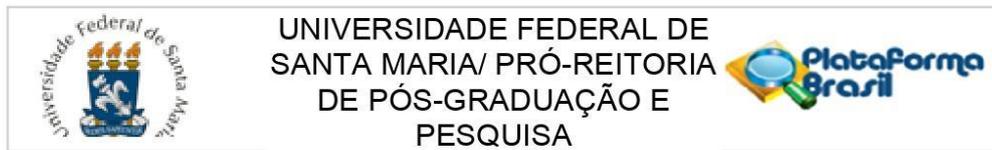
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- O termo de confidencialidade foi apresentado e está assinado pela pesquisadora responsável.
- Apresentou comprovação de registro no Gabinete de Projetos da Instituição de ensino.
- Apresenta autorização institucional do SAF da UFSM.
- Apresenta TCLE.
- Apresenta Termo de Assentimento.

Recomendações:

.

Endereço: Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763 - Sala Comitê de Ética - 97105-900 - Santa
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.642.116

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1691276.pdf	08/04/2021 21:37:33		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEPRafa.pdf	24/03/2021 19:25:46	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLERAFa.pdf	24/03/2021 19:22:05	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Formularioparaapresentacaodependencias.doc	24/03/2021 15:09:07	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMODEASSENTIMENTO.pdf	24/03/2021 15:07:25	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
Outros	TERMODECONFIDENCIALIDADERAFA.pdf	20/02/2021 15:11:40	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
Outros	AUTORIZACAONSTITUCIONAL.pdf	20/02/2021 15:07:21	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoKarinaassinada.pdf	20/01/2021 09:26:45	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito
Outros	projetogap.pdf	19/01/2021 15:19:57	Karina Carlesso Pagliarin	Aceito

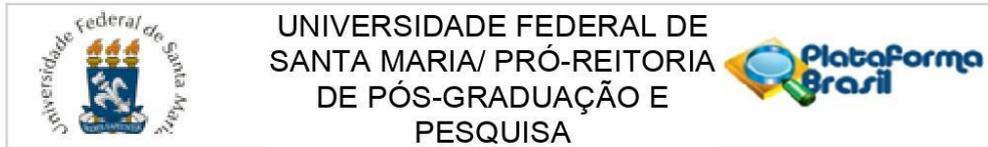
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763 - Sala Comitê de Ética - 97105-900 - Santa
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.642.116

SANTA MARIA, 10 de Abril de 2021

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - sala 763 - Sala Comitê de Ética - 97105-900 - Santa
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

ANEXO C – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL DO SAF

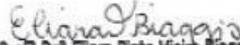


AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu, Eliara Pinto Vieira Biaggio, abaixo assinado, responsável por Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da UFSM, autorizo a realização do estudo “Estimulação transcraniana por corrente contínua na terapia fonoaudiológica” (número no GAP/Centro) a ser conduzido pela pesquisadora Profa. Dra. Karina Carlesso Pagliarin, lotada no departamento de fonoaudiologia.

O estudo só poderá ser realizado se aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Santa Maria, 04 de janeiro de 2021


Profª Drª Eliara Pinto Vieira Biaggio
SIAPE 1925761 - CREFONO 8507 / RS
Chefe Substituta do Departamento de Fonoaudiologia
Centro de Ciências da Saúde - UFSM

Eliara Pinto Vieira Biaggio

ANEXO D – CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ – CAPE-V (ASHA, 2003)

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

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

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

Legenda: C = consistente I = Intermitente

		SCORE
GRAU GERAL	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
RUGOSIDADE	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
SOPROSIDADE	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
TENSÃO	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
<i>PITCH</i>	indique a natureza de desvio de <i>pitch</i> _____	C I ____/100

	DI MO AC	
<i>LOUDNESS</i>	indique a natureza de desvio de <i>loudness</i> _____	C I ____/100

	DI MO AC	
_____	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
_____	_____	C I ____/100
	DI MO AC	

Comentários sobre ressonância: NORMAL OUTRA (descreva): _____

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

Clínico: _____

ANEXO E – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA INTELIGIBILIDADE DA FALA – PAIF (BARRETO E ORTIZ, 2010)

Lista de frases¹⁸

- | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1. Não posso perder o ônibus. | 9. Esqueci de pagar a conta. | 17. Guardei o livro na primeira gaveta. |
| 2. Vamos tomar um cafezinho. | 10. Os preços subiram ontem. | 18. Hoje é meu dia de sorte. |
| 3. Preciso ir ao médico. | 11. O jantar está na mesa. | 19. O sol está muito quente. |
| 4. A porta da frente está aberta. | 12. As crianças estão brincando. | 20. Sua mãe acabou de sair de carro. |
| 5. A comida tinha muito sal. | 13. Choveu muito nesse fim de semana. | 21. Ela vai viajar nas férias. |
| 6. Cheguei atrasado para a reunião. | 14. Estou morrendo de saudade. | 22. Não quero perder o avião. |
| 7. Vamos conversar lá na sala. | 15. Olhe bem ao atravessar a rua. | 23. Eu não conheci sua filha. |
| 8. Depois liga para mim. | 16. Preciso pensar com calma. | 24. Ela precisa esperar na fila. |
| | | 25. O banco fechou sua conta. |

A

Lista de palavras

- | | | |
|----------|-----------|---------------|
| 1. Ai | 21. Isso | 41. Irmão |
| 2. Ar | 22. Lua | 42. Comeu |
| 3. Se | 23. Tia | 43. Peguei |
| 4. No | 24. Amor | 44. Gostou |
| 5. Só | 25. Assim | 45. Cuidar |
| 6. Já | 26. Onze | 46. Quartos |
| 7. Vi | 27. Este | 47. Errada |
| 8. Fé | 28. Suor | 48. Exame |
| 9. Pá | 29. Faca | 49. Piada |
| 10. Te | 30. Linha | 50. Acerta |
| 11. Som | 31. Nasce | 51. Esquina |
| 12. Vim | 32. Pena | 52. Altura |
| 13. Cão | 33. Morro | 53. Acordou |
| 14. Deu | 34. Será | 54. Noventa |
| 15. Vai | 35. Tombo | 55. Certeza |
| 16. Fez | 36. Mundo | 56. Trabalha |
| 17. Mil | 37. Mexer | 57. Criando |
| 18. Pães | 38. Secas | 58. Prendendo |
| 19. Era | 39. Pêras | 59. Opinião |
| 20. Até | 40. Livre | 60 - Abraçado |

ANEXO F – QUESTIONÁRIO DE EFEITOS ADVERSOS NA tDCS – ADAPTADO (APARÍCIO et al., 2016)

Efeito adverso	Não	Sim	Gravidade				Relação com estimulação				
Cefaleia	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Dor no pescoço	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Dor local (ânodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Dor local (cátodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Coceira (ânodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Coceira (cátodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Formigamento (ânodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Formigamento (cátodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Queimação (ânodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Queimação (cátodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Vermelhidão (ânodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Vermelhidão (cátodo)	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Sonolência	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Mudanças de concentração	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Fadiga	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Náusea	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Tontura	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Outros efeitos: _____	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
_____	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5
_____	()	()	1	2	3	4	1	2	3	4	5

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: “Estimulação transcraniana por corrente contínua na terapia fonoaudiológica”

Pesquisadora responsável: Prof^ª. Dr^ª. Karina Carlesso Pagliarin

Mestranda Pesquisadora: Fga. Rafaela Rossini Rosa

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Fonoaudiologia

Telefone para contato: (55) 3220-8541/ (55) 99717-2598

Endereço: UFSM, Avenida Roraima, 1000, prédio 26 E, Serviço de Atendimento Fonoaudiológico, sala 212, segundo andar - Santa Maria – RS

Locas de coleta de dados: Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da UFSM

Eu, Karina Carlesso Pagliarin, responsável pela pesquisa “Estimulação transcraniana por corrente contínua na terapia fonoaudiológica”, o convidamos a participar como voluntário deste nosso estudo.

Por meio desta pesquisa pretende-se verificar quais os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua aplicada à terapia fonoaudiológica. Acreditamos que ela seja importante porque é uma técnica que vem apresentando efeitos positivos em diversas doenças e transtornos, porém necessita de mais estudos em diferentes áreas.

Para o desenvolvimento deste estudo será feito o seguinte: avaliações fonoaudiológicas, de acordo com a queixa do participante para obter dados iniciais. Você poderá ser direcionado a um grupo controle, onde serão apenas feitos os testes, ou um grupo estudo, onde receberá terapia fonoaudiológica, com ou sem estimulação transcraniana por corrente contínua, que consiste na colocação de eletrodos sobre a cabeça, onde é aplicada uma corrente elétrica de baixa intensidade. Após o período de intervenção, serão feitas reavaliações para medir os efeitos da terapia. Sua participação constará em utilizar os resultados das avaliações para posterior comparação.

Sendo sua participação voluntária, você não receberá benefício financeiro. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores.

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos: coceira, vermelhidão e formigamento no local da aplicação, além de tontura, dor de cabeça, fadiga e náusea. São

sintomas leves que podem aparecer, mas costumam passar rapidamente. Desta forma, caso ocorra algum problema decorrente de sua participação na pesquisa, você terá encaminhado à serviço especializado de saúde de forma gratuita. Fica, também, garantido o seu direito de requerer indenização em caso de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Em virtude da situação sanitária atual, serão adotadas todas as medidas de prevenção para evitar-se a contaminação pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) antes, durante e após o processo de coleta de dados, realizando-se: frequente higienização das mãos, provendo dispensadores, de fácil alcance, com preparações alcoólicas, utilizar máscaras de proteção, eliminar ou restringir o uso de itens compartilhados como canetas e pranchetas, limpeza e desinfecção de objetos e superfícies. Essas medidas serão implementadas, tanto pelos pesquisadores quanto pelos participantes.

Os benefícios que esperamos como estudo são: a melhora da queixa apresentada e otimização do tempo de recuperação.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão. Se você decidir não participar não haverá prejuízo ao seu tratamento de saúde, sendo garantida a assistência e tratamento preconizado para sua situação clínica.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão divulgadas em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante

3

do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Santa Maria, _____ de _____ de 20_____

Assinatura do voluntário/Responsável

Assinatura Pesquisadora