



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Dissertação de Mestrado

Efeitos de uma aplicação de estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS)

sobre a memória de trabalho e linguagem em pacientes com afasia

Ricardo Marcio Garcia Rocha

Brasília, 6 de fevereiro de 2018

Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

**Efeitos de uma aplicação de estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS)
sobre a memória de trabalho e linguagem em pacientes com afasia**

Ricardo Marcio Garcia Rocha

Orientador: Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento, do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Comportamento (Área de Concentração: Cognição e Neurociências do Comportamento).

Brasília, 6 de fevereiro de 2018.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília - UnB

Presidente

Prof. Dr. Paulo Sérgio Boggio

Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento

Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM

Membro externo

Prof. Dr. Ricardo José de Moura

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília - UnB

Membro interno

Profa. Dra. Goiara Mendonça de Castilho

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília - UnB

Membro suplente

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeira e especialmente ao Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto, pela oportunidade, por confiar em mim e pelos sábios conselhos oferecidos quando necessitei. A sua orientação foi primordial para a concretização desse trabalho. Eu o considero um excelente professor e orientador.

Agradeço ao grupo de pesquisa formado por Cláudia Pietrobon, Marcos Felipe Rodrigues de Lima, Juliana Silva de Deus e Beatriz Araújo Cavendish, pelo auxílio e dedicação em todas as fases da pesquisa, pelas contribuições e trocas de experiências.

Agradeço ao IMPI pela parceria, por gentilmente ter cedido o espaço e materiais para coleta de dados, nos acolhendo com carinho, presteza e hospitalidade. Em especial a Dra. Francisca Sampaio Leão, que nos deu todo amparo sempre que necessitamos.

Aos pacientes, meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade e confiança.

A minha mãe Sueli, ao meu pai Marcio, a minha esposa Cláudia e ao meu filho Pedro Henrique, por toda paciência que tiveram comigo nesse período, toda compreensão, por acreditarem em mim me apoiando e muitas vezes fazendo sacrifícios para que hoje eu pudesse estar aqui. Obrigado por ser a minha base e sempre me incentivar a buscar meus sonhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento da UnB por todo suporte a mim prestado durante o mestrado.

Agradeço a CAPES pelo incentivo financeiro e por acreditar no meu projeto.

Aos membros da banca Prof. Dr. Paulo Sérgio Boggio, Prof. Dr. Ricardo José de Moura e Profa. Dra. Goiara Mendonça de Castilho, por terem aceitado o convite e pelas sugestões de aprimoramento deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha dissertação.

“A persistência é o caminho do êxito.” (Charles Chaplin)

Sumário

Agradecimentos	i
Sumário	ii
Lista de Tabelas.....	v
Lista de Figuras	vi
Lista de Abreviações	viii
Resumo	x
Abstract	xi
Introdução.....	1
Testes de memória de trabalho nas afasias	4
TDCS em memória de trabalho	7
TDCS memória de trabalho e afasia	10
Método.....	13
Participantes.....	13
<i>Recrutamento dos participantes.....</i>	<i>13</i>
<i>Critérios de inclusão e de exclusão.....</i>	<i>13</i>
<i>Amostra final.....</i>	<i>14</i>
<i>Cuidados éticos.....</i>	<i>14</i>
Instrumentos	19
<i>Estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS).....</i>	<i>19</i>
<i>Tarefa de memória de trabalho.....</i>	<i>20</i>
N-back.....	20
Estímulos.....	21
Programação.....	22
<i>Testes de linguagem.....</i>	<i>24</i>

Compreensão da linguagem oral.	25
Discurso narrativo oral.	25
Procedimento	27
<i>Avaliação.</i>	27
<i>Sessão 1.</i>	27
<i>Sessão 2.</i>	29
<i>Sessão 3.</i>	29
<i>Sessão 4.</i>	30
Análise de dados	30
<i>Memória de trabalho.</i>	30
<i>Linguagem.</i>	32
Dados brutos.	32
Compreensão da linguagem oral.	32
Discurso narrativo oral.	32
Resultados	34
Memória de trabalho	34
<i>Fidedignidade teste-reteste.</i>	34
<i>Acurácia.</i>	35
<i>Tempo de reação (RT).</i>	36
Linguagem	38
<i>Missing.</i>	38
<i>Fidedignidade teste-reteste.</i>	38
<i>Pré-teste.</i>	38
<i>Tarefas de compreensão.</i>	41
Compreensão oral de frases.	41
Manipulação de objetos sob ordens verbais.	41
<i>Tarefa de discurso narrativo oral.</i>	41
Discurso narrativo global.	41

Número de produções.....	42
Tempo de produção.....	43
Taxa de discurso oral.....	44
Taxa de produção oral.....	44
Discussão.....	45
Tarefa de memória de trabalho.....	47
Compreensão oral e memória de trabalho.....	50
Efeitos de tDCS no humor.....	51
Coesão e coerência do discurso oral.....	52
Conclusões.....	54
Referências.....	55
Apêndice A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética (páginas 1, 6 e 7).....	67
Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.....	70
Apêndice C – Termo de Autorização para Uso de Imagem e Som de Voz para Pesquisa.....	72
Apêndice D – Adaptações da Tarefa Compreensão Oral de Frases (3b da Bateria MTL) para Aplicação no Pré-teste (a) e Pós-teste (b).....	73
Apêndice E – Adaptações da Tarefa Manipulação de Objetos sob Ordem Verbal (13 da Bateria MTL) para Aplicação no Pré-teste (a) e Pós-teste (b).....	74
Apêndice F – Imagens Utilizadas para as Adaptações da Tarefa Discurso Narrativo Oral (4 da Bateria MTL) para Aplicação no Pré-teste (a) e Pós-teste (b).....	75

Lista de Tabelas

Tabela 1. <i>Características dos Participantes.</i>	15
Tabela 2. <i>Comparação das Amostras.</i>	18
Tabela 3. <i>Médias, Desvios-padrões e Correlações para Tarefa N-back.</i>	34
Tabela 4. <i>Médias, Desvios-padrões e ANOVAs para Pré- e Pós-Teste entre Grupos.</i>	39

Lista de Figuras

- Figura 1.* Montagem dos eletrodos usada nas aplicações anódica, *sham* e *offline*. 20
- Figura 2.* Tarefa 1-back. Representação esquemática do fluxo de tentativas em função do tempo. Setas indicam correspondência com face atual ($n = 1$). O participante tinha até 4000 ms para responder (tempo entre apresentação da face e apresentação da face seguinte). 23
- Figura 3.* Tarefa 2-back. Representação esquemática do fluxo de tentativas em função do tempo. Setas indicam correspondência com face atual ($n = 2$). O participante tinha até 4000 ms para responder (tempo entre apresentação da face e apresentação da face seguinte). 24
- Figura 4.* Prancha apresentada na tarefa de compreensão da linguagem oral. Adaptado da *Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem* (Parente et al. 2016, tarefa 3b). 26
- Figura 5.* Prancha apresentada na tarefa de discurso narrativo oral. Adaptado da *Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem* (Parente et al., 2016, tarefa 4). 26
- Figura 6.* Etapas da experimento. Os três grupos (anódico, *sham* e *offline*) passaram pelos mesmos procedimentos, exceto na primeira parte da Sessão 4. MTL = tarefas selecionadas da *Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem*. 28
- Figura 7.* Acurácia (Pr) na tarefa de memória de trabalho em função da carga de memória e do grupo (colapsados entre os dois momentos em que a tarefa foi aplicada). Gráfico interno mostra diferença na acurácia entre teste com estimulação e linha de base. Barras de erro representam erro padrão da média. 36
- Figura 8.* Tempos de reação (em milissegundos) na linha de base e durante tDCS em função da tarefa de memória de trabalho e grupo. Barras de erro representam erro padrão da média. 37

<i>Figura 9.</i> Desempenho na tarefa de Discurso narrativo oral (máximo = 15 pontos) em função do grupo e do teste. Gráfico interno mostra diferença entre pré- e pós-teste. Barras de erro representam erro padrão da média.....	42
<i>Figura 10.</i> Número de produções (palavras e não palavras) em função do grupo e do teste. Gráfico interno mostra diferença entre pré- e pós-teste. Barras de erro representam erro padrão da média.....	43
<i>Figura 11.</i> Tempo de produção (em segundos) em função do grupo e do teste. Gráfico interno mostra diferença entre pré- e pós-teste. Barras de erro representam erro padrão da média..	44
<i>Figura 12.</i> Taxa de produção verbal (produções por minuto) em função do grupo e do teste. Barras de erro representam erro padrão da média.	45

Lista de Abreviações

ANOVA	Análise de variância.
ANCOVA	Análise de Covariância.
AVC	Acidente Vascular Cerebral.
BAI	Inventário de Ansiedade de Beck (<i>Beck Anxiety Inventory</i>).
BDI	Inventário de Depressão de Beck (<i>Beck Depression Inventory</i>).
cm²	Centímetro Quadrado.
DLPFC	Córtex Pré-frontal Dorsolateral (<i>Dorsolateral Prefrontal Cortex</i>).
EEG	Eletroencefalograma.
F	Estatística <i>F</i> de Fisher.
F3	Região localizada sobre a área DLPFC.
IMPI	Instituto de Medicina e Psicologia Integradas.
μA/cm²	Micro-ampère por Centímetro Quadrado.
M	Média.
m	Metro.
mA	Mili-ampère.
ms	Milissegundo.
η²_p	Eta ao Quadrado Parcial (medida de tamanho de efeito em ANOVA).
p	Probabilidade ou significância de um teste.
Pr	Medida de acurácia (= acertos – alarmes falsos).
r	Coefficiente de correlação de Pearson.
RT	Tempo de reação (<i>Reaction Time</i>).
s	Segundo.
SD	Desvio Padrão (<i>Standard Deviation</i>).
t	Estatística <i>t</i> de Student.
tDCS	Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (<i>Transcranial Direct Current Stimulation</i>).

tDCS -A	tDCS Anódica.
tDCS -C	tDCS Catódica.
tDCS -S	tDCS <i>Sham</i> (placebo).
V	Volt.
VLPFC	Córtex Pré-frontal Ventrolateral (<i>Ventrolateral Prefrontal Cortex</i>).

Resumo

A memória de trabalho é uma habilidade cognitiva que envolve o armazenamento temporário e a manipulação de informação. Pesquisas recentes têm mostrado que indivíduos com afasia, além de apresentarem problemas de linguagem, apresentam também déficits de memória de trabalho. Esse déficit pode contribuir para as dificuldades de expressão e compreensão da linguagem oral encontrados nesses indivíduos. A tDCS (estimulação transcraniana por corrente contínua) é uma ferramenta capaz de modular a atividade cerebral, resultando em melhora no desempenho em diversas tarefas cognitivas. O objetivo desse estudo foi investigar os efeitos da tDCS sobre o desempenho de indivíduos com afasia em uma tarefa de memória de trabalho e os efeitos subsequentes dessa aplicação em tarefas de compreensão e produção oral. Participaram do estudo (randomizado, duplo-cego e placebo-controlado) 30 pacientes com afasia não fluente, divididos em três grupos: anódico ($N = 10$), *sham* ($N = 10$) e *offline* ($N = 10$). Todos receberam corrente de 2 mA em F3 (córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo) em uma única sessão de estimulação. Os grupos anódico e *sham* realizaram tarefa de memória de trabalho (1 e 2-back) enquanto recebiam estimulação anódica (20 minutos) e *sham* (30 segundos), respectivamente. O grupo *offline* recebeu estimulação anódica (20 minutos) sem realizar as tarefas de memória de trabalho. Antes e após a realização das tarefas de memória de trabalho os participantes realizaram testes de compreensão e produção oral. O desempenho na tarefa de memória de trabalho não foi alterado durante a aplicação de tDCS. Também não houve efeito de grupo na tarefa de compreensão oral subsequente. Contudo, participantes do grupo anódico apresentaram melhora na tarefa de produção oral (discurso narrativo oral). Os resultados apresentam subsídios para novas formas de tratamento em pacientes com afasia.

Palavras-chave: afasia não fluente, memória de trabalho, estimulação transcraniana por corrente contínua, córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo

Abstract

Working memory is a cognitive ability that involves temporary storage and manipulation of information. Recent studies have shown that patients with aphasia present not only language deficits but also working memory deficits. These working memory impairments may partly explain these patients' difficulties with speech production and comprehension. Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a tool that can modulate brain activity, resulting in improved performance in several cognitive abilities. The aim of this study was to assess the effects of tDCS on working memory performance and on subsequent language tasks in a sample of patients with non-fluent aphasia. Thirty patients with non-fluent aphasia took part in a randomized, double-blind, placebo-controlled trial, split into three groups: anodal ($N = 10$), sham ($N = 10$) e offline ($N = 10$). They all received 2 mA of anodal stimulation over F3 (left dorsolateral prefrontal cortex) in a single session. Participants in the anodal and sham groups completed two working memory tasks (1-back and 2-back) while being stimulated for 20 minutes and 30 seconds, respectively. Patients in the offline group were stimulated for 20 minutes but did not complete the working memory task. Participants also performed a series of speech production and comprehension tasks adapted from the Brazilian version of the Montreal-Toulouse language assessment battery both before and after the working memory task and stimulation. The results showed that tDCS did not affect working memory performance. There was also no group effect in the subsequent speech comprehension task. There was, however, a group effect in the speech production task (oral narrative discourse) with participants in the anodal group showing greater improvement than patients in the other two groups. The results suggest that tDCS coupled with working memory tasks may aid speech production in patients with aphasia.

Keywords: non-fluent aphasia, working memory, tDCS, left dorsolateral prefrontal cortex

Introdução

A memória de trabalho refere-se à habilidade mental de armazenar e manipular informação temporariamente a serviço de um objetivo (Jarrold & Towse, 2006). Trata-se de um construto complexo, que envolve elementos tanto de armazenamento quanto de controle atencional (Baddeley, 2012; Kane & Engle, 2002). Uma das características da memória de trabalho é sua capacidade limitada que precisa ser compartilhada entre armazenamento e processamento (Baddeley, 2003a; Cowan, 2010).

O bom funcionamento da memória de trabalho é importante para a correta produção e compreensão da linguagem humana (Lum, Ullman, & Conti-Ramsden, 2015). Estudos relacionando a memória de trabalho e a linguagem oral demonstraram que quanto maior a capacidade na memória de trabalho (*working memory span*) maior é a capacidade de um indivíduo compreender uma informação (Daneman & Merikle, 1996). De maneira similar, quanto maior a sobrecarga na memória de trabalho, menor a capacidade na produção verbal em indivíduos normais (Joseph et al., 2015).

Diversos modelos foram propostos para explicar o funcionamento da memória de trabalho. Em um influente modelo (Baddeley & Hitch, 1974), a memória de trabalho foi conceitualizada como um sistema de capacidade limitada com quatro componentes distintos. O primeiro (executivo central) gerencia o processamento e armazenamento imediato das informações, direcionando quando focar, dividir ou deslocar a atenção e outros recursos para os outros três componentes. O segundo componente (esboço visuoespacial) é responsável pelo armazenamento temporário de informações visuais e espaciais. O terceiro (alça fonológica) é composto pelo armazenador fonológico (armazenamento temporário de estímulos de natureza fonológica) e pelo circuito articulatório (manutenção da informação fonológica via ensaios vocais ou subvocais dessa informação) (Baddeley, 2001). O quarto componente (*buffer* episódico) funciona como uma interface capaz de integrar representações fonológicas e

visuoespaciais recentemente ativadas e representações da memória de longo prazo em um único episódio (Baddeley, 2000).

Nesse modelo, a memória de trabalho possui elementos diretamente relevantes para o processamento linguístico (ex., alça fonológica) e componentes de domínio geral (ex., executivo central) que são provavelmente compartilhados durante a execução de tarefas tanto linguísticas quanto não linguísticas (Baddeley, 2003a, 2003b, 2012). Os componentes desse modelo foram atribuídos a redes cerebrais diferentes com base em estudos de neuroimagem e de pacientes com lesão (Baddeley, 2003b). O circuito articulatório da alça fonológica seria implementado no cérebro no córtex frontal inferior esquerdo (área de Broca), o armazenador fonológico envolveria o lóbulo parietal inferior esquerdo (giro supramarginal), e o executivo central implicaria uma grande área do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo. O circuito articulatório é de interesse para processos linguísticos, pois nesse componente a informação verbal codificada é ensaiada. Se esse traço for perdido, a informação ensaiada também é perdida. Consistente com esse modelo, pacientes com lesão no hemisfério esquerdo e diagnosticados com afasia podem apresentar déficits em memória de trabalho atribuíveis especificamente ao circuito articulatório (Vallar, Corno, & Basso, 1992).

A afasia é uma disfunção de linguagem que ocorre geralmente pós-acidente vascular cerebral (AVC) envolvendo a artéria cerebral média do hemisfério esquerdo (Ferro & Madureira, 1997; Helm-Estabrooks, Albert, & Nicholas, 2014). Prejuízos são observados nas habilidades de fala, compreensão, escrita, repetição, nomeação e fluência da fala e dependem da área da lesão (Kreisler et al., 2000). As afasias podem ser classificadas em fluentes e não fluentes (Kerschensteiner, Poeck, & Brunner, 1972; Nozari & Faroqi-Shah, 2017). Na afasia não fluente, a produção oral reduz-se a frases curtas ou palavras isoladas (nomes e verbos), produzidas pausadamente e com esforço, embora a compreensão de discurso oral seja relativamente preservada. O foco do presente estudo são pacientes com afasia não fluente.

Além de apresentarem prejuízos de linguagem, indivíduos com afasia apresentam também déficits cognitivos, incluindo déficit da memória de trabalho (Salis, Kelly, & Code, 2015). Acredita-se que tais déficits na memória de trabalho podem contribuir para as dificuldades do processamento e expressão da linguagem oral encontradas nesses indivíduos (Caspari, Parkinson, LaPointe, & Katz, 1998; Wright & Shisler, 2005). A memória de trabalho auxilia na conexão entre múltiplos níveis de processamento, sendo importante para a produção sintática de uma frase, pois para isso é necessário processar informações de diferentes partes de uma sentença (Acheson & MacDonald, 2009). Desse modo, limitações na memória de trabalho em indivíduos com afasia podem provocar perdas nas representações linguísticas antes destas se tornarem disponíveis para o planejamento da fala, aumentando as dificuldades na fluência da fala (Nozari & Faroqi-Shah, 2017). Isso sugere que, na tentativa de melhorar o desempenho de indivíduos com afasia em tarefas de linguagem, é importante tanto o tratamento direto de funções de linguagem quanto o tratamento indireto, via processos cognitivos intrinsecamente relacionados à linguagem, como é o caso da memória de trabalho.

O restante da Introdução será dividido em três seções. Na primeira, será apresentada uma revisão sobre estudos utilizando tarefas de memória de trabalho com amostras de indivíduos com afasia, com ênfase em duas tarefas: *modified listening span* e *n-back*. Na segunda, será apresentada a técnica de estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), que vem sendo utilizada na tentativa de melhorar o desempenho em diferentes processos cognitivos. A ênfase dessa seção recairá sobre estudos que investigaram a tDCS combinada com tarefas de memória de trabalho. Na terceira, serão estabelecidas as possíveis relações entre tDCS e memória de trabalho em indivíduos com afasia, apresentando os objetivos geral e específicos da pesquisa, bem como as hipóteses e as principais decisões metodológicas tomadas para atingir os objetivos propostos.

Testes de memória de trabalho nas afasias

Diversos estudos têm investigado as habilidades da memória de trabalho em indivíduos com afasia, utilizando diferentes medidas para tentar quantificar e identificar a sua relação com o desempenho na linguagem desses indivíduos (Ivanova & Hallowell, 2014; Ivanova, Kuptsova, & Dronkers, 2017; Wright & Fergadiotis, 2012; Wright & Shisler, 2005). Dentre os paradigmas utilizados com essa finalidade, destacam-se as tarefas de *span* complexo e as tarefas *n-back* (Wright & Fergadiotis, 2012).

As tarefas de *span* complexo foram desenvolvidas em oposição à tarefa de *span* simples: enquanto as tarefas de *span* simples medem memória de curto prazo (ex., *digit span*), as tarefas de *span* complexo forneceriam medidas de memória de trabalho (ex., *reading span*; Daneman & Carpenter, 1980). Posteriormente, outras tarefas de *span* complexo foram desenvolvidas, como o *counting span* e o *operation span* (Conway et al., 2005), o *symmetry span* e o *rotation span* (Foster et al., 2015), dentre outras.

Ivanova e Hallowell (2014) desenvolveram uma adaptação da tarefa *reading span* especificamente para pacientes com afasia (*modified listening span*). Nessa tarefa, participantes escutam uma sentença e julgam qual imagem dentre quatro imagens dispostas na tela de um computador representa a sentença (i.e., tarefa de processamento). Antes da apresentação da sentença seguinte, o participante ouve uma palavra enquanto observa uma tela branca. Essa palavra deverá ser posteriormente evocada (i.e., tarefa de armazenamento). A seguir, uma nova sentença e uma nova palavra são apresentadas. Após a apresentação de uma série de estímulos nas tarefas de processamento e de armazenamento, o participante deve selecionar as imagens correspondentes às palavras ditas no intervalo entre as sentenças. Séries de comprimentos distintos são apresentadas. A pontuação do participante na série corresponde ao número de itens corretamente reconhecidos na tarefa de armazenamento.

A tarefa *modified listening span* apresenta diferenças importantes em relação à tarefa *reading span* de Daneman e Carpenter (1980). A primeira diz respeito à modalidade de apresentação dos estímulos. Ivanova e Hallowell (2014) usaram estímulos verbais auditivos e imagens para representar esses estímulos verbais, enquanto Daneman e Carpenter (1980) usaram apenas estímulos verbais visuais. Uma segunda distinção é que, no estudo de Ivanova e Hallowell (2014), o item a ser armazenado foi dissociado da tarefa de processamento, tornando essas tarefas claramente distinguíveis, além de permitir a mensuração do desempenho em cada uma das tarefas. A terceira diferença é que Ivanova e Hallowell (2014) usaram uma tarefa de reconhecimento não serial, enquanto Daneman e Carpenter (1980) usaram uma tarefa de recordação serial. As adaptações na tarefa *reading span* permitiram avaliar melhor a memória de trabalho em pacientes com afasia ao eliminar demandas de produção oral e leitura que dificultavam estudos com essa população.

Outra tarefa amplamente usada em estudos de memória de trabalho é a tarefa *n-back*, que pode ser entendida como uma medida de reconhecimento contínuo de uma sequência de estímulos (Kane, Conway, Miura, & Colflesh, 2007). Nessa tarefa, o participante é exposto a uma série de estímulos, devendo julgar continuamente se o estímulo atual corresponde ao estímulo que apareceu *n* tentativas atrás (Christensen & Wright, 2010). Por exemplo, em uma tarefa de *2-back* verbal, se o participante for exposto sequencialmente às letras C, J, F e J, ele deve emitir uma resposta para a última letra da sequência, uma vez que ela corresponde à letra apresentada duas tentativas ($n = 2$) atrás (Tsuchida & Fellows, 2009). Em comum com as tarefas de *span* complexo estão os elementos de codificação, armazenamento e recuperação da informação (Scharinger, Soutschek, Schubert, & Gerjets, 2017). No entanto, também existem diferenças, como o fato de as tarefas *n-back* exigirem monitoramento contínuo dos estímulos e atualização do estímulo alvo a cada nova tentativa (Jaeggi, Buschkuhl, Perrig, & Meier, 2010). A atualização é necessária porque, a cada nova tentativa, os itens se tornam mais

antigos na sequência, tornando-se (ou deixando de ser) alvo. Diz-se que o valor de n na tarefa corresponde à carga imputada sobre a memória de trabalho na medida em que um valor de n maior implica maior carga sobre a memória de trabalho e, conseqüentemente, declínio no desempenho (Mayer & Murray, 2012). Tipicamente, os estudos têm manipulado a carga de memória de trabalho entre 1- e 3-*back* (Brunoni & Vanderhasselt, 2014). A tarefa 0-*back*, por sua vez, é uma tarefa de memória de reconhecimento, ao invés de memória de trabalho, uma vez que não captura o componente de manipulação da informação.

Quando consideradas para uso em indivíduos com afasia, as tarefas de *span* complexo e *n-back* apresentam vantagens e desvantagens. Conway et al. (2005) apontam que medidas de memória de trabalho apresentam boa validade preditiva, na medida em que os escores dos participantes em tarefas de *span* complexo são bons preditores do desempenho em tarefas subsequentes, tais como inteligência fluída geral. O resultado de Daneman e Carpenter (1980) também sugere que as tarefas de *span* complexo são melhores preditores de habilidades cognitivas complexas do que tarefas de *span* simples. No entanto, Murray et al. (2016), afirmam que, independentemente da modalidade em que a resposta é dada, as tarefas de *span* complexo possuem demandas linguísticas superiores às tarefas de atualização.

Wright, Downey, Gravier, Love e Shapiro (2007) apontam como vantagens da tarefa *n-back* o fato de ela (a) ser facilmente adaptada para que o participante forneça sua resposta pressionando um botão ao invés de produzir uma resposta verbal; (b) permitir a manipulação paramétrica da carga da memória de trabalho (via manipulação do valor do n); (c) permitir mudanças nos tipos de estímulos de modo a aumentar ou diminuir a demanda linguística para a realização da tarefa. Porém, Ivanova e Hallowell (2014) citam como problema de validade o fato de alguns estudos não indicarem correlações significativas entre desempenho na tarefa *n-back* e em tarefas de *span* complexo em adultos sem deficiências cognitivas ou linguísticas.

Estudos em pacientes com afasia com a tarefa *n-back* têm sido realizados tanto com materiais verbais quanto não verbais (Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005). Wright et al. (2007), por exemplo, testaram o desempenho de indivíduos em tarefas *n-back* semântica, fonológica e sintática visando investigar se demandas em diferentes componentes linguísticos afetam o desempenho na tarefa. Eles encontraram que o desempenho foi ligeiramente superior na tarefa semântica quando comparado às demais, embora tais diferenças não tenham sido significativas. Alguns estudos com indivíduos com afasia e sem afasia contrastaram tarefas *n-back* com diferentes cargas na memória de trabalho (ex., 0-, 1- e 2-*back*) e estímulos com diferentes cargas linguísticas (ex., diferentes níveis de nomeabilidade; faces vs. objetos). Os resultados indicaram que o desempenho tanto de indivíduos com afasia quanto de indivíduos sem afasia declinou em função do aumento da carga de memória de trabalho, bem como em função da diminuição da nomeabilidade dos estímulos que compunham a tarefa. Mais importante, o tipo de estímulo (verbal vs. não verbal) não interagiu com o grupo (indivíduos com vs. sem afasia), o que sugere que não é apenas a nomeabilidade dos estímulos que leva a um pior desempenho de indivíduos com afasia na tarefa (Christensen & Wright, 2010; Mayer & Murray, 2012). Os resultados sugerem que a tarefa *n-back* mede aspectos relativamente “puros” da memória de trabalho, independentemente da natureza linguística do estímulo.

TDCS em memória de trabalho

A estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) é uma técnica de neuromodulação não invasiva e segura baseada na aplicação de corrente elétrica contínua de baixa intensidade no cérebro via eletrodos colocados sobre o couro cabeludo (ex., Bikson et al., 2016; Russo, Carneiro, Bolognini, & Fregni, 2017). A corrente elétrica gerada pelos eletrodos pode aumentar ou diminuir a excitabilidade da área cortical sob o eletrodo (Nitsche & Paulus, 2000; Woods et al., 2016). Essa capacidade da tDCS de modular a atividade

cerebral tem sido um dos motivos pelo intenso interesse nessa técnica, que já demonstrou potencial facilitador em tarefas de memória de trabalho (Boggio et al., 2006; Carvalho et al., 2015) e em tarefas de produção oral em indivíduos com afasia (Lefaucheur et al., 2017).

Os efeitos comportamentais da estimulação estão relacionados à área cortical estimulada e à polaridade do eletrodo. Eletrodos com polaridade positiva (ânodo) aumentam a excitabilidade neural (tDCS-A), enquanto que eletrodos com polaridade negativa (cátodo) diminuem a excitabilidade neural (tDCS-C). Em pacientes com lesões cerebrais, incluindo pacientes com afasia, diferentes montagens têm sido aplicadas no hemisfério lesionado, no hemisfério contralesional ou em ambos os hemisférios a fim de intensificar potenciais efeitos na plasticidade cerebral (Monti et al., 2013; Nitsche et al., 2008).

Além da polaridade dos eletrodos, é necessário escolher criteriosamente o local de aplicação, o número de sessões, a intensidade da corrente e a duração da corrente a fim de potencializar os efeitos da tDCS. Também é importante considerar se a aplicação será realizada durante a execução de uma tarefa cognitiva ou comportamental (aplicação *online*) ou de forma isolada (aplicação *offline*; Fregni et al., 2015). Em estudos com tDCS, também se faz uso de um protocolo placebo (*sham*; tDCS-S), em que a estimulação dura apenas alguns segundos, tempo insuficiente para a produção de efeitos duradouros (Woods et al., 2016).

Em um estudo pioneiro, Fregni et al. (2005) avaliaram o efeito da tDCS na memória trabalho em uma tarefa *3-back* em indivíduos saudáveis. Os resultados indicaram uma melhora no desempenho (mais acertos, menos alarmes falsos) na tarefa *3-back* quando os participantes recebiam estimulação anódica em relação à estimulação *sham*. No estudo, o ânodo foi posicionado sobre a região F3 (córtex pré-frontal dorsolateral; sistema internacional 10/20 do eletroencefalograma), e o cátodo, sobre a região supraorbital contralateral. Os participantes receberam 1 mA de corrente por 10 minutos em eletrodos de 35 cm² durante a realização da tarefa (aplicação *online*).

Desde então, parâmetros similares de estimulação (corrente de 2 mA) têm sido usados em estudos de tDCS e memória de trabalho tanto em indivíduos saudáveis quanto em grupos clínicos. Boggio et al. (2006), por exemplo, avaliaram o efeito da tDCS na memória de trabalho em indivíduos com doença de Parkinson. Os resultados indicaram que a aplicação da estimulação anódica sobre a região F3 e catódica sobre a região supraorbital contralateral com intensidade de 2 mA em eletrodos de 35 cm² em sessão de 20 minutos de estimulação associada à tarefa *3-back* aumentou significativamente a acurácia na memória de trabalho desses indivíduos, sem melhorias significativas nas outras condições. A localização do ânodo foi crucial, pois estimulação do córtex motor primário, mantidos os outros parâmetros, não resultou em melhora no desempenho da tarefa.

Os benefícios da tDCS sobre a memória de trabalho podem não ser observados imediatamente na tarefa executada *online*, mas em tarefas subsequentes que engajem processos similares (Andrews, Hoy, Enticott, Daskalakis, & Fitzgerald, 2011; Gill, Shah-Basak, & Hamilton, 2015). Por exemplo, Gill et al. (2015) não encontrou melhora na acurácia em uma tarefa *3-back* em indivíduos saudáveis apesar de os parâmetros de estimulação serem parecidos com os de Fregni et al. (2005) e Boggio et al. (2006) (2 mA; sessão de 20 minutos; ânodo: F3; cátodo: área supraorbital direita; eletrodos de 25 cm²). No entanto, Gill et al. (2015) encontraram melhora significativa no desempenho em uma tarefa de adição serial auditiva seriada (A-PASAT; Tombaugh, 2006) realizada imediatamente *depois* da tarefa *3-back*. A tarefa A-PASAT envolve processos de memória de trabalho similares aos recrutados pela tarefa *n-back*. A tarefa consiste em somar os dois números mais recentes apresentados auditivamente em uma sequência e responder oralmente antes da apresentação do próximo número. Como na *n-back*, na tarefa A-PASAT o participante precisa monitorar continuamente os estímulos e atualizar o estímulo alvo a cada nova tentativa. Os resultados de Gill et al. (2015) indicam que os benefícios da tDCS podem ocorrer não só durante a tarefa avaliada

(ex., *n-back*), mas também em tarefas subsequentes (ex., A-PASAT) que façam uso de circuitos neurais ativados durante a tarefa realizada com a estimulação. Além disso, Gill et al. (2015) observaram que a melhora na A-PASAT só ocorreu quando a tarefa anterior era *3-back*, mas não quando era *1-back*. O resultado indica que os benefícios da tDCS em tarefa subsequente dependem da intensidade com que a tarefa anterior recruta os circuitos/processos envolvidos na atividade subsequente.

TDCS, memória de trabalho e afasia

Estudos utilizando a tDCS como adjuvante em tratamentos de indivíduos com afasia têm apontado essa forma de neuromodulação como um recurso promissor para aumentar os efeitos benéficos desses tratamentos (Hamilton, Chrysikou, & Coslett, 2011; Holland & Crinion, 2012; Lefaucheur et al., 2017; Monti et al., 2013). Além disso, como visto anteriormente, indivíduos com afasia apresentam déficits em memória de trabalho (Caspari et al., 1998; Salis et al., 2015; Wright & Shisler, 2005) e esses déficits podem potencializar os prejuízos de linguagem característicos das afasias (Nozari & Faroqi-Shah, 2017). Contudo, não foram encontrados até o momento da escrita dessa dissertação estudos que avaliassem os efeitos da tDCS na memória de trabalho em indivíduos com afasia não fluente.

O objetivo desse estudo foi investigar os efeitos da tDCS sobre o desempenho de indivíduos com afasia não fluente em uma tarefa de memória de trabalho, bem como os efeitos subsequentes dessa aplicação em tarefas de linguagem. Para atingir tal objetivo, foram traçados dois objetivos específicos: (a) investigar se a tDCS-A aumenta o desempenho em uma tarefa de memória de trabalho em relação a tDCS-S quando a tarefa é realizada juntamente com a estimulação e (b) investigar se o desempenho subsequente em tarefas de compreensão e de produção de linguagem é afetado pela realização prévia de tarefa de memória juntamente com estimulação.

Para esse fim, foi selecionada a tarefa *n-back*, que permite tanto a manipulação paramétrica de dificuldade, operacionalizada a partir da carga de memória de trabalho, quanto o controle das demandas linguísticas que a tarefa impõe sobre o participante com afasia (Mayer & Murray, 2012; Owen et al., 2005; Wright et al., 2007). A tarefa *n-back* também foi escolhida por ter sido testada em pacientes com afasia (Mayer & Murray, 2012) e possuir boas propriedades psicométricas (DeDe, Ricca, Knilans, & Trubl, 2014). A carga de memória de trabalho foi manipulada em dois níveis, 1- e 2-*back*, pois estudos indicam que os efeitos da tDCS são dependentes do nível de dificuldade da tarefa que é executada durante a estimulação (Andrews et al., 2011; Gill et al., 2015).

A região frontal do córtex cerebral está associada a funções executivas, tais como planejamento, tomada de decisão e memória de trabalho (Miyake et al., 2000). Uma meta-análise de estudos de neuroimagem mostrou que, em tarefas *n-back*, há uma ativação robusta dos córtices pré-frontais ventrolateral (VLPFC) e dorsolateral (DLPFC; Owen et al., 2005). Em proximidade estrutural ao DLPFC, está localizada a área de Broca, sabidamente relacionada à produção verbal (Dronkers, Plaisant, Iba-Zizen, & Cabanis, 2007). Devido a essa proximidade estrutural, a aplicação da tDCS no DLPFC em uma tarefa *n-back verbal* levaria a um fator de confusão na explicação de eventuais efeitos encontrados no desempenho da tarefa *n-back*. Uma vez que a tDCS visa potencializar o desempenho em tarefas cognitivas, não seria possível determinar se as melhorias em linguagem ocorreram de forma indireta, via melhoria na memória de trabalho, ou de forma direta na função linguística, devido à propagação dos efeitos da tDCS para a área de Broca, ou a uma interação desses fatores.

Uma alternativa viável para contornar esse problema é utilizar uma tarefa *n-back não verbal* com imagens de faces não familiares. Faces ativam o giro fusiforme no córtex temporal inferior (Ranganath, 2006), e faces não familiares são mais difíceis de nomear que faces familiares (Mayer & Murray, 2012). Desse modo, é plausível assumir que, em uma

tarefa *n-back* que utiliza faces como itens a serem codificados, armazenados, monitorados e recuperados, regiões cerebrais distantes da região alvo da tDCS também sejam ativadas.

Uma vez que os objetivos incluem investigar os efeitos combinados da tDCS e do treino em memória de trabalho sobre a linguagem, o delineamento proposto buscou uma estratégia para dissociar os efeitos dessas duas intervenções. Três grupos foram compostos no experimento, sendo que um deles recebeu a tDCS-A, mas sem execução concomitante da tarefa de memória de trabalho, um segundo grupo executou a tarefa de memória de trabalho, mas sob a tDCS-S, e um terceiro grupo passou pelas duas intervenções simultaneamente (i.e., tDCS-A e tarefa de memória de trabalho). Desse modo, posteriores melhorias na linguagem apenas para o grupo que recebeu estimulação sem tarefa seria indicativo de que é a tDCS o fator fundamental da melhora. Por outro lado, uma maior melhora no desempenho do grupo que executou a tarefa de memória sob estimulação *sham* seria indicativo de que o treino de memória de trabalho foi o fator fundamental na melhora dos participantes. Por fim, se a melhora no desempenho for superior para os indivíduos expostos concomitantemente à tDCS-A e à tarefa de memória de trabalho, isso seria um indicativo de que é a combinação das duas técnicas a responsável pela melhora nas tarefas de linguagem.

Com base no exposto acima, espera-se que a aplicação de tDCS-A durante a execução de uma tarefa de memória de trabalho em sujeitos com afasia melhore o desempenho desses sujeitos nessa tarefa em relação a uma condição idêntica com estimulação *sham* (tDCS-S). Quanto ao desempenho linguístico, espera-se que participantes expostos à tDCS-A associada à tarefa de memória de trabalho apresentem uma melhora maior em tarefas de compreensão da linguagem oral e discurso narrativo oral em relação a participantes expostos à tDCS-S ou à tDCS-A sem tarefa concorrente de memória de trabalho.

Método

Participantes

Recrutamento dos participantes. Possíveis participantes foram identificados após análise de cadastro em banco de dados de pacientes do Instituto de Medicina e Psicologia Integradas (IMPI) e por divulgação em redes sociais. O contato inicial foi realizado por meio de telefonemas aos interessados e abordagem pessoal na sede do IMPI.

Crítérios de inclusão e de exclusão. Não foram incluídos no estudo indivíduos com a presença de comorbidades neuropsiquiátricas comuns, como ansiedade grave e depressão grave. A ansiedade foi avaliada com o Inventário de Ansiedade de Beck (BAI; Cunha, 2001), sendo excluídos participantes com escores acima de 30 pontos (ansiedade grave). A depressão foi avaliada com o Inventário de Depressão de Beck (BDI; Cunha, 2001), sendo excluídos participantes com escores acima de 35 pontos (depressão grave). Voluntários com dificuldades auditivas e visuais em níveis que impossibilitassem a prática da pesquisa também foram excluídos. A acuidade visual foi avaliada com a escala optométrica de Snellen adaptada (Zapparoli, Klein, & Moreira, 2009), sendo excluídos aqueles que não conseguiram realizar o teste até a terceira linha, mesmo com o uso de lentes corretoras próprias. A acuidade auditiva foi avaliada por triagem audiométrica adaptada (Momensohn-Santos & Russo, 2005) com audiômetro digital (Ad229E; Interacoustics, Middelfart, Dinamarca) sendo excluídos aqueles que não apresentaram respostas na média tonal superior a 70 decibéis (dB) na via aérea nas frequências pré-estabelecidas como critério (500 Hz, 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz), mesmo com uso de aparelho de amplificação sonora próprio. O nível de desempenho cognitivo global dos participantes foi medido com o Mini Exame do Estado Mental (Bertolucci, Brucki, Campacci, & Juliano, 1994; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). Participantes com escore abaixo de 10 pontos (Mungas, 1991) foram excluídos. Também foram excluídos indivíduos com apraxia orofacial grave (Martins & Ortiz, 2004). Foram incluídos indivíduos com afasia não fluente.

A classificação clínica da afasia em fluente ou não fluente foi baseada no teste de Boston Adaptado (Goodglass & Kaplan, 1983), em que foi avaliada a compreensão, articulação, nomeação e fluência da fala.

Amostra final. Foram avaliados 87 voluntários, dos quais 42 foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Desses, 12 não apresentaram desempenho satisfatório nos treinos das tarefas de memória de trabalho (Sessões 1 e 2) e foram excluídos, restando apenas 30 participantes, que foram alocados aleatoriamente a um de três grupos: 10 ao grupo anódico (4 mulheres; 43–75 anos; $M = 57,50$; $SD = 8,86$), 10 ao grupo *sham* (6 mulheres; 45–75 anos; $M = 57,10$; $SD = 10,23$), e 10 ao grupo *offline* (3 mulheres; 41–75 anos; $M = 57,80$; $SD = 11,07$). Todos os participantes eram destros, alfabetizados, e apresentavam um período pós-AVC de mais de seis meses, com acometimento apenas em hemisfério cerebral esquerdo. Todos receberam o diagnóstico de afasia não fluente, segundo a classificação de características clínicas de afasia (Goodglass & Kaplan, 1983) e confirmado por exames de neuroimagem (tomografia computadorizada ou ressonância magnética de crânio), disponibilizados pelos participantes e/ou acompanhantes. As informações gerais dos participantes são apresentadas na Tabela 1 e as comparações estatísticas das características dos participantes entre grupos estão na Tabela 2.

Cuidados éticos. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Saúde da Universidade de Brasília (CAAE: 61981916.1.0000.0030; Apêndice A). A participação ocorreu de forma voluntária, confirmada com Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), sem remuneração para os participantes. Uma vez que as sessões foram gravadas para posterior transcrição das verbalizações dos participantes, a participação também implicou concordância com esses registros, por meio de assinatura de um Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz (Apêndice C).

Tabela 1. *Características dos Participantes.*

	Grupo	Gênero	Idade	Escol.	Meses pós-AVC	Teste de Boston adaptado						Apraxia Orofacial	Áreas da lesão
						Convers.	Discrim.	Ordens	Nomeação	Severidade da afasia	Escore C		
P1	A	M	54	3	21	23	52	9	62	3	65	160	FTP esq
P2	A	F	66	1	144	19	59	13	50	2	60,2	148	FT esq
P3	A	M	48	3	54	15	40	7	36	2	41,3	162	FTP esq
P4	A	F	75	3	6	18	39	8	45	1	42,7	144	FT esq
P5	A	M	55	3	32	20	63	15	45	2	60,7	182	FT esq
P6	A	F	59	1	30	9	38	2	11	1	13,4	175	FT esq
P7	A	M	58	3	17	19	64	13	18	2	48,1	150	FTP esq
P8	A	M	43	3	192	22	70	15	85	4	85,4	198	FT esq
P9	A	M	57	2	9	24	68	13	85	4	85	180	F esq
P10	A	F	60	2	15	24	69	13	87	4	85,4	191	F esq
P11	S	M	51	3	13	20	70	15	40	2	61,7	65	FP esq
P12	S	F	60	2	6	22	70	13	80	4	83,5	190	FP esq

Tabela 1. *continuação.*

	Grupo	Gênero	Idade	Escol.	Teste de Boston adaptado							Apraxia Orofacial	Áreas da lesão
					Meses pós-AVC	Convers.	Discrim.	Ordens	Nomeação	Severidade da afasia	Escore C		
P13	S	F	50	3	363	17	67	6	41	2	56,3	150	FTP esq
P14	S	M	75	3	346	13	38	7	32	2	38,3	164	FTP esq
P15	S	F	54	1	21	9	35	7	15	1	28,2	192	TP esq
P16	S	F	75	3	24	18	69	11	48	3	63,6	184	TP esq
P17	S	M	54	3	84	25	70	15	80	4	89,3	165	FTP esq
P18	S	F	51	3	28	18	61	13	63	4	68,5	164	FT esq
P19	S	F	45	3	68	24	72	15	85	4	91	196	FTP esq
P20	S	M	56	3	60	20	70	13	69	3	78,2	190	T esq
P21	O	M	54	2	58	16	66	15	45	2	62,1	150	FP esq
P22	O	F	73	3	240	19	54	7	74	2	65,8	168	FT esq
P23	O	M	54	3	81	15	67	13	65	3	71,8	182	FT esq
P24	O	M	51	3	40	12	45	5	35	1	32	163	FTP esq

Tabela 1. *continuação.*

	Teste de Boston adaptado												
	Grupo	Gênero	Idade	Escol.	Meses pós-AVC	Convers.	Discrim.	Ordens	Nomeação	Severidade da afasia	Score C	Apraxia Orofacial	Áreas da lesão
P25	O	M	64	3	48	9	36	7	10	1	26,2	75	FTP esq
P26	O	M	64	3	7	22	69	15	69	4	88,8	188	F esq
P27	O	F	56	2	6	13	68	15	8	1	40,8	42	FTP esq
P28	O	M	41	3	14	24	72	15	84	4	85	193	T esq
P29	O	M	75	1	19	10	45	9	28	1	40,3	188	FTP esq
P30	O	F	46	3	10	13	59	9	30	1	48,1	164	FTP esq

Nota. A = anódico, S = sham, O = offline. Escol. = Escolaridade: 1—até primeiro grau, 2—até segundo grau, 3—até pós graduação; Convers. = Linguagem de Conversação e Exposição: variação de 6–42 (escores menores indicam maior severidade); Discrim. = Discriminação de Palavras: variação de 0–72 (escores menores indicam maior severidade); Ordens: variação de 0–15 (escores menores indicam maior severidade); Nomeação = Nomeação por Confrontação Visual: variação de 0–105 (escores menores indicam maior severidade); Severidade da Afasia: variação de 0–5 (escores menores indicam maior severidade); Score C: variação de 0–100 (escores menores indicam maior severidade); Apraxia Orofacial: escores até 39 (grave), 40–79 (moderada), 80–159 (leve) e 160–200 (normal); F = frontal, T temporal, P = parietal, e esq = esquerdo.

Tabela 2. *Comparação das Amostras.*

Grupo	Gênero	Idade	Escolaridade	Meses pós-AVC	Severidade da afasia	Escore C	Apraxia Orofacial
Anódico	6 homens	57,50 (8,86)	60% superior	52,00 (63,66)	20% grau 1	58,72 (23,30)	169,00 (18,88)
<i>Sham</i>	4 homens	57,10 (10,23)	80% superior	101,30 (135,87)	10% grau 1	65,86 (20,93)	166,00 (38,76)
<i>Offline</i>	7 homens	57,80 (11,07)	70% superior	52,30 (70,57)	50% grau 1	56,09 (21,87)	151,30 (51,34)
<i>p</i>	0,53	0,99	0,92	0,43	0,60	0,60	0,56

Nota: Valor *p* refere-se ao valor de significância dos testes comparando os grupos (*anódico*, *sham*, *offline*). ANOVAs foram conduzidas para idade, meses pós-AVC, escore C (porcentagem total do desempenho no teste de Boston adaptado) e apraxia da fala (0–200: escores menores indicam maior severidade). Testes qui-quadrado foram conduzidos para gênero (masculino, feminino), escolaridade (fundamental, médio, superior) e severidade da afasia (0–5: escores menores indicam maior severidade).

Instrumentos

Estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS). A corrente contínua foi aplicada por profissionais da área da saúde habilitados no uso técnica. A estimulação foi aplicada via dois eletrodos de superfície (um positivo e um negativo, 35 cm² cada) com diferença de potencial elétrico menor que a de uma pilha de 9 V. Os eletrodos foram envoltos em esponja embebida em solução salina (soro fisiológico). Intensidade e duração de corrente foram monitorados com um estimulador modelo DC-STIMULATOR (neuroConn, Ilmenau, Alemanha). Para estimular a área de interesse (córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo), foi utilizada uma montagem padrão, com o eletrodo anódico (positivo) posicionado sobre a região F3 (Sistema Internacional 10/20 para eletroencefalograma) e o catódico (negativo) sobre a área supraorbital direita (na testa, logo acima do olho direito). A Figura 1 ilustra o posicionamento dos eletrodos, que foi o mesmo nas aplicações anódica, *sham* e *offline*.

Nas condições ativas (grupos anódico e *offline*), a tDCS foi aplicada durante 20 minutos, com intensidade de corrente de 2 mA, seguindo protocolo aplicado com sucesso em trabalhos anteriores (ex., Boggio et al., 2006). Os participantes foram informados que poderiam sentir uma leve coceira ou formigamento nos primeiros segundos da estimulação (Woods et al., 2016). Na condição *sham* (grupo *sham*), os eletrodos foram posicionados da mesma maneira que nas condições ativas, e os participantes receberam as mesmas informações, com a diferença de que o estimulador ficou ligado apenas nos 30 segundos iniciais da estimulação, sendo desligado automaticamente após esse período. Os participantes não receberam corrente no restante do tempo. Esta técnica permitiu manter os sujeitos cegos quanto ao tipo de estimulação recebida. Além disso, sabe-se que 30 segundos são tempo insuficiente para a produção de efeitos observáveis e duradouros (Woods et al., 2016).

O aplicador das tarefas de memória de trabalho e de linguagem também esteve cego em relação ao tipo de estimulação aplicada (grupo anódico ou *sham*). Isso foi implementado

via pré-programação do aparelho de estimulação. Apenas o responsável pela configuração do aparelho sabia da condição experimental do participante. O contato entre o responsável pela configuração do aparelho e o paciente restringia-se a orientações gerais sobre os possíveis efeitos colaterais da estimulação que seria aplicada.

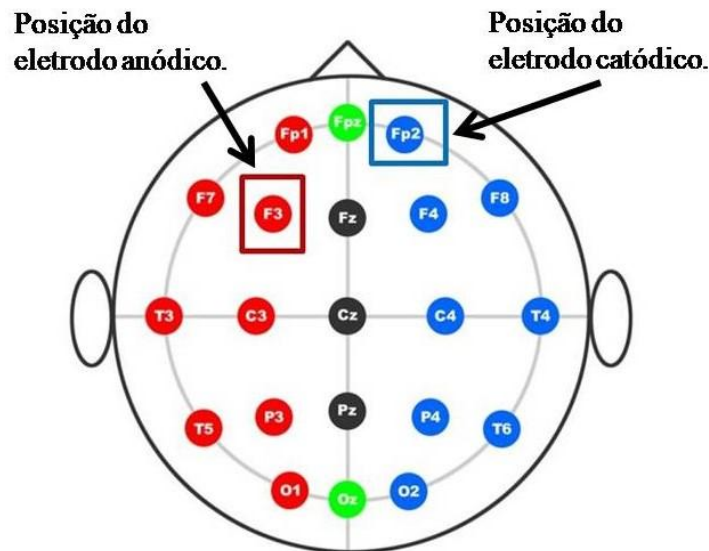


Figura 1. Montagem dos eletrodos usada nas aplicações anódica, sham e offline.

Tarefa de memória de trabalho. A memória de trabalho foi avaliada com uma tarefa *n-back* (1-back e 2-back) com estímulos não verbais (faces não familiares de homens).

N-back. Nessa tarefa, os participantes precisam decidir continuamente se o estímulo atual de uma sequência correspondente àquele que apareceu *n* itens atrás na sequência (Christensen & Wright, 2010). Dessa forma, os participantes precisam atualizar sua representação mental do alvo que está na memória, ao mesmo tempo em que eliminam a representação mental dos itens irrelevantes para consideração, a cada tentativa (Conway et al., 2005). Manipulou-se a carga de memória de trabalho (*n*), que representa o número de itens cujas representações mentais devem ser mantidas na memória de trabalho em cada tentativa (Mayer & Murray, 2012). Sabe-se que, conforme o número de itens a serem mantidos na memória de trabalho aumenta, o desempenho dos participantes declina (Christensen &

Wright, 2010; Mayer & Murray, 2012). No presente estudo, a carga de memória de trabalho foi manipulada intrassujeitos em dois níveis (*1-back* e *2-back*). A tarefa *1-back* consistiu na apresentação de uma sequência de estímulos para o participante, sendo que sua tarefa foi julgar, após a apresentação de cada estímulo, se ele correspondia àquele que apareceu um item atrás na sequência. A tarefa *2-back* consistiu na apresentação de uma sequência de estímulos visuais para o participante, sendo que sua tarefa foi julgar, após a apresentação de cada estímulo, se ele correspondia àquele que apareceu dois itens atrás na sequência. O desempenho nas tarefas *n-back* foi medido por meio da acurácia (definida na seção Análise de dados) e do tempo de reação (RT) dos participantes.

Estímulos. Os estímulos usados na tarefa *n-back* foram apresentados visualmente e consistiram de imagens de faces masculinas não familiares com expressões neutras extraídas do banco PICS de faces (*Psychological Image Collection at Stirling*; <http://pics.stir.ac.uk/>). Foram selecionadas 16 faces do banco PICS, sendo que oito delas foram utilizadas apenas na linha de base e na fase de teste (tDCS), enquanto que as outras oito foram utilizadas tanto na fase de treino quanto na linha de base e no teste com estimulação.

Na fase de treino, oito listas de imagens foram utilizadas na condição *1-back* e oito na condição *2-back*, cada lista correspondendo a distintas sequências dos estímulos. Sequências distintas foram usadas durante o treino para impedir que o participante respondesse apenas via memória de longo prazo (i.e., após memorizar a sequência previamente apresentada). Em cada lista de treino, uma sequência de 40 faces foi apresentada para o participante. Cada sequência de 40 faces era composta por oito faces distintas, sendo que cada face aparecia cinco vezes em ordens distintas entre sequências. Na fase de treino do *1-back*, 12 das 40 faces foram alvos (30%) e na fase de treino do *2-back*, 10 das faces foram alvos (25%). O número de vezes que cada uma das oito faces foi apresentada foi balanceado entre as oito listas, para evitar vieses de aprendizagem. Entende-se como um alvo na *n-back* a face atual que

corresponde à face apresentada n itens atrás na sequência. O reconhecimento correto dessa face é classificado como acerto (*hit*). Com a exceção de uma participante, todos os demais foram expostos às oito listas de treino do *1-back* e às oito listas de treino do *2-back*. A ordem de apresentação de cada lista foi definida de forma aleatória, com a restrição de que os participantes fariam primeiro as listas do *1-back* e depois as listas do *2-back*. Não houve balanceamento das listas entre diferentes cargas de memória de trabalho, pois se verificou em teste piloto que a aprendizagem da tarefa *2-back* era facilitada pelo treino prévio do *1-back*, mas dificultada quando ocorria no início do treino.

Na linha de base e no teste, foram utilizadas quatro listas para o *1-back* e quatro para o *2-back*, cada lista correspondendo a distintas sequências de apresentação dos estímulos. Nessas listas, as 16 faces selecionadas para o estudo foram utilizadas, sendo que cada face aparecia cinco vezes em uma lista do *1-back* e oito vezes em uma lista do *2-back*. Cada face era alvo duas vezes em uma lista do *1-back* e três vezes em uma lista do *2-back*. No *1-back*, em cada lista de teste, uma sequência de 80 faces foi apresentada para o participante, sendo que 32 delas foram alvos (40%). No *2-back*, em cada lista, uma sequência de 128 faces foi apresentada para o participante, sendo que 48 delas foram alvos (37,5%).

Programação. Em todas as etapas do estudo (treinos, linha de base e teste), os estímulos foram apresentados em um *notebook* ACER com tela de 15 polegadas. Os estímulos (17 cm × 17 cm) foram apresentados no centro da tela com fundo branco. A tarefa foi programada com *PsychoPy* (Peirce, 2008). Cada face foi apresentada por 1000 ms, seguida de um intervalo entre estímulos de 3000 ms. O tempo para resposta era de 4000 ms (do momento em que a face aparecia até o momento que a face seguinte aparecia). O tempo estimado para a execução das tarefas *1-back* e *2-back* nos treinos foi de 163 segundos por lista. Nas demais etapas, os tempos estimados para a execução das tarefas *1-back* e *2-back* foram 323 segundos e 515 segundos, respectivamente.

Esta tarefa foi escolhida por ser adequada para avaliar a dificuldade na memória de trabalho em indivíduos com afasia pós-AVC (Mayer & Murray, 2012). Adaptações foram realizadas porque, após extensa fase piloto do estudo, conclui-se que os voluntários não conseguiam executar a tarefa em seu formato original. Primeiro foram testados estímulos não verbais artificiais (ex., *Fribbles*; Barry, Griffith, De Rossi, & Hermans, 2014), mas os participantes do piloto consideraram a tarefa com esses estímulos muito difícil. Foram então realizadas mudanças no tempo de exposição dos estímulos e no intervalo entre os estímulos. O número de faces também foi reduzido para facilitar a prática. A Figura 2 (1-back) e a Figura 3 (2-back) ilustram uma tentativa correta na tarefa de memória de trabalho.

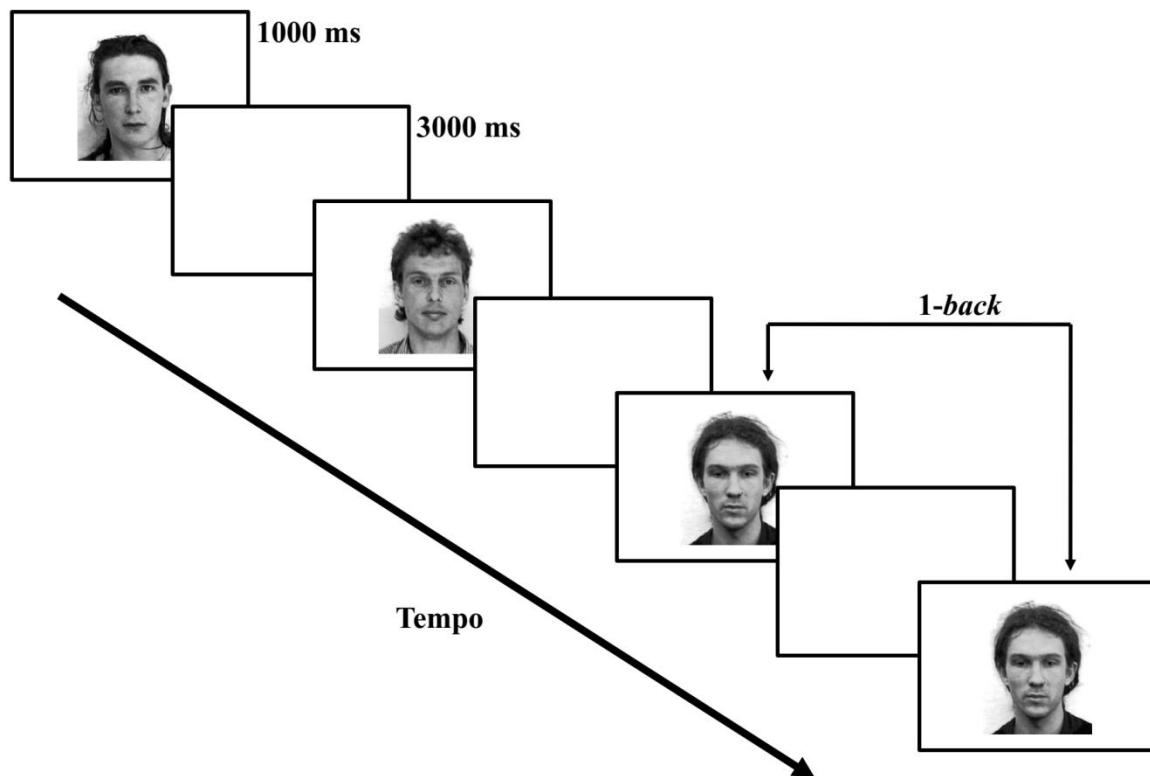


Figura 2. Tarefa 1-back. Representação esquemática do fluxo de tentativas em função do tempo. Setas indicam correspondência com face atual ($n = 1$). O participante tinha até 4000 ms para responder (tempo entre apresentação da face e apresentação da face seguinte).

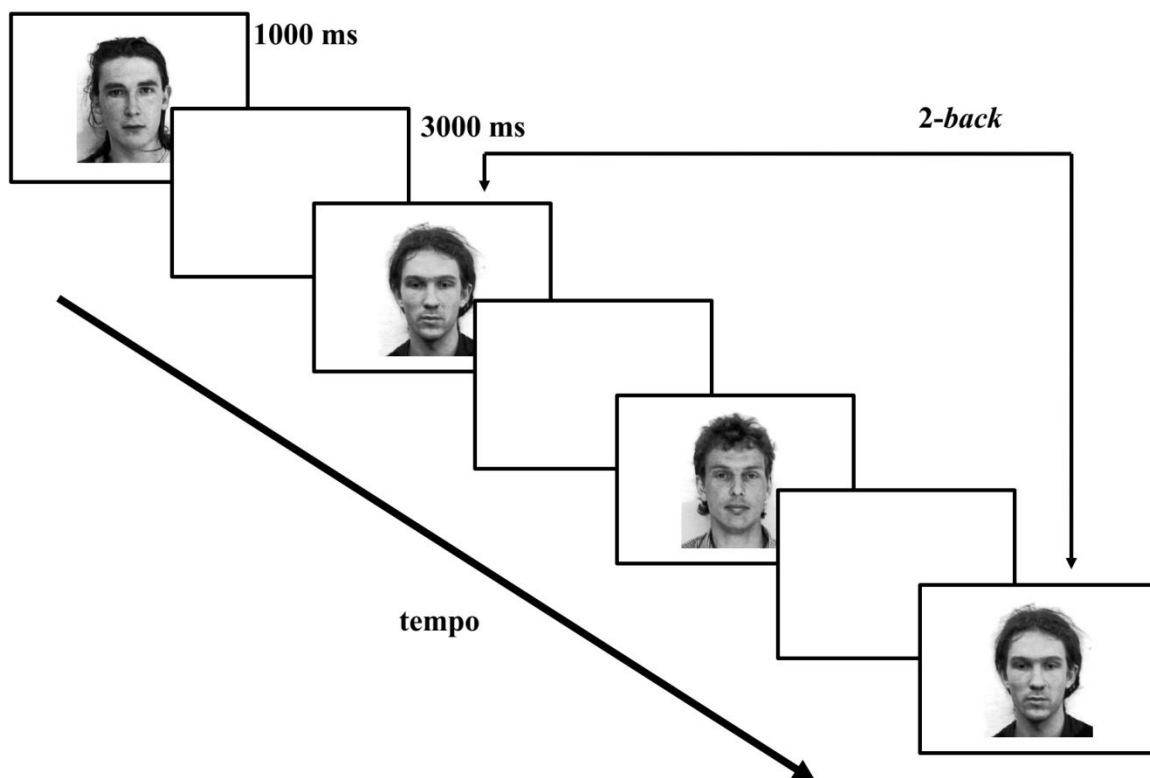


Figura 3. Tarefa 2-back. Representação esquemática do fluxo de tentativas em função do tempo. Setas indicam correspondência com face atual ($n = 2$). O participante tinha até 4000 ms para responder (tempo entre apresentação da face e apresentação da face seguinte).

Testes de linguagem. A compreensão da linguagem oral e o discurso narrativo oral foram avaliados seguindo o protocolo estabelecido pela bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem (MTL; Parente et al., 2016). A compreensão da linguagem oral foi avaliada com as tarefas 3b (Compreensão oral de frases) e 13 (Manipulação de objetos sob ordens verbais) da bateria Montreal-Toulouse; o discurso narrativo oral foi avaliado com a tarefa 4 (Discurso narrativo oral). Tais tarefas foram selecionadas por avaliarem compreensão e produção oral e por requererem um bom funcionamento da memória de trabalho para sua correta execução (Parente et al., 2016). As tarefas também foram escolhidas por apresentarem níveis crescentes de dificuldades aos participantes. A estimulação transcraniana tende a produzir efeitos maiores em relação à *sham* principalmente nas tarefas mais difíceis (Gill et

al., 2015). Para as coletas pré-teste e pós-teste, foram seguidas as instruções do manual da bateria MTL, mas os itens usados em cada fase (pré-/pós) foram adaptados, visando reduzir efeitos de aprendizagem no pós-teste. Essa adaptação foi realizada de forma que os itens usados no pré-teste em cada tarefa foram distintos dos itens usados no pós-teste, mas preservando-se o nível de dificuldade dos itens. Os itens usados são apresentados nos apêndices (Apêndice D: tarefa 3b; Apêndice E: tarefa 13; Apêndice F: tarefa 4). Nas seções seguintes são descritas cada uma das tarefas.

Compreensão da linguagem oral. A tarefa de compreensão oral de frases consiste em o avaliador solicitar que o participante aponte, em uma prancha de quatro imagens, apenas a imagem que está sendo solicitada. A Figura 4 mostra um exemplo dessa tarefa. Após apresentar ao participante as imagens da Figura 4, o avaliador diz “Mostre-me onde *O cachorro segue o menino*”. O participante deve então apontar para a imagem que julga representar a sentença dita pelo avaliador. Nesse exemplo, o participante deveria apontar para a imagem (b). A tarefa de manipulação de objetos sob ordens verbais consiste em o avaliador dispor sobre a mesa de avaliação objetos que devem ser manipulados pelo participante seguindo as instruções (i.e., ordens) dadas pelo avaliador. De especial importância é o fato de que as tarefas de compreensão oral de frases e de manipulação de objetos sob ordens verbais apresentam itens com níveis de dificuldade diferentes.

Discurso narrativo oral. A tarefa de expressão oral da linguagem consiste em o avaliador apresentar ao participante a figura de uma cena de um assalto ao banco (conforme Figura 5) ou de um assalto à padaria¹, sendo um apresentado no pré-teste e o outro no pós-teste. Em seguida, o avaliador solicita ao participante que conte uma história a partir da

¹ A cena de assalto à padaria foi extraída da tarefa 20 (Discurso narrativo escrito) da bateria MTL (Parente et al., 2016). O modo de pontuar a tarefa 20 é muito similar ao da tarefa 4 (Discurso narrativo oral).

figura. Dentre as tarefas de linguagem, esta é a que implica maior grau de dificuldade aos participantes desse estudo (indivíduos com afasia não fluente), visto que exige expressão oral.

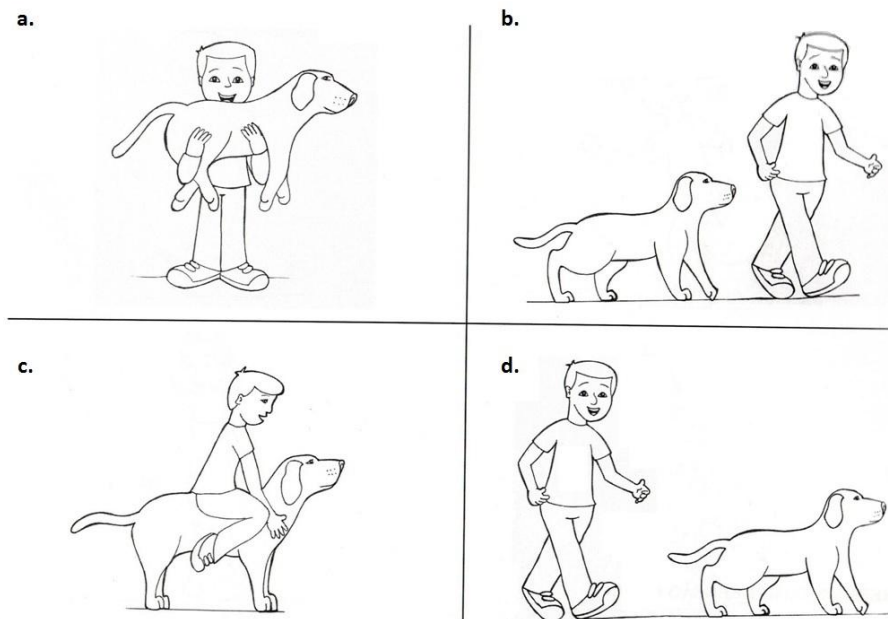


Figura 4. Prancha apresentada na tarefa de compreensão da linguagem oral. Adaptado da *Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem* (Parente et al. 2016, tarefa 3b).



Figura 5. Prancha apresentada na tarefa de discurso narrativo oral. Adaptado da *Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem* (Parente et al., 2016, tarefa 4).

Procedimento

O experimento foi realizado em uma sala do IMPI por profissionais da área da saúde (fonoaudiólogo, fisioterapeuta e psicólogo). A coleta de dados com toda a amostra ocorreu ao longo de seis meses. A participação de cada participante ocorreu em um intervalo de seis dias, com quatro sessões nesse intervalo, distribuídas da seguinte forma: (a) Sessão 1: pré-teste das tarefas de linguagem e treino da tarefa *1-back*; (b) Sessão 2 (realizada 24 horas após a Sessão 1): revisão do treino da tarefa *1-back* e treino da tarefa *2-back*; (c) Sessão 3 (realizada 48 horas após a Sessão 2): execução das tarefas *1-back* e *2-back* para fornecimento de dados de linha de base de memória de trabalho; e (d) Sessão 4 (realizada 48 horas após a Sessão 3): execução das tarefas *1-back* e *2-back* com estimulação anódica ou *sham* (grupos anódico e *sham*, respectivamente) para coleta de dados de memória de trabalho ou apenas estimulação anódica sem execução das tarefas *1-back* e *2-back* (grupo *offline*), seguidas de um intervalo de descanso de 5 minutos e do pós-teste das tarefas de linguagem. A Figura 6 ilustra o procedimento, descrito em mais detalhes a seguir.

Avaliação. Na avaliação inicial, os participantes realizaram uma série de testes para averiguar se eles se enquadravam nos critérios de inclusão do estudo (testes e critérios estão descritos na seção Participantes). Essa avaliação teve duração de duas horas.

Sessão 1. Na primeira parte da Sessão 1, foram aplicadas as tarefas de compreensão da linguagem oral e discurso narrativo oral (Parente et al., 2016) para coletar informações de desempenho linguístico pré-teste. Essa fase durou cerca de 10 minutos por participante. Na segunda parte da Sessão 1, imediatamente após a primeira, realizou-se um treino da tarefa *1-back*. Os participantes primeiramente receberam instruções orais acompanhadas de demonstrações de como executar a tarefa, com a apresentação de faces impressas similares às que seriam posteriormente apresentadas no computador. As faces impressas foram dispostas sobre uma mesa com alvos dispostos em posições diversas em uma sequência. A apresentação

teve o propósito de ilustrar situações que podem ocorrer na tarefa e de enfatizar a regra da tarefa a ser executada. Em seguida, a tarefa foi demonstrada no computador. O participante foi instruído a pressionar a barra de espaço do teclado sempre que a face atual correspondesse à face apresentada imediatamente antes na sequência. A tecla a ser pressionada foi sinalizada com uma tarja vermelha para diferenciá-la das demais teclas. A linguagem utilizada nas instruções foi adequada ao nível de compreensão e à dificuldade apresentada por cada participante. O participante executou aproximadamente seis sequências de treino do 1-back nesta sessão. No intervalo entre sequências, foram retomadas as instruções junto ao participante. Quando necessário, também foram apresentadas novas sequências de faces impressas de modo a sanar dúvidas. Esta fase teve duração aproximada de 80 minutos.

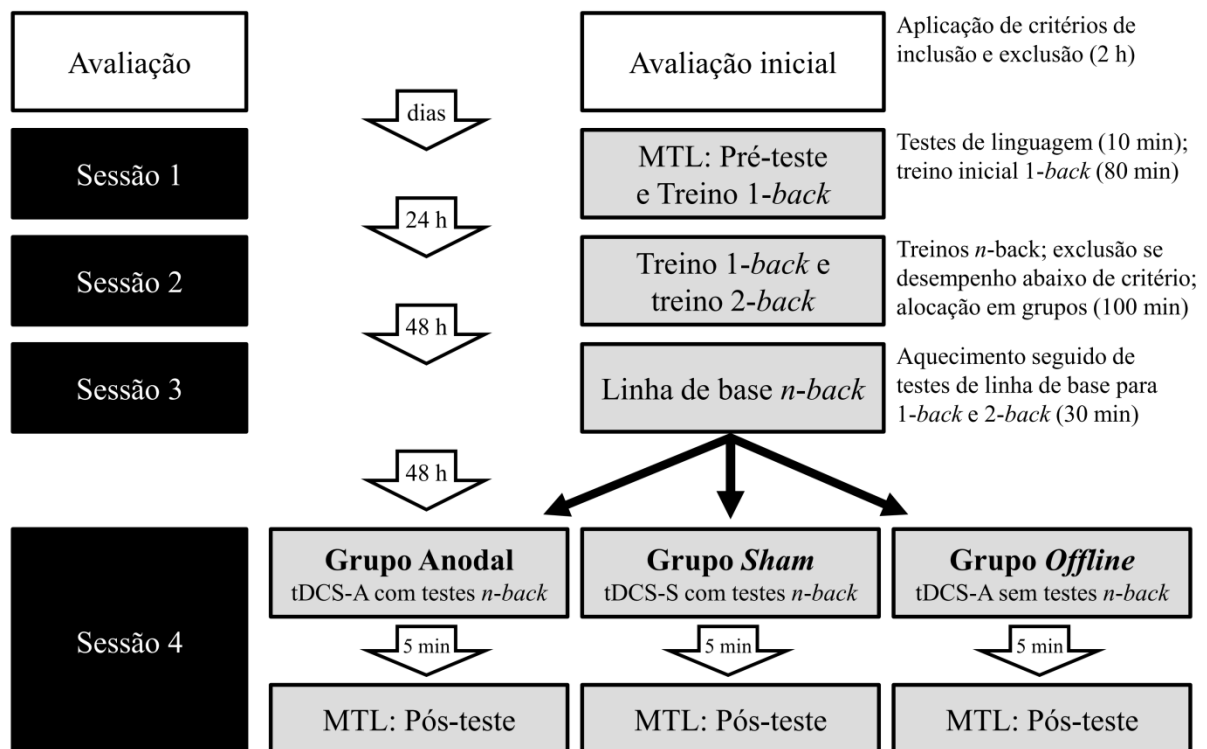


Figura 6. Etapas da experimento. Os três grupos (anódico, sham e offline) passaram pelos mesmos procedimentos, exceto na primeira parte da Sessão 4. MTL = tarefas selecionadas da Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem.

Sessão 2. Na segunda sessão, realizada 24 horas após a primeira, foram retomadas as instruções do *1-back* e foram feitas mais duas execuções de sequências de treino do *1-back*, completando assim a execução das oito listas de treino do *1-back*. Após essas execuções, procedeu-se à instrução da tarefa *2-back*, seguindo o mesmo protocolo da sessão anterior, sendo executadas oito sequências de treino do *2-back*. A sessão durou cerca de 100 minutos.

Em todas as etapas, o *PsychoPy* registrou as respostas e os tempos de reação dos participantes. Passaram para a próxima etapa somente aqueles participantes que obtiveram um desempenho de 100% de acertos no treino com os estímulos impressos e que demonstraram compreensão para a execução do treino no computador (Mayer & Murray, 2012). Doze participantes foram excluídos nessa etapa.

Os participantes que atingiram o critério foram alocados aleatoriamente a um de três grupos: anódico (tDCS-A com tarefas *n-back*); *sham* (tDCS-S com tarefas *n-back*) e *offline* (tDCS-A sem tarefas *n-back*). Os grupos *sham* e *offline* foram incluídos como controles e seus desempenhos foram comparados ao do grupo anódico. O grupo *sham* diferiu do grupo *anódico* apenas pela duração da tDCS (30 segundos vs. 20 minutos) e foi incluído para controle de efeito placebo (ex., expectativa do paciente de melhorar apenas por participar de experimento com equipamento). O grupo *offline* diferiu do grupo anódico pela ausência de tarefa de memória de trabalho durante a estimulação e foi incluído para controlar efeitos inespecíficos da estimulação nos testes de linguagem subsequentes (ex., aumento de motivação nos testes de linguagem após estimulação, independentemente de atividade prévia com memória de trabalho).

Sessão 3. A terceira sessão foi realizada 48 horas após a segunda. Nessa etapa, os participantes dos três grupos realizaram as tarefas *1-back* e *2-back* sem o uso do equipamento de estimulação elétrica. O objetivo dessa etapa foi coletar dados de linha de base de desempenho da memória de trabalho para os participantes do estudo. As instruções do *1-back*

foram retomadas, e os participantes completaram um teste de aquecimento no computador. Para o aquecimento, foi utilizada uma lista da fase de treino com uma sequência de 40 estímulos. Após o aquecimento, os participantes executaram a tarefa *1-back* com uma sequência de 80 estímulos. Em seguida, foram retomadas as instruções do *2-back*, e os participantes completaram um teste de aquecimento da tarefa *2-back* no computador, seguindo as mesmas diretrizes do *1-back*. Por fim, os participantes executaram a tarefa do *2-back* com uma sequência de 128 estímulos. A sessão durou aproximadamente 30 minutos.

Sessão 4. A quarta sessão foi realizada 48 horas após a terceira. Na primeira parte da Sessão 4, os participantes dos grupos anódico e *sham* executaram as tarefas *1-back* e *2-back* seguindo os mesmos procedimentos da Sessão 3, exceto que: (1) tDCS-A foi aplicada no grupo anódico, enquanto que tDCS-S foi aplicada no grupo *sham*; (2) a aplicação da tDCS foi iniciada após o término do aquecimento da tarefa *1-back*; (3) o grupo *offline* também recebeu a aplicação da tDCS-A, porém sem a execução das tarefas *1-back* e *2-back* (aplicação *offline*). Os participantes desse grupo foram orientados a observar os traços aleatórios produzidos por uma proteção de tela do computador durante o período de aplicação da tDCS-A. Essa fase durou cerca de 35 minutos por participante (15 minutos para montagem do equipamento + 20 minutos de estimulação). Após a estimulação (tDCS-A, tDCS-S e tDCS-A *offline*), os participantes tiveram um período de descanso de 5 minutos. Na segunda parte da Sessão 4, foram novamente aplicadas as tarefas de discurso narrativo oral e de compreensão da linguagem oral para coletar informações de pós-teste sobre produção e compreensão oral dos participantes. Essa fase teve a duração aproximada de 10 minutos por participante.

Análise de dados

Memória de trabalho. Na tarefa *n-back*, a resposta ou ausência de resposta para cada tentativa foi classificada em uma de quatro categorias: (1) *acerto*: quando o participante

emitiu resposta de reconhecimento para um alvo; (2) *alarme falso*: quando o participante emitiu resposta de reconhecimento para um não alvo; (3) *rejeição correta*: quando o participante não emitiu resposta de reconhecimento para um não alvo; e (4) *omissão*: quando o participante não emitiu resposta de reconhecimento para um alvo. A acurácia do participante ao longo de uma sequência de tentativas foi calculada utilizando-se Pr :

$$Pr = \text{Proporção de acertos} - \text{Proporção de alarmes falsos} \quad (1)$$

Essa medida de acurácia (Mayer & Murray, 2012; Snodgrass & Corwin, 1988) varia de -1 a $+1$, sendo que quanto maior é o escore, maior é a capacidade do indivíduo em discriminar entre alvos e não alvos. Um escore igual ou próximo à zero representa um desempenho ao acaso (i.e., o participante pode estar chutando a resposta, uma vez que acerta e comete alarmes falsos em igual proporção). Quanto mais o escore se aproxima de -1 , maior é a proporção de alarmes falsos e menor é a proporção de acertos.

Além disso, foi computado o tempo de reação (RT) para cada tentativa em que o participante emitiu uma resposta. A partir disso, foi calculado o RT médio ao longo de uma sequência completa de tentativas. O RT total (incluindo acertos e alarmes falsos) pode ser enviesado por participantes que visam responder rapidamente a tarefa sem enfatizar a acurácia (troca velocidade-acurácia; Draheim, Hicks, & Engle, 2016). Os dados de RT foram, portanto, calculados com base em RTs somente para acertos (i.e., excluindo os tempos de reação em tentativas cujos desfechos foram classificados como alarmes falsos). Os dados de RT também foram analisados com base no RT total e na mediana do RT total, mas não houve diferença nas conclusões obtidas. Além dos testes inferenciais para estimar a magnitude dos efeitos encontrados, foram computados os d s de Cohen para os testes t e o eta quadrado parcial (η_p^2), para os efeitos principais e de interação dos testes F .

Linguagem.

Dados brutos. As transcrições e pontuações das tarefas de linguagem foram realizadas por uma fonoaudióloga e revisadas por outra fonoaudióloga.

Compreensão da linguagem oral. A compreensão oral foi medida com duas tarefas (compreensão oral de frases e manipulação de objetos sob ordens verbais).

Compreensão oral de frases. Essa tarefa é composta por 14 pranchas, cada prancha contendo quatro desenhos. Apenas um desenho por prancha representa a frase alvo dita pelo aplicador da tarefa. As frases apresentam níveis de complexidade diferentes (ex. “*O cachorro segue o menino*” vs. “*É o menino que o cachorro carrega*”). Cada correspondência correta entre a figura apontada e a frase alvo equivale a 1 ponto, totalizando um máximo 14 pontos. Os dados foram analisados e reportados como porcentagem de respostas corretas.

Manipulação de objetos sob ordens verbais. Nessa tarefa, cinco objetos devem ser dispostos em frente ao participante em uma ordem determinada pelo aplicador. O aplicador produz seis comandos de complexidades diferentes para que o participante realize ações com esses objetos. O primeiro comando pontua de 0 a 1 pontos (ex., “*Pegue a chave ()*”); o segundo e terceiro comandos pontuam de 0 a 2 pontos; o quarto comando pontua de 0 a 3 pontos e o quinto e sexto comandos pontuam de 0 a 4 pontos (ex., “*Pegue a chave (), depois coloque o copo () ao lado () da caneta ()*”), totalizando um máximo de 16 pontos. Os dados foram analisados e reportados como porcentagem de respostas corretas.

Discurso narrativo oral. O discurso oral foi medido por meio da pontuação global da tarefa, número de produções, tempo de produção, taxa de discurso oral e taxa de produção oral. Abaixo são definidos os métodos usados para o cálculo dessas medidas.

Discurso narrativo global. É a pontuação da tarefa de Discurso narrativo oral definida na bateria Montreal-Toulouse (Parente et al., 2016) por três medidas: unidades de informação, menção de subcenas e presença de coesão/coerência. As unidades de informação consistem

em 10 palavras pré-definidas que são usadas frequentemente para descrever as cenas da tarefa (ex., banco, polícia). A menção de subcenas dentro da cena conta pontos (ex., menção de que alguém esperava bandidos do lado de fora da agência). Por fim, é pontuada a presença ou não de coesão (ocorrência de relação semântica ou estrutural entre os componentes do discurso produzido com base na imagem apresentada) e coerência (se o discurso produzido possui conteúdo relacionado apenas ao tema da imagem apresentada) no discurso. Cada unidade de informação vale 1 ponto, totalizando 10 pontos; cada subcena descrita vale 1 ponto, totalizando 3 pontos; coesão (1 se presente, 0 se ausente) e coerência (1 se presente, 0 se ausente) totalizam 2 pontos. Dessa forma, a pontuação máximo dessa tarefa é 15 pontos.

Número de produções. Foram consideradas produções tanto palavras quanto não palavras, sem considerar as hesitações. O número de produções durante o discurso narrativo oral foi calculado através da transcrição canônica da gravação em vídeo do discurso.

Tempo de produção. Intervalo de tempo (em segundos) entre o início das tentativas de fala (ex., palavras, não palavras, hesitações, jargões) e o momento em que o participante indica ter finalizado a tarefa. Foi calculado a partir do vídeo gravado durante a tarefa.

Taxa de discurso oral. Dois participantes podem pontuar igualmente no discurso narrativo global, mas despenderem tempos diferentes. A fim de avaliar a quantidade de discurso produzido por unidade de tempo, calculou-se a taxa de discurso oral com a equação:

$$\text{Taxa de discurso oral} = (\text{Discurso global} / \text{Tempo de produção}) \times 60 \quad (2)$$

Taxa de produção oral. Os participantes variaram em função do número de produções (palavras e não palavras) e do tempo gasto nessas produções. A fim de avaliar a intenção comunicativa do participante – uma medida mais geral que a taxa de discurso oral, pois inclui não palavras –, calculou-se a taxa de produção oral com a equação:

$$\text{Taxa de produção oral} = (\text{Número de produções} / \text{Tempo de produção}) \times 60 \quad (3)$$

Para avaliar efeitos estatisticamente significativos nas medidas de linguagem, foram conduzidas ANOVAs unifatoriais (comparação entre grupos no pré-teste) e ANOVAs de medidas repetidas (comparações entre grupos e entre pré- e pós-teste). Magnitudes de efeitos foram estimadas com eta quadrado parcial (η_p^2).

Resultados

Memória de trabalho

Fidedignidade teste-reteste. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) para acurácia e RT comparando os desempenhos entre a linha de base e a sessão de aplicação da tDCS (fidedignidade teste-reteste). O grupo *offline* foi excluído dessa análise, pois os participantes desse grupo não executaram as tarefas *n-back* durante a aplicação da tDCS. A **Tabela 3** apresenta esses resultados. As correlações para acurácia foram boa ($r_{1-back} = 0,85$; $r \geq 0,80$) e excelente ($r_{2-back} = 0,93$; $r \geq 0,90$), segundo os critérios de DeDe et al (2014), que avaliaram a fidedignidade de tarefas de memória de trabalho em amostra de pacientes com afasia. As correlações para acurácia observadas aqui também são similares às relatadas por Mayer e Murray (2012) e sugerem que a tarefa de memória de trabalho foi bem aprendida pelos participantes. As correlações para a medida de tempo de reação, por outro lado, foram menores que as relatadas por Mayer e Murray (2012).

Tabela 3. Médias, Desvios-padrões e Correlações para Tarefa N-back.

	Linha de base		tDCS		r
	M	SD	M	SD	
1-back acurácia	0,79	0,22	0,78	0,27	0,85**
2-back acurácia	0,46	0,24	0,48	0,25	0,93**
1-back RT (em segundos)	0,86	0,27	0,92	0,32	0,63**
2-back RT (em segundos)	1,08	0,29	1,19	0,37	0,66**

Nota. r = coeficiente de correlação de Pearson (medida de fidedignidade teste-reteste entre teste inicial e teste com tDCS). ** $ps < 0,01$.

Acurácia. Não houve diferença na acurácia na linha de base da tarefa 1-back entre os grupos anódico ($M = 0,76$, $SD = 0,27$), sham ($M = 0,80$, $SD = 0,20$) e offline ($M = 0,81$, $SD = 0,20$), $F < 1$, $p = 0,85$. Também não houve diferença na linha de base da tarefa 2-back entre os grupos anódico ($M = 0,54$, $SD = 0,24$), sham ($M = 0,44$, $SD = 0,25$) e offline ($M = 0,39$, $SD = 0,23$), $F = 1,06$, $p = 0,36$. Portanto, a acurácia dos grupos foi similar na linha de base.

Para avaliar os efeitos da estimulação na acurácia da tarefa de memória de trabalho, foi conduzida uma ANOVA fatorial mista 2 (carga: 1-back, 2-back) \times 2 (grupo: anódico, sham) \times 2 (teste: linha de base, tDCS). O grupo offline não foi incluído na análise uma vez que os participantes desse grupo não realizaram a tarefa de memória de trabalho durante a estimulação. Houve um efeito de carga da memória de trabalho, $F(1,18) = 63,03$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,78$, com maior acurácia na tarefa 1-back ($M = 0,78$, $SD = 0,24$, IC 95% [0,67, 0,90]) que na tarefa 2-back ($M = 0,48$, $SD = 0,25$, IC 95% [0,37, 0,60]). Não houve efeitos de teste, grupo, nem interações teste \times grupo, teste \times carga ($F_s < 1$, $p_s > 0,76$). A interação carga \times grupo foi significativa, $F(1,18) = 6,18$, $p = 0,02$, $\eta_p^2 = 0,26$, o que poderia sugerir que o efeito da carga sobre a acurácia foi menor no grupo anódico que no grupo sham (Figura 7). No entanto, essa interpretação seria incorreta, pois a interação inclui dados da linha de base, quando o teste de memória de trabalho foi realizado sem a estimulação. O termo que indicaria realmente um efeito diferencial da tDCS anódica seria a interação teste \times grupo \times carga, que não foi significativa ($F < 1$, $p = 0,37$).

Uma outra maneira de avaliar esse resultado, é realizar uma ANOVA 2 (carga: 1-back, 2-back) \times 2 (grupo: anódico, sham) sobre a diferença da acurácia entre os dois testes [i.e., sobre Pr (teste com tDCS) $- Pr$ (teste linha de base)]. Nesse caso, uma interação significativa carga \times grupo indicaria que a mudança na acurácia entre teste com tDCS e teste linha de base dependeu do tipo de estimulação (anódica vs. sham). Isso não ocorreu ($F < 1$, $p = 0,37$). Testes t pareados mostram que não houve diferença entre 1-back e 2-back nem para o grupo

anódico, nem para o grupo sham ($|t|s < 1$, $ps > 0,48$; ver gráfico menor inserido na Figura 7).

Conclui-se que a tDCS anódica não afetou a acurácia durante o teste de memória de trabalho.

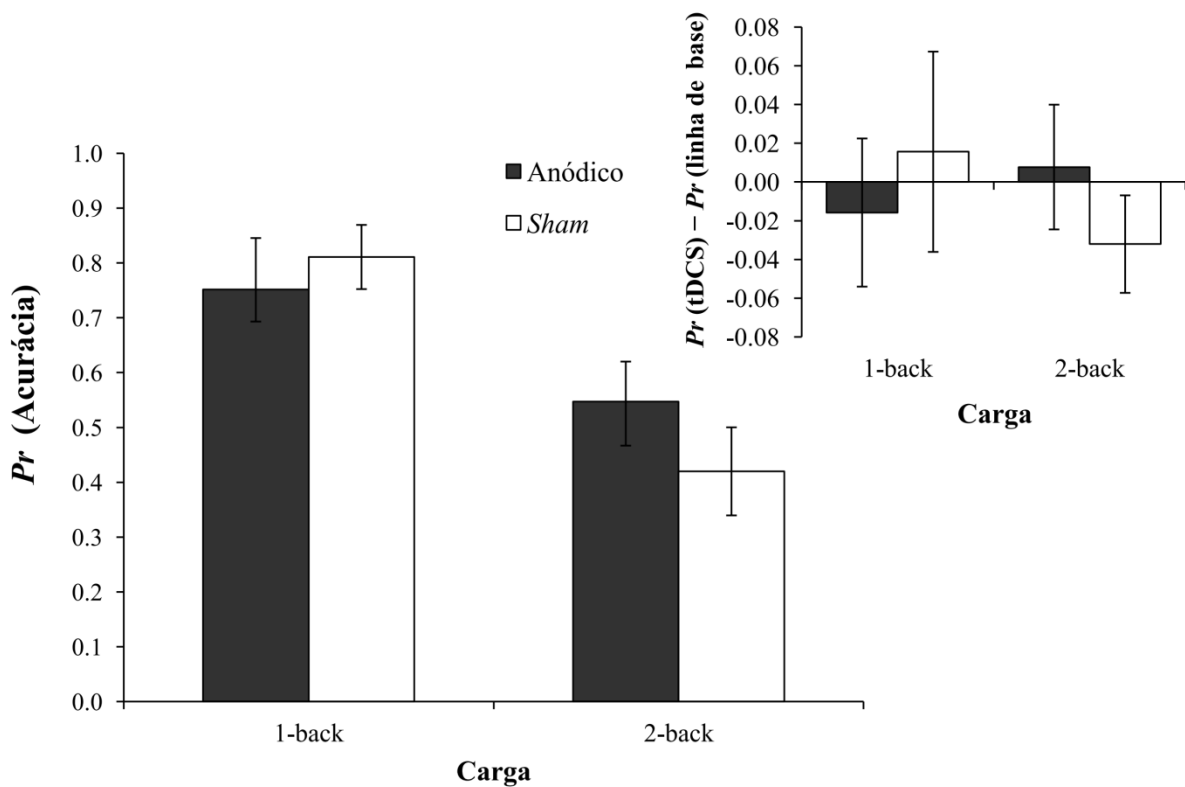


Figura 7. Acurácia (Pr) na tarefa de memória de trabalho em função da carga de memória e do grupo (colapsados entre os dois momentos em que a tarefa foi aplicada). Gráfico interno mostra diferença na acurácia entre teste com estimulação e linha de base. Barras de erro representam erro padrão da média.

Tempo de reação (RT). Não houve diferença nos RTs (medidos em segundos) na linha de base da tarefa 1-back entre os grupos anódico ($M = 0,90$, $SD = 0,29$), sham ($M = 0,90$, $SD = 0,30$) e offline ($M = 0,74$, $SD = 0,14$), $F = 1,40$, $p = 0,26$. Também não houve diferença na linha de base da tarefa 2-back entre os grupos anódico ($M = 1,16$, $SD = 0,28$), sham ($M = 1,05$, $SD = 0,30$) e offline ($M = 0,94$, $SD = 0,25$), $F = 1,58$, $p = 0,23$. Como no caso da acurácia, essa ausência de diferenças significativas nos tempos de reação era esperada, pois

os grupos não haviam passado por intervenções até esse momento. A partir disso, procedeu-se às análises visando investigar os efeitos das diferentes variáveis manipuladas.

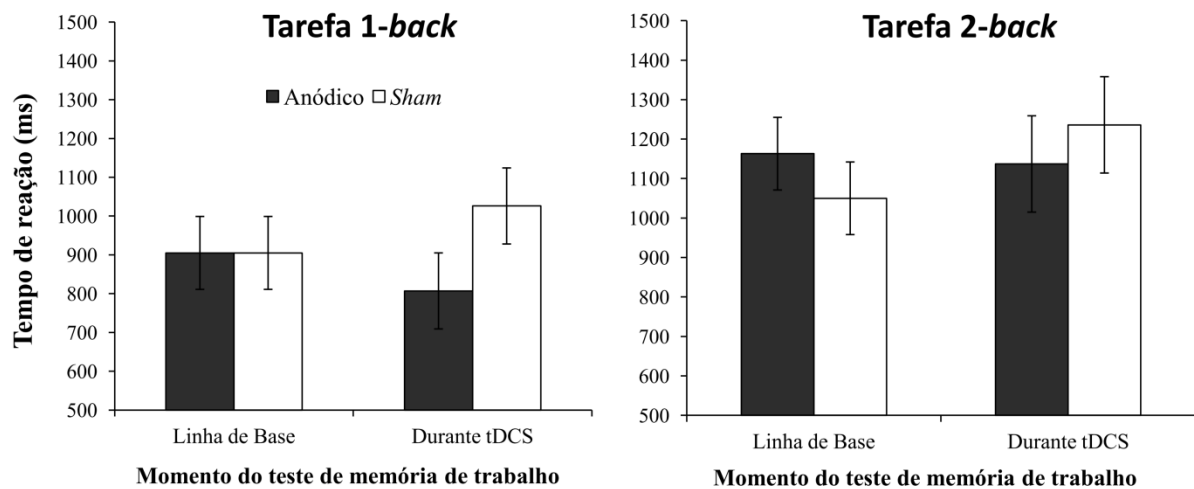


Figura 8. Tempos de reação (em milissegundos) na linha de base e durante tDCS em função da tarefa de memória de trabalho e grupo. Barras de erro representam erro padrão da média.

Foi conduzida uma ANOVA fatorial mista 2 (carga: 1-back, 2-back) \times 2 (grupo: anódico, sham) \times 2 (teste: linha de base, tDCS). Como na análise para a acurácia, o grupo *offline* não foi incluído nessa análise. A ANOVA revelou um efeito de carga de memória de trabalho, $F(1,18) = 12,39$, $p = 0,002$, $\eta_p^2 = 0,41$: o tempo de reação foi menor na tarefa 1-back ($M = 0,91$, $SD = 0,28$) que na tarefa 2-back ($M = 1,15$, $SD = 0,31$). Não houve efeito do momento do teste, nem efeito de grupo, nem interação carga \times teste ($F_s < 1,40$, $p_s > 0,25$). Houve, porém, interação grupo \times teste, $F(1,18) = 4,61$, $p = 0,05$, $\eta_p^2 = 0,20$, sugerindo que o tempo de reação entre linha de base e tDCS caiu para o grupo anódico e subiu para o grupo sham. Análises subsequentes indicaram que a queda no grupo anódico não foi significativa [$F = 1,15$, $p = 0,31$] e que o aumento no grupo sham foi marginal [$F(1,9) = 3,50$, $p = 0,09$, $\eta_p^2 = 0,28$]. O padrão de interação cruzada foi similar para os dados de 1-back [$F(1,18) = 3,89$, $p = 0,06$, $\eta_p^2 = 0,18$] e 2-back [$F(1,18) = 3,09$, $p = 0,09$, $\eta_p^2 = 0,15$], refletindo o fato de que a interação carga \times grupo \times teste não foi significativa ($F < 1$, $p = 0,95$). A Figura 8 ilustra os

resultados. Os dados de tempo de reação sugerem um pequeno benefício da tDCS sobre o tempo de reação na tarefa de memória de trabalho. O benefício, no entanto, deveu-se mais a um aumento no RT entre linha de base e tDCS no grupo *sham* que a uma redução no RT no grupo anódico. Esse padrão cruzado foi observado nas duas tarefas de memória de trabalho.

Linguagem

Missing. Devido a uma falha na câmera, as respostas de uma participante do grupo *sham* na tarefa de discurso narrativo oral não foi gravado. Esse caso foi excluído das análises que envolviam essa medida, mas foi mantido em análises relacionadas às demais tarefas.

Fidedignidade teste-reteste. Foram calculados os coeficientes de correlação para as medidas de linguagem dos participantes entre o pré-teste e o pós-teste. O grupo *offline* foi mantido nessas análises, uma vez que eles realizaram as tarefas de linguagem tanto no pré- quanto no pós-teste. Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r) para verificar correlações. As correlações de todas as medidas de linguagem foram significativas ($ps < 0,01$). A menor correlação ocorreu para o número de produções ($r = 0,53$), seguido pela compreensão oral de frases ($r = 0,67$), manipulação de objetos sob ordens ($r = 0,84$), tempo de produção ($r = 0,86$) e taxa de produção ($r = 0,93$). Os maiores coeficientes foram apresentados pelo discurso narrativo global ($r = 0,96$) e pela taxa de produção oral ($r = 0,96$).

Pré-teste. Para verificar se os grupos eram equivalentes no pré-teste nas medidas de linguagem, foram conduzidas ANOVAs unifatoriais nas tarefas de linguagem usando grupo como fator (anódico, *sham* e *offline*). Não houve diferença significativa pré-teste entre os três grupos em nenhuma das medidas de linguagem. A **Tabela 4** mostra esses resultados.

As seções a seguir referem-se aos resultados de ANOVAs fatoriais mistas 2 (teste: pré-teste, pós-teste) \times 3 (grupo), uma para cada tarefa de linguagem. Interações significativas teste \times grupo indicam que a diferença no desempenho entre o pré-teste e pós-teste não é o mesmo entre os grupos. Os resultados dessas ANOVAs são descritos na **Tabela 4**.

Tabela 4. Médias, Desvios-padrões e ANOVAs para Pré- e Pós-Teste entre Grupos.

		Anódico	Sham	Offline			
	Teste	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η_p^2
Tarefas de Compreensão							
Compreensão oral de frases (% de acertos)	Pré	63,57 (24,62)	65,87 (20,13)	59,29 (20,50)	0,28	0,76	
	Pós	74,29 (24,56)	73,02 (25,20)	75,71 (17,56)	T: 13,54 G: 0,06 T × G: 0,53	T: 0,001 G: 0,94 T × G: 0,60	T: 0,33 G: 0,005 T × G: 0,04
Manipulação de objetos sob ordens (% de acertos)	Pré	80,00 (24,44)	88,13 (16,52)	77,50 (18,70)	0,76	0,48	
	Pós	83,13 (21,46)	85,63 (19,33)	83,13 (13,19)	T: 1,13 G: 0,36 T × G: 1,50	T: 0,30 G: 0,71 T × G: 0,24	T: 0,04 G: 0,03 T × G: 0,10
Tarefas de Discurso Narrativo Oral							
Discurso narrativo global	Pré	6,70 (5,03)	8,78 (4,24)	5,10 (5,53)	1,44	0,26	
	Pós	8,60 (4,67)	8,78 (4,35)	5,30 (5,48)	T: 13,01 G: 1,46 T × G: 9,65	T: < 0,001 G: 0,25 T × G: < 0,001	T: 0,33 G: 0,10 T × G: 0,42
Número de produções	Pré	61,00 (22,61)	80,33 (48,51)	63,50 (34,24)	0,79	0,47	
	Pós	80,80 (32,01)	80,44 (44,74)	48,20 (21,65)	T: 0,06 G: 1,54 T × G: 2,89	T: 0,80 G: 0,23 T × G: 0,07	T: 0,002 G: 0,11 T × G: 0,18

Tabela 4. *continuação.*

	Teste	Anódico	<i>Sham</i>	<i>Offline</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η_p^2
		<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>			
Tempo de produção (em segundos)	Pré	157,90 (103,23)	183,67 (116,56)	170,00 (91,05)	0,15	0,86	
	Pós	208,40 (155,18)	233,67 (165,90)	135,30 (82,36)	T: 3,49 G: 0,54 T × G: 5,94	T: 0,07 G: 0,59 T × G: 0,008	T: 0,12 G: 0,04 T × G: 0,31
Taxa de discurso oral	Pré	4,28 (4,32)	4,88 (4,14)	3,19 (6,14)	0,28	0,76	
	Pós	4,23 (3,68)	4,30 (4,46)	3,67 (5,84)	T: 0,02 G: 0,15 T × G: 0,77	T: 0,88 G: 0,86 T × G: 0,47	T: 0,001 G: 0,01 T × G: 0,06
Taxa de produção oral	Pré	33,86 (21,82)	36,18 (24,11)	28,76 (21,38)	0,28	0,76	
	Pós	34,08 (20,31)	29,50 (22,00)	26,79 (19,36)	T: 6,81 G: 0,24 T × G: 3,48	T: 0,02 G: 0,79 T × G: 0,05	T: 0,21 G: 0,02 T × G: 0,21

Nota. *F* referente à ANOVA unifatorial comparando médias dos grupos no pré-teste. T = Teste; G = grupo; T × G = teste × grupo.

Tarefas de compreensão.

Compreensão oral de frases. Houve efeito de teste, $F(1,27) = 13,54$, $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,33$, com maior proporção de acertos na tarefa de compreensão de discurso oral no pós-teste ($M = 0,75$, $SD = 0,22$) que no pré-teste ($M = 0,63$, $SD = 0,21$). Não houve efeito de grupo, nem interação teste \times grupo ($F_s < 1$, $p_s \geq 0,60$).

Manipulação de objetos sob ordens verbais. Não houve efeitos significativos de teste, grupo ou interação teste \times grupo ($F_s \leq 1,50$, $p_s \geq 0,24$).

Tarefa de discurso narrativo oral.

Discurso narrativo global. Houve efeito principal de teste, $F(1,27) = 13,01$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,33$, com maior desempenho global de discurso narrativo sendo observado no pós-teste ($M = 7,57$, $SD = 0,87$) que no pré-teste ($M = 6,87$, $SD = 0,89$). Não houve efeito de grupo, $F = 1,46$, $p = 0,25$. Mais importante, houve uma interação teste \times grupo, $F(2,27) = 9,65$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,42$. Testes t pareados mostraram que a pontuação na tarefa subiu entre pós-teste e pré-teste apenas para o grupo anódico ($M_{diferença} = 1,90$, $SD = 1,37$; $t(9) = 4,38$, $p = 0,002$; $IC\ 95\% [0,92, 2,88]$), mas não para os grupos *sham* ($M_{diferença} = 0,00$, $SD = 1,05$; $t = 0$, $p = 1$; $IC\ 95\% [-0,75, 0,75]$) e *offline* ($M_{diferença} = 0,20$, $SD = 0,63$; $t(9) = 1,00$, $p = 0,34$; $IC\ 95\% [-0,25, 0,65]$). Além disso, essa diferença entre pré-teste e pós-teste foi significativamente maior para o grupo anódico que para os grupos *sham* e *offline* ($p_s = 0,001$; Bonferroni). A Figura 9 mostra esses resultados.

O desempenho no pré-teste do grupo anódico foi numericamente inferior ao do grupo *sham* (Figura 9). Embora essa diferença não tenha sido significativa ($p = 0,26$, ANOVA pré-teste na Tabela 4), é possível que diferenças iniciais em habilidades linguísticas entre os participantes dos dois grupos tenham contribuído para o resultado observado. Para controlar a contribuição de diferenças linguísticas iniciais entre os grupos, conduziu-se uma análise de covariância (ANCOVA) acrescentando como covariável à ANOVA prévia o desempenho no

teste de Boston. A ANCOVA indicou que o efeito de teste perdeu a significância, $F(1,26) = 3,48$, $p = 0,07$, $\eta_p^2 = 0,12$ quando o escore C foi inserido ao modelo, mas a interação teste \times grupo permaneceu significativa, $F(2,26) = 9,24$, $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,42$. O resultado sugere que a vantagem observada no grupo anódico no discurso global dos pacientes mantém-se mesmo quando se levam em conta diferenças iniciais de habilidades de linguagem (teste de Boston).

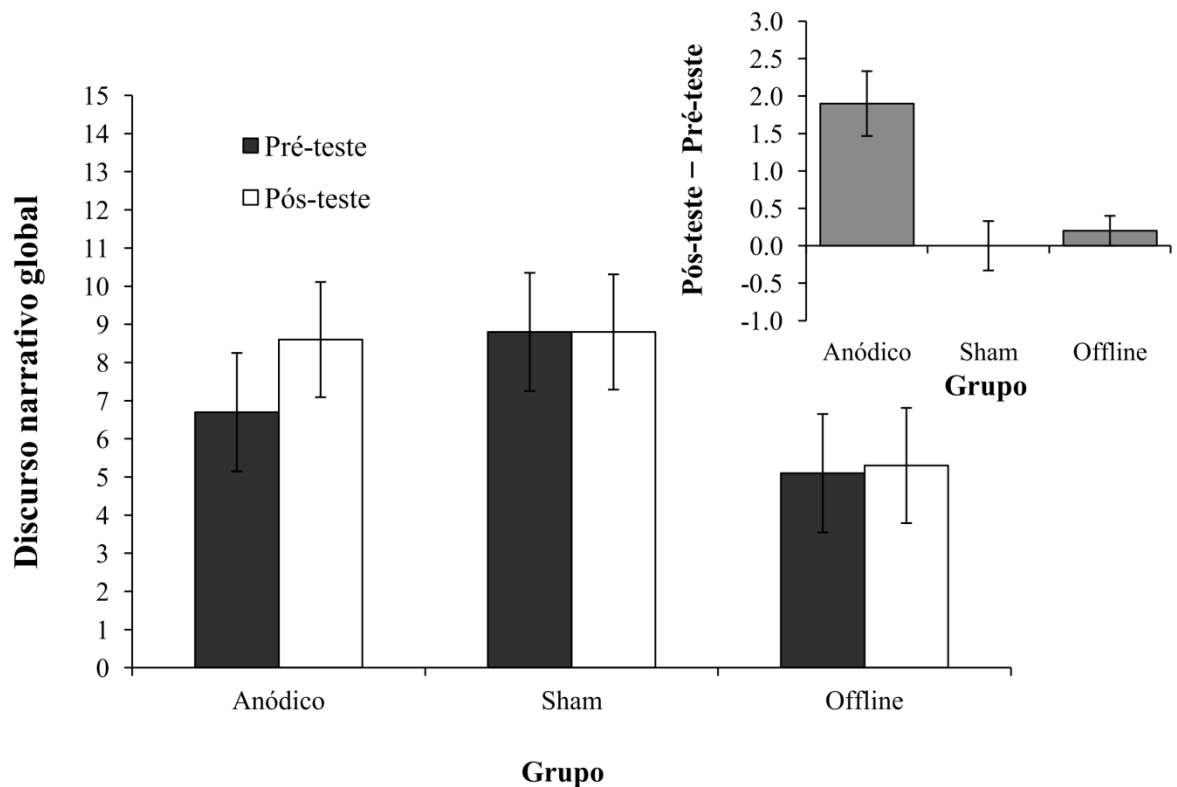


Figura 9. Desempenho na tarefa de Discurso narrativo oral (máximo = 15 pontos) em função do grupo e do teste. Gráfico interno mostra diferença entre pré- e pós-teste. Barras de erro representam erro padrão da média.

Número de produções. Não houve efeito principal de teste, $F < 1$, $p = 0,80$, nem de grupo, $F = 1,54$, $p = 0,23$. A interação teste \times grupo foi marginalmente significativa, $F(2,26) = 2,887$, $p = 0,07$, $\eta_p^2 = 0,18$. Testes t pareados mostraram que o número de produções aumentou entre o pré- e pós-teste para o grupo anódico ($M = 19,80$, $SD = 23,82$; $t(9) = 2,63$, $p = 0,03$; $IC\ 95\% [2,76, 36,84]$), manteve-se igual no grupo sham ($M = 0,11$, $SD = 45,91$; $|t| < 1$,

$p = 0,99$; IC 95% [-35,18, 35,40]) e mostrou tendência de queda no grupo *offline* ($M = -15,30$, $SD = 25,59$, $t(9) = 1,89$, $p = 0,09$; IC 95% [-33,60, 3,00]). A diferença entre pré-teste e pós-teste foi marginalmente maior para o grupo anódico que para o grupo *offline* ($ps = 0,07$; Bonferroni). A Figura 10 mostra esses dados.

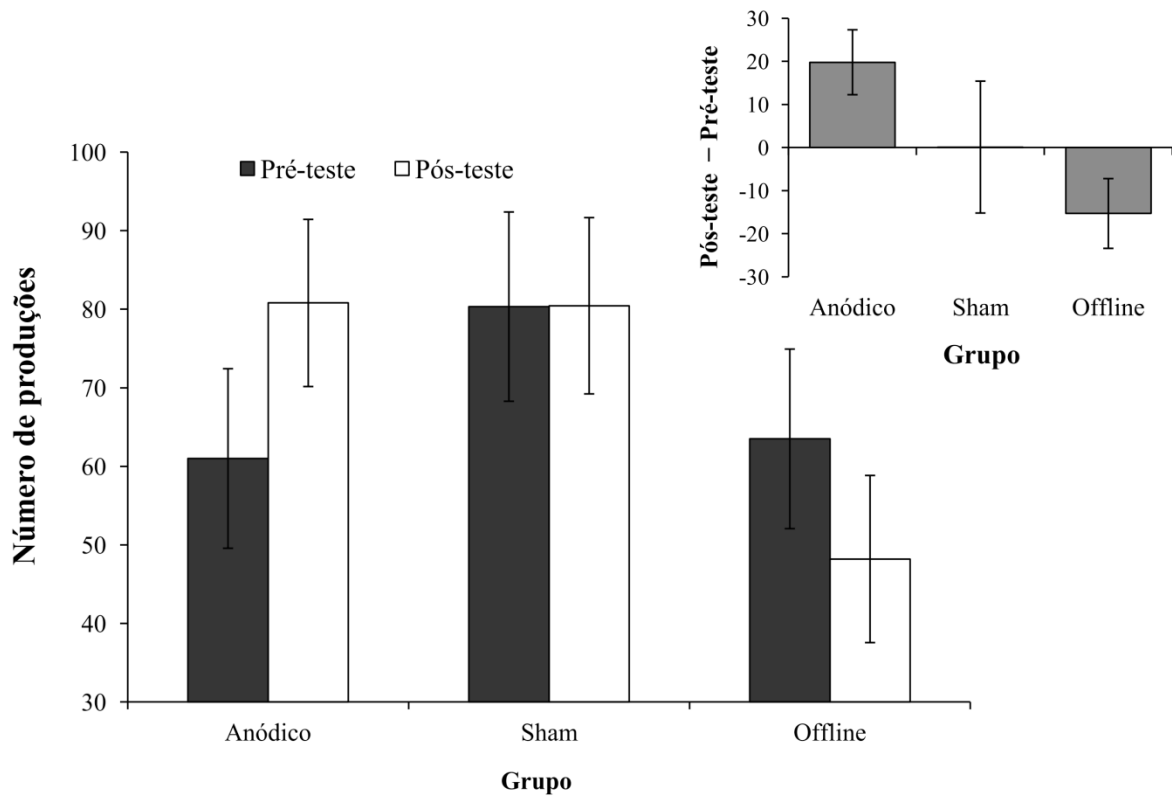


Figura 10. Número de produções (palavras e não palavras) em função do grupo e do teste. Gráfico interno mostra diferença entre pré- e pós-teste. Barras de erro representam erro padrão da média.

Tempo de produção. Houve efeito marginal de teste, $F(1,26) = 3,494$, $p = 0,07$, $\eta_p^2 = 0,12$, com tempo ligeiramente maior de produção no pós-teste ($M = 192,46$, $SD = 25,73$) que no pré-teste ($M = 170,52$, $SD = 19,27$). Não houve efeito de grupo, $F < 1$, $p = 0,59$, mas houve interação teste \times grupo, $F(2,26) = 5,94$, $p = 0,008$, $\eta_p^2 = 0,31$. Testes subsequentes mostraram que o tempo de produção aumentou significativamente entre o pré- e pós-teste para o grupo anódico ($M = 50,50$, $SD = 69,89$; $t(9) = 2,29$, $p = 0,05$; IC 95% [0,50, 100,50]), aumentou

marginalmente para o grupo *sham* ($M = 50,00$, $SD = 68,90$; $t(8) = 2,18$, $p = 0,06$; $IC\ 95\% [-2,96, 102,96]$) e diminuiu marginalmente para o grupo *offline* ($M = -34,70$, $SD = 49,02$, $t(9) = 2,24$, $p = 0,05$; $IC\ 95\% [-69,77, 0,37]$). A magnitude do aumento no tempo de produção entre pré-teste e pós-teste foi similar entre os grupos anódico e *sham* ($p = 1,0$), e as diferenças com o grupo *offline* foram significativas ($ps = 0,02$). A Figura 11 mostra esses resultados.

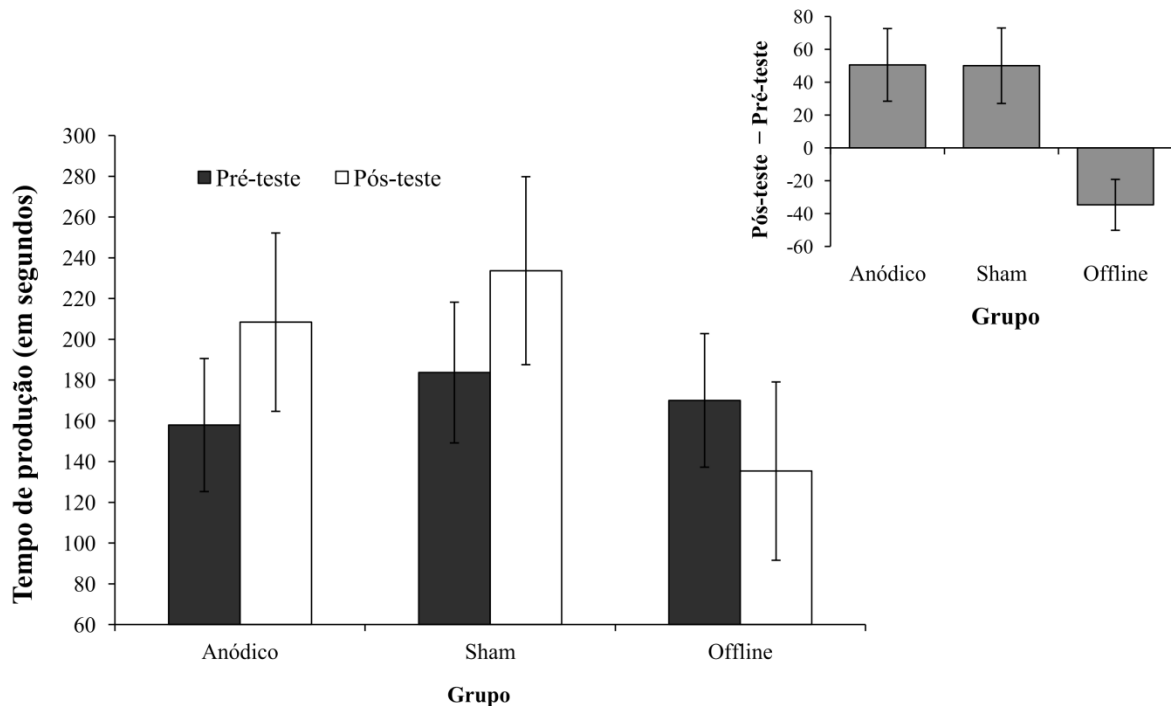


Figura 11. Tempo de produção (em segundos) em função do grupo e do teste. Gráfico interno mostra diferença entre pré- e pós-teste. Barras de erro representam erro padrão da média.

Taxa de discurso oral. Não foram encontrados efeitos de teste, grupo ou interação teste \times grupo ($F_s < 1$, $ps > 0,46$).

Taxa de produção oral. Houve efeito principal de teste, $F(1,26) = 6,81$, $p = 0,02$, $\eta_p^2 = 0,21$, com menor taxa de produção no pós-teste ($M = 30,14$, $SD = 20,02$) que no pré-teste ($M = 32,81$, $SD = 21,81$). Esse efeito principal é explicado pelo desempenho do grupo *sham* [interação teste \times grupo: $F(2,26) = 3,48$, $p = 0,05$, $\eta_p^2 = 0,21$]. Testes t pareados confirmaram que o número de produções por minuto entre pré-teste e pós-teste caiu significativamente

apenas para o grupo *sham* ($M_{diferença} = -6,68$, $SD = 7,15$; $t(8) = -2,80$, $p = 0,02$; $IC\ 95\% [-12,17, -1,18]$), mas não para os grupos anódico ($M_{diferença} = 0,22$, $SD = 4,79$; $|t| < 1$, $p = 0,89$; $IC\ 95\% [-3,21, 3,65]$) e *offline* ($M_{diferença} = -1,97$, $SD = 5,32$; $t(9) = -1,17$, $p = 0,27$; $IC\ 95\% [-5,78, 1,84]$). Essa diferença entre pré-teste e pós-teste foi maior para o grupo *sham* que para os grupos anódico ($p = 0,02$) e *offline* ($p = 0,09$). Não houve efeito principal de grupo, $F < 1$, $p = 0,79$. A *Figura 12* mostra esses resultados.

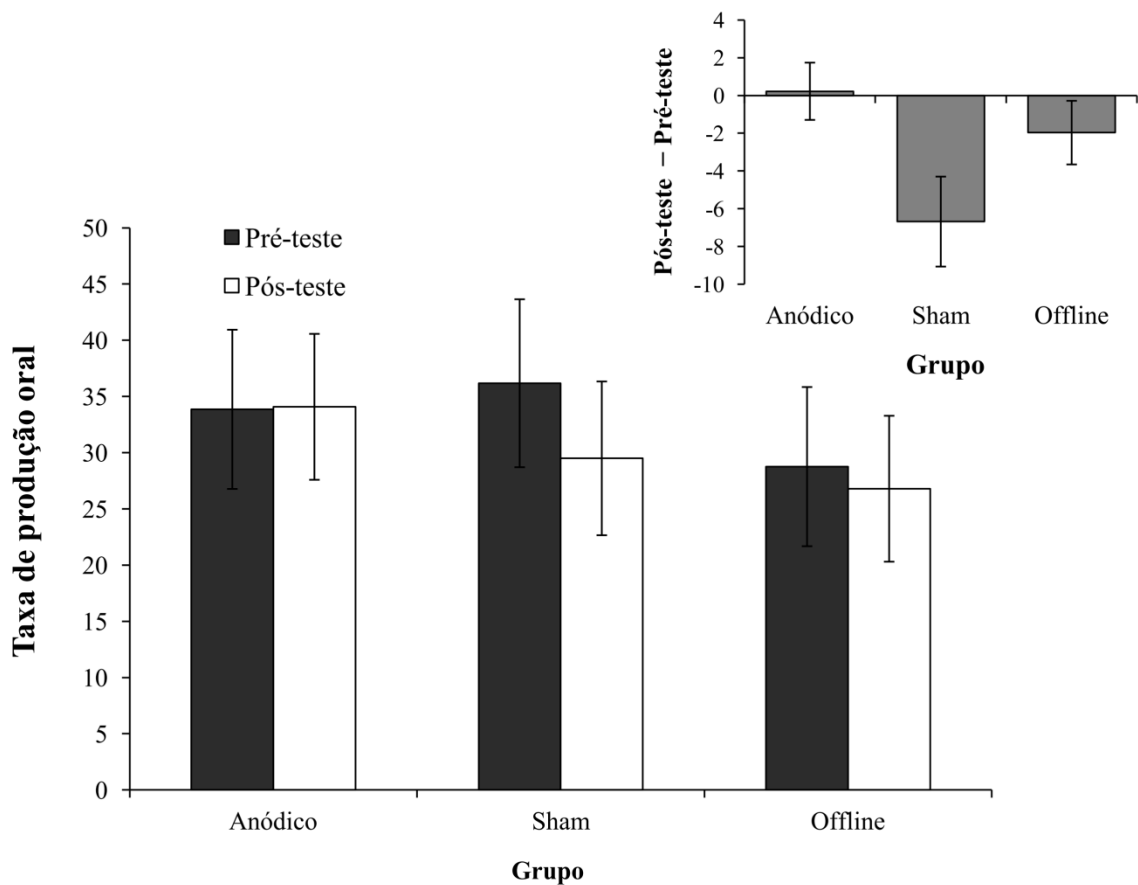


Figura 12. Taxa de produção verbal (produções por minuto) em função do grupo e do teste.

Barras de erro representam erro padrão da média.

Discussão

Nesse estudo, pacientes com afasia não fluente completaram tarefas de compreensão e produção oral antes e depois de realizarem uma tarefa de memória de trabalho com ou sem estimulação elétrica transcraniana. Os resultados demonstraram melhora na produção oral,

mas não na compreensão oral, em pacientes que praticaram a tarefa de memória de trabalho e, ao mesmo tempo, receberam estimulação elétrica. Os grupos que só receberam estimulação ou só realizaram a tarefa não apresentaram melhora. O desempenho na tarefa de memória de trabalho foi afetado pela dificuldade da tarefa, mas não pela estimulação.

A produção oral foi medida pela descrição verbal de uma cena visual complexa (discurso narrativo oral; Parente et al., 2016), tarefa difícil para a amostra do estudo, constituída por pacientes com afasia não fluente. A melhora observada no grupo anódico é, portanto, clinicamente relevante. Apenas o grupo anódico apresentou melhora significativa entre pré-teste e pós-teste. O fato de não ter havido melhora nos outros dois grupos (*sham* e *offline*) sugere que a mera exposição à tarefa de linguagem não é suficiente para benefício no desempenho (i.e., não houve efeito de aprendizagem). Além disso, a melhora no desempenho dos participantes parece ter sido causada pela *combinação* de estimulação e treino de memória. Se somente estimulação no córtex dorsolateral pré-frontal esquerdo fosse suficiente para aumentar a produção oral dos participantes, um benefício entre pré- e pós-teste deveria ter sido observado no grupo *offline*, mas esse não foi o caso. Por outro lado, se somente o treino em memória de trabalho fosse suficiente, um benefício deveria ter sido observado no grupo *sham*, mas isso também não ocorreu.

Os resultados também não podem ser facilmente atribuídos a diferenças iniciais de severidade entre as amostras (grupos com severidade similar no teste Boston adaptado) e a diferenças iniciais na tarefa de discurso oral (sem diferença significativa no pré-teste). A vantagem do grupo anódico em relação aos grupos *sham* e *offline* se manteve mesmo após levar-se em consideração a pontuação inicial no teste Boston (análise de covariância).

Medidas adicionais foram calculadas para avaliar o desempenho na tarefa de linguagem. O número de produções informa quantas tentativas foram executadas (palavras e não palavras) de maneira menos restritiva que a pontuação da bateria MTL, e o tempo de

produção informa o período em que o participante demonstrou interesse em continuar a tarefa. Na comparação entre os grupos anódico e *sham*, o primeiro demonstrou uma tendência a mais produções entre pré- e pós-teste que o segundo, com incremento similar no tempo de tarefa. Isso sugere um aumento nas produções por unidade de tempo, o que de fato foi observado na taxa de produção oral. A taxa de discurso oral, no entanto, mostrou apenas pequena tendência de maior efetividade para o grupo anódico. Os resultados apoiam a ideia de que tDCS-A junto com tarefa de memória de trabalho trazem benefício adicional na produção e na taxa de produção oral em relação à tarefa de memória de trabalho isoladamente.

Na comparação entre os grupos anódico e *offline*, por outro lado, a taxa de produção foi similar entre os grupos. Isso ocorreu porque, no grupo anódico, tanto o número de produções quanto o tempo de produção aumentou entre pré- e pós-teste, de forma que a taxa de produção não mudou. O mesmo ocorreu para o grupo *offline*, só que no sentido inverso. O resultado indica que tDCS-A por si só não é suficiente para aumentar a produção oral.

Tarefa de memória de trabalho

A acurácia na tarefa de memória de trabalho não melhorou com a estimulação anódica. O tempo de reação foi afetado apenas marginalmente, mostrando um aumento no grupo *sham* entre linha de base e teste tanto para a tarefa *1-back* quanto *2-back*. No grupo anódico, o tempo de reação não foi reduzido significativamente durante a estimulação em relação à linha de base, embora tenha mostrado tendência nesse sentido. O resultado é similar ao de Gill et al. (2015), que não observaram efeitos nem na acurácia nem no tempo de reação em tarefas *1-back* e *3-back* durante a aplicação de estimulação. Efeitos de tDCS em tarefas *n-back* são mais comumente observados no tempo de reação (Brunoni & Vanderhasselt, 2014), embora efeitos sobre acurácia também sejam relatados (ex., Boggio et al., 2006; Fregni et al., 2005).

O resultado nulo na tarefa de memória de trabalho, no entanto, não é crucial. O objetivo principal da tarefa foi estimular áreas envolvidas em memória de trabalho e que

também são recrutadas em tarefas linguísticas de produção e compreensão oral. Efeitos pós-estimulação desse tipo são observados mesmo na ausência de efeitos na tarefa estimulada (Andrews et al., 2011; Gill et al., 2015). O mais importante foi garantir que os participantes entendessem a tarefa de memória de trabalho e conseguissem executá-la. Os resultados indicam que isso ocorreu. A fidedignidade teste-reteste foi similar àquela obtida em estudos com tarefas *n-back* em pacientes com afasia (DeDe et al., 2014; Mayer & Murray, 2012), e os valores de acurácia ficaram bem acima do chão (Figura 7). Isso não é trivial em pacientes com afasia, o que foi refletido nesse estudo pelo longo processo de treino (Sessões 1 e 2).

Também é importante observar que, ao contrário de estudos tradicionais de tDCS com *1-back* e *2-back*, as tarefas não foram realizadas em sessões separadas. Elas ocorreram uma após a outra e na mesma sequência (*1-back*, depois *2-back*). O objetivo, novamente, não foi comparar a efetividade de uma condição em relação à outra (como fizeram Gill et al, 2015, por exemplo), mas criar uma situação de estimulação cognitiva (*n-back*) e fisiológica (tDCS) propensa a modificar o comportamento subsequente do paciente em tarefa linguística.

Outro ponto importante refere-se à natureza dos estímulos na tarefa de memória de trabalho. Foram usadas faces não familiares em lugar de letras, dígitos, faces familiares ou imagens de objetos, estímulos mais comumente usados em estudos com *n-back*. Esses tipos de estímulos tendem a ser facilmente nomeáveis e, conseqüentemente, tendem a engajar processos de linguagem que estão comprometidos em indivíduos com afasia (Christensen & Wright, 2010; Mayer & Murray, 2012). Dessa forma, o uso de faces não familiares na tarefa *n-back* estimularia o recrutamento de circuitos/processos menos dependentes de linguagem (ex., alça fonológica no modelo de Baddeley, 2012) e mais dependentes de funções executivas de domínio geral (ex., executivo central no mesmo modelo). A estimulação anódica em F3 (córtex frontal dorsolateral esquerdo) teria como alvo justamente redes corticais responsáveis pela implementação desses processos.

O córtex frontal está associado a funções executivas, como planejamento e memória de trabalho (Kane & Engle, 2002; Miyake et al., 2000), e a tarefa *n-back* ativa um subconjunto dessas áreas de maneira crescente em relação à demanda da tarefa (i.e., mais ativação para 3- vs. 2- vs. 1-*back*; Braver et al., 1997; Owen et al., 2005). Assim, ao realizar uma tarefa *n-back* não verbal e estimular F3, o que se estaria fazendo é potencializar a atividade de circuitos do DLPFC de domínio geral responsáveis pela implementação dos processos de armazenamento e manipulação de informações, processos esses que se acredita também serem importantes para a produção e compreensão de linguagem (Acheson & MacDonald, 2009; Baddeley, 2003a; Caspari et al., 1998; Lum et al., 2015; Nozari & Faroqi-Shah, 2017; Salis et al., 2015; Wright & Fergadiotis, 2012).

Uma possibilidade de estudo futuro envolve o aumento da dificuldade da tarefa de memória de trabalho a fim de aumentar o impacto da tDCS sobre tarefas subsequentes de linguagem. Embora seja possível aumentar a carga da tarefa ($n = 3$), dificuldades práticas com o entendimento da tarefa e efeitos-chão podem inviabilizar essa rota. Outra possibilidade é manter as mesmas cargas já usadas com sucesso em estudos em pacientes com afasia ($n = 1$ e 2), mas aumentar a demanda da tarefa (ex., interferência) com a manipulação sistemática de distratores (*lures*). Distratores são itens que foram alvo em uma sequência, mas que na tentativa corrente deixaram de ser. Por exemplo, na sequência C, J, F, J, J em uma tarefa 2-*back*, o segundo J foi um alvo recente (i.e., pressionar barra), mas o terceiro J não é mais um alvo na tentativa corrente (i.e., não pressionar a barra).

A presença de distratores próximos a alvos aumenta os erros em indivíduos saudáveis (Kane et al., 2007) e desproporcionalmente em idosos (Oberauer, 2005) e indivíduos com lesões no córtex frontal (Perlstein et al., 2004). A distância entre distratores e alvos (*lag*) é um fator importante: quanto menor esse *lag*, maior a familiaridade do participante com o estímulo não alvo apresentado e, por consequência, maior é a possibilidade de ocorrerem erros do tipo

alarme falso. Na tarefa usada aqui, o *lag* entre faces foi construído para ser grande (10 ou mais) a fim de facilitar a execução da tarefa pelos participantes. Esse tipo de interferência foi, portanto, pouco provável na tarefa de memória de trabalho. Por outro lado, a tDCS tende a ter efeitos maiores quando associada a tarefas mais difíceis (ex., *lag* curto; Gill et al., 2015). Então, é possível que em uma tarefa *n-back* com *lag* menor, o efeito da tDCS seja maior. Estudos futuros em que esse tipo de interferência seja manipulado sistematicamente podem ajudar a determinar em que condições a estimulação junto com a tarefa de memória de trabalho resultariam em máximo benefício em populações clínicas.

Compreensão oral e memória de trabalho

Os resultados de compreensão do discurso oral demonstraram apenas um efeito de teste (aumento na compreensão oral de frases entre pré- e pós-teste). Não houve efeito de grupo nem interação teste \times grupo. Na tarefa de manipulação de objetos sob ordens verbais, nenhum efeito significativo foi observado. À primeira vista o resultado surpreende, pois parece intuitivo que recursos de memória de trabalho sejam mais relevantes em tarefas de compreensão oral (Caplan & Waters, 1999) que em tarefas de produção oral (Martin & Slevc, 2014). Os resultados, ao contrário, mostraram que o treino com tarefa de memória de trabalho e estimulação melhoraram apenas a produção oral, mas não a compreensão oral.

É improvável que a ausência de melhora na compreensão seja devido a efeitos-teto, pois a porcentagem média de acertos ficou baixo de 80% na tarefa de compreensão oral de frases e abaixo de 90% na tarefa de manipulação de objetos sob ordens verbais (Tabela 4). Uma possibilidade seria comparar os efeitos do tratamento entre itens fáceis e difíceis (voz ativa vs. passiva vs. períodos compostos na tarefa de compreensão oral de frases; comandos com menos de três itens pontuáveis vs. três ou mais itens pontuáveis na tarefa de manipulação de objetos). Pacientes com afasia não fluente, por exemplo, demonstram dificuldade na compreensão da voz passiva e de orações subordinadas (Bastiaanse & van Zonneveld, 2006).

Itens mais difíceis poderiam, portanto, demonstrar maior potencial para melhora nos pacientes com afasia não fluente aqui testados. No entanto, uma análise sobre o desempenho nas tarefas de compreensão não revelou diferenças significativas entre itens fáceis e difíceis entre pré- e pós-teste (dados não descritos nos Resultados).

Salis et al. (2015) revisaram 11 estudos de caso em que foram avaliados diferentes tratamentos de memória de trabalho em pacientes com afasia. Todos relataram alguma melhora em medidas de memória de curto prazo (ex., *digit span*) e de trabalho (ex., *backward digit span*); cinco deles relataram melhora em tarefa de compreensão oral (ex., *Token Test*) e dois, em produção oral (discurso oral não foi avaliado na maioria dos 11 estudos). Tarefas *n-back* foram usadas durante um dos tratamentos (Vallat-Azouvi, Pradat-Diehl, & Azouvi, 2014), resultando em melhora em tarefas de memória de trabalho e de compreensão; produção de discurso oral não foi avaliada. A revisão de Salis et al. (2015) indica que o foco nos tratamentos de memória de trabalho em pacientes com afasia tem sido na busca de melhorias na compreensão oral. Os resultados do presente estudo sugerem que a produção oral também pode ser beneficiada por tratamentos de memória de trabalho (Martin & Slevc, 2014). O uso de medidas mais sensíveis de pontuação do discurso oral podem ajudar a avaliar melhor o potencial desses tratamentos (ver seção *Coesão e coerência do discurso oral* abaixo).

Efeitos de tDCS no humor

A tDCS tem sido usada com sucesso no tratamento de depressão (Boggio et al., 2008; Brunoni & Loo, 2016; Lefaucheur et al., 2017), incluindo depressão pós-AVC (Bueno, Brunoni, Boggio, Bensenor, & Fregni, 2011; Valiengo et al., 2017), transtorno de humor comum em pacientes com afasia pós-AVC (Kauhanen et al., 2000; Robinson & Benson, 1981). Em particular, aplicações de tDCS anódica com montagem similar a usada aqui (ânodo em F3; cátodo em F4; 2 mA) já demonstraram benefício no tratamento de depressão pós-AVC em pacientes com afasia (Valiengo et al., 2016). Dessa forma, é possível que o benefício da

estimulação observado no presente estudo seja resultado de uma melhora no humor dos pacientes, não uma melhora na produção linguística oral.

Embora plausível, uma explicação baseada somente em melhora de humor teria dificuldade para dar conta de alguns aspectos dos resultados. Primeiro, o grupo *offline* recebeu estimulação anódica em F3, mas não mostrou melhora no discurso narrativo oral. Segundo, se tomarmos o tempo de produção como um indicador de motivação para a tarefa, participantes do grupo *offline*, que receberam estimulação por 20 minutos, demonstraram menor motivação que participantes do grupo *sham*, que recebeu estimulação por 30 segundos. Terceiro, efeitos de tDCS em pacientes com depressão são observados principalmente após cinco ou mais sessões de 20–30 minutos de estimulação (Kalu, Sexton, Loo, & Ebmeier, 2012; Lefaucheur et al., 2017; Nitsche, Boggio, Fregni, & Pascual-Leone, 2009), enquanto aqui foi realizada apenas uma sessão. Quarto, pacientes com depressão grave foram excluídos, o que presumivelmente reduz o impacto desse fator nos resultados, principalmente levando-se em conta evidências de que o efeito da tDCS sobre a depressão tende a ser maior para casos mais graves (Brunoni et al., 2011; Ferrucci et al., 2009). De qualquer maneira, como não foram coletados dados sobre o humor dos participantes durante o pré- e pós-teste, não se pode excluir diretamente essa possibilidade. Trata-se de uma limitação do presente estudo.

Coesão e coerência do discurso oral

A coesão e a coerência dos discursos narrativos foram medidas aqui apenas em termos de sua presença ou ausência durante a produção (pontuação padronizada da tarefa de discurso narrativo oral na bateria MTL; Parente et al., 2016). Existem, porém, formas de pontuar não só a presença, mas também a qualidade da coesão (Liles, 1985) e da coerência (Glosser & Deser, 1991) do discurso narrativo oral. Por exemplo, Coelho et al. (2012) empregaram um procedimento de análise do discurso para caracterizar a produção de linguagem de indivíduos com lesões no DLPFC, qualificando a coesão em três categorias: (a) completa (discurso oral

não oferece ambiguidade); (b) incompleta (discurso oral é compreensível, mas sem presença de marcador coesivo); e (c) erro (discurso oral é ambíguo, com informações fora de contexto). Os autores classificaram também a coerência utilizando uma versão modificada da escala desenvolvida por Glosser e Deser (1991), o que permitiu avaliar a coerência global (se as frases produzidas apresentam relação com o contexto geral da história) e local (se as frases produzidas apresentam relação com o contexto da frase anterior). Coelho et al. (2012) verificaram que a habilidade do discurso de indivíduos com lesão em DLPFC correlacionou-se significativamente com medidas de memória de trabalho e que os indivíduos com lesão no DLPFC esquerdo demonstraram dificuldades específicas com a coerência narrativa e com a inclusão de componentes críticos da história.

Os resultados relatados aqui foram baseados em medidas que não permitiram diferenciar a qualidade da coesão e coerência do discurso, apenas sua presença ou ausência. Dessa forma, não foi possível avaliar diferenças mais sutis da estimulação com tarefa de memória de trabalho sobre essas dimensões do discurso narrativo. Por exemplo, o participante P4 do presente estudo, diagnosticado com afasia grave e alocado ao grupo anódico, produziu o seguinte discurso quando apresentado à prancha “assalto ao banco” no pré-teste (Figura 5): “é é é mininu, mininu, mininu é é é, urrado (apontando para o carro).. é urrado, é é é urrado, é burrado, é incarradu, e carrado, eu, e currado, to, é, é, é rado” (transcrição canônica). O discurso não apresentou nem coesão (0 ponto) nem coerência (0 ponto) de acordo com a pontuação da bateria MTL. No pós-teste, porém, o paciente produziu o seguinte discurso quando apresentado à prancha “assalto à padaria”: “é é é bacão (mostrando o balcão), essi mininu pejandu, essi minunu pegandu, robandu, esse mininu ta robandu, e fechandu, fugindu, fechandu, fechandu, deixandu, a essi, essi xandu é é. Meninu está robandu e fugindu, fugindu. Essi mininu está dirigindu” (transcrição canônica). Aqui, o discurso mostrou coesão (1 ponto), pois apresentou ocorrência de relação semântica ou estrutural com tema, e coerência

(1 ponto), pois apresentou conteúdo relacionado apenas ao tema. A pontuação poderia beneficiar-se da contagem de marcadores de coesão (ex., “esse”) e de coerência global (ex., “balcão”, “roubando”, “dirigindo”; todos relacionados ao tema) e local (ex., “Menino está roubando e fugindo... *Esse* está dirigindo”; elementos de mesma subcena do tema).

Estudos futuros poderiam beneficiar-se não só de uma análise mais detalhada de coesão e coerência, mas também do uso de estímulos com estrutura narrativa mais aparente (série de imagens com menor complexidade que as imagens apresentadas aqui e com sequência temporal evidente) que facilitem a análise de coesão (completa, incompleta, erro) e de coerência (global e local) (Coelho et al., 2012; Glosser & Deser, 1991; Liles, 1985).

Conclusões

Participantes com afasia não fluente demonstraram melhora em uma tarefa de produção oral após uma sessão de estimulação transcraniana por corrente contínua aplicada juntamente com uma tarefa de memória de trabalho. A melhora na produção oral foi maior que a observada em dois outros grupos controle e indica que o benefício advém da combinação de estimulação elétrica e tarefa de memória de trabalho. A estimulação foi aplicada sobre o córtex dorsolateral pré-frontal esquerdo, área ativada durante tarefas que envolvem memória de trabalho, sugerindo que a ativação de circuitos cerebrais de memória de trabalho pode facilitar a produção oral de pacientes com afasia. O resultado adiciona à crescente literatura que mostra os benefícios terapêuticos tanto da estimulação elétrica quanto do tratamento de déficits de memória de trabalho em pacientes com afasia não fluente.

Referências

- Acheson, D. J., & MacDonald, M. C. (2009). Verbal working memory and language production: Common approaches to the serial ordering of verbal information. *Psychological Bulletin, 135*, 50-68. doi: 10.1037/a0014411
- Andrews, S. C., Hoy, K. E., Enticott, P. G., Daskalakis, Z. J., & Fitzgerald, P. B. (2011). Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. *Brain Stimulation, 4*, 84-89. doi: 10.1016/j.brs.2010.06.004
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423.
- Baddeley, A. (2001). Is working memory still working? *The American Psychologist, 56*, 851-864.
- Baddeley, A. (2003a). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders, 36*, 189-208.
- Baddeley, A. (2003b). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience, 4*, 829-839. doi: 10.1038/nrn1201
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology, 63*, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47-89). New York: Academic.
- Barry, T. J., Griffith, J. W., De Rossi, S., & Hermans, D. (2014). Meet the Fribbles: Novel stimuli for use within behavioural research. *Frontiers in Psychology, 5*, 103. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00103
- Bastiaanse, R., & van Zonneveld, R. (2006). Comprehension of passives in Broca's aphasia. *Brain and Language, 96*, 135-142. doi: 10.1016/j.bandl.2005.06.012

- Bertolucci, P. H., Brucki, S. M., Campacci, S. R., & Juliano, Y. (1994). The Mini-Mental State Examination in a general population: Impact of educational status. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, *52*, 1-7.
- Bikson, M., Grossman, P., Thomas, C., Zannou, A. L., Jiang, J., Adnan, T., Mourdoukoutas, A. P., Kronberg, G., Truong, D., Boggio, P., Brunoni, A. R., Charvet, L., Fregni, F., Fritsch, B., Gillick, B., Hamilton, R. H., Hampstead, B. M., Jankord, R., Kirton, A., Knotkova, H., Liebetanz, D., Liu, A. L., Loo, C., Nitsche, M. A., Reis, J., Richardson, J. D., Rotenberg, A., Turkeltaub, P. E., & Woods, A. J. (2016). Safety of transcranial direct current stimulation: Evidence based update 2016. *Brain Stimulation*, *9*, 641-661. doi: 10.1016/j.brs.2016.06.004
- Boggio, P. S., Ferrucci, R., Rigonatti, S. P., Covre, P., Nitsche, M., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2006). Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, *249*, 31-38. doi: 10.1016/j.jns.2006.05.062
- Boggio, P. S., Rigonatti, S. P., Ribeiro, R. B., Myczkowski, M. L., Nitsche, M. A., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2008). A randomized, double-blind clinical trial on the efficacy of cortical direct current stimulation for the treatment of major depression. *The International Journal of Neuropsychopharmacology*, *11*, 249-254. doi: 10.1017/S1461145707007833
- Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Jonides, J., Smith, E. E., & Noll, D. C. (1997). A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*, *5*, 49-62. doi: 10.1006/nimg.1996.0247
- Brunoni, A. R., Ferrucci, R., Bortolomasi, M., Vergari, M., Tadani, L., Boggio, P. S., Giacomuzzi, M., Barbieri, S., & Priori, A. (2011). Transcranial direct current stimulation (tDCS) in unipolar vs. bipolar depressive disorder. *Progress in Neuro-*

Psychopharmacology & Biological Psychiatry, 35, 96-101. doi:
10.1016/j.pnpbp.2010.09.010

Brunoni, A. R., & Loo, C. (2016). Mood disorders. In A. R. Brunoni, M. Nitsche & C. Loo (Eds.), *Transcranial direct current stimulation in neuropsychiatric disorders: Clinical principles and management* (pp. 233-244): Springer.

Brunoni, A. R., & Vanderhasselt, M. A. (2014). Working memory improvement with non-invasive brain stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex: a systematic review and meta-analysis. *Brain and Cognition*, 86, 1-9. doi: 10.1016/j.bandc.2014.01.008

Bueno, V. F., Brunoni, A. R., Boggio, P. S., Bensenor, I. M., & Fregni, F. (2011). Mood and cognitive effects of transcranial direct current stimulation in post-stroke depression. *Neurocase*, 17, 318-322. doi: 10.1080/13554794.2010.509319

Caplan, D., & Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 77-94.

Carvalho, S., Boggio, P. S., Goncalves, O. F., Vigario, A. R., Faria, M., Silva, S., Gaudencio do Rego, G., Fregni, F., & Leite, J. (2015). Transcranial direct current stimulation based metaplasticity protocols in working memory. *Brain Stimulation*, 8, 289-294. doi: 10.1016/j.brs.2014.11.011

Caspari, I., Parkinson, S. R., LaPointe, L. L., & Katz, R. C. (1998). Working memory and aphasia. *Brain and Cognition*, 37, 205-223. doi: 10.1006/brcg.1997.0970

Christensen, S. C., & Wright, H. H. (2010). Verbal and non-verbal working memory in aphasia: What three n-back tasks reveal. *Aphasiology*, 24, 752-762. doi: 10.1080/02687030903437690

Coelho, C., Le, K., Mozeiko, J., Krueger, F., & Grafman, J. (2012). Discourse production following injury to the dorsolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 50, 3564-3572. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.09.005

- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12*, 769-786.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current directions in psychological science*, *19*, 51-57. doi: 10.1177/0963721409359277
- Cunha, J. A. (2001). Manual da versão em português das Escalas Beck. *São Paulo: Casa do Psicólogo*, 11-13.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*, 450-466. doi: [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(80\)90312-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6)
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *3*, 422-433. doi: 10.3758/bf03214546
- DeDe, G., Ricca, M., Knilans, J., & Trubl, B. (2014). Construct validity and reliability of working memory tasks for people with aphasia. *Aphasiology*, *28*, 692-712. doi: 10.1080/02687038.2014.895973
- Draheim, C., Hicks, K. L., & Engle, R. W. (2016). Combining Reaction Time and Accuracy: The Relationship Between Working Memory Capacity and Task Switching as a Case Example. *Perspectives on Psychological Science : a Journal of the Association for Psychological Science*, *11*, 133-155. doi: 10.1177/1745691615596990
- Dronkers, N. F., Plaisant, O., Iba-Zizen, M. T., & Cabanis, E. A. (2007). Paul Broca's historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain*, *130*, 1432-1441. doi: 10.1093/brain/awm042
- Ferro, J. M., & Madureira, S. (1997). Aphasia type, age and cerebral infarct localisation. *Journal of Neurology*, *244*, 505-509.

- Ferrucci, R., Bortolomasi, M., Brunoni, A. R., Vergari, M., Tadini, L., Giacomuzzi, M., & Priori, A. (2009). Comparative benefits of transcranial direct current stimulation (TDCS) treatment in patients with mild/moderate vs. severe depression. *Clinical Neuropsychiatry*, *6*, 246-251.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*, 189-198.
- Foster, J. L., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2015). Shortened complex span tasks can reliably measure working memory capacity. *Memory & Cognition*, *43*, 226-236. doi: 10.3758/s13421-014-0461-7
- Fregni, F., Boggio, P. S., Nitsche, M., Bermanpohl, F., Antal, A., Feredoes, E., Marcolin, M. A., Rigonatti, S. P., Silva, M. T., Paulus, W., & Pascual-Leone, A. (2005). Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. *Experimental Brain Research*, *166*, 23-30. doi: 10.1007/s00221-005-2334-6
- Fregni, F., Nitsche, M. A., Loo, C. K., Brunoni, A. R., Marangolo, P., Leite, J., Carvalho, S., Bolognini, N., Caumo, W., Paik, N. J., Simis, M., Ueda, K., Ekhitari, H., Luu, P., Tucker, D. M., Tyler, W. J., Brunelin, J., Datta, A., Juan, C. H., Venkatasubramanian, G., Boggio, P. S., & Bikson, M. (2015). Regulatory Considerations for the Clinical and Research Use of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): review and recommendations from an expert panel. *Clinical Research and Regulatory Affairs*, *32*, 22-35. doi: 10.3109/10601333.2015.980944
- Gill, J., Shah-Basak, P. P., & Hamilton, R. (2015). It's the thought that counts: examining the task-dependent effects of transcranial direct current stimulation on executive function. *Brain Stimulation*, *8*, 253-259. doi: 10.1016/j.brs.2014.10.018

- Glosser, G., & Deser, T. (1991). Patterns of discourse production among neurological patients with fluent language disorders. *Brain and Language*, *40*, 67-88.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1983). *The assessment of aphasia and related disorders* (2nd ed.). Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Hamilton, R. H., Chrysikou, E. G., & Coslett, B. (2011). Mechanisms of aphasia recovery after stroke and the role of noninvasive brain stimulation. *Brain and Language*, *118*, 40-50. doi: 10.1016/j.bandl.2011.02.005
- Helm-Estabrooks, N., Albert, M. L., & Nicholas, M. (2014). *Manual of aphasia and aphasia therapy* (3rd ed.). Austin, TX: Pro-Ed.
- Holland, R., & Crinion, J. (2012). Can tDCS enhance treatment of aphasia after stroke? *Aphasiology*, *26*, 1169-1191. doi: 10.1080/02687038.2011.616925
- Ivanova, M. V., & Hallowell, B. (2014). A new modified listening span task to enhance validity of working memory assessment for people with and without aphasia. *Journal of Communication Disorders*, *52*, 78-98. doi: 10.1016/j.jcomdis.2014.06.001
- Ivanova, M. V., Kuptsova, S. V., & Dronkers, N. F. (2017). A comparison of two working memory tasks in aphasia. *Aphasiology*, *31*, 265-281. doi: 10.1080/02687038.2016.1172699
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, *18*, 394-412. doi: 10.1080/09658211003702171
- Jarrold, C., & Towse, J. N. (2006). Individual differences in working memory. *Neuroscience*, *139*, 39-50. doi: 10.1016/j.neuroscience.2005.07.002
- Joseph, S., Iverson, P., Manohar, S., Fox, Z., Scott, S. K., & Husain, M. (2015). Precision of working memory for speech sounds. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *68*(10), 2022-2040. doi: 10.1080/17470218.2014.1002799

- Kalu, U. G., Sexton, C. E., Loo, C. K., & Ebmeier, K. P. (2012). Transcranial direct current stimulation in the treatment of major depression: a meta-analysis. *Psychological Medicine*, *42*, 1791-1800. doi: 10.1017/S0033291711003059
- Kane, M. J., Conway, A. R., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. (2007). Working memory, attention control, and the N-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*, 615-622. doi: 10.1037/0278-7393.33.3.615
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*, 637-671.
- Kauhanen, M. L., Korpelainen, J. T., Hiltunen, P., Maatta, R., Mononen, H., Brusin, E., Sotaniemi, K. A., & Myllyla, V. V. (2000). Aphasia, depression, and non-verbal cognitive impairment in ischaemic stroke. *Cerebrovascular Diseases*, *10*, 455-461. doi: 10.1159/000016107
- Kerschensteiner, M., Poeck, K., & Brunner, E. (1972). The fluency-non fluency dimension in the classification of aphasic speech. *Cortex*, *8*, 233-247.
- Kreisler, A., Godefroy, O., Delmaire, C., Debachy, B., Leclercq, M., Pruvo, J.-P., & Leys, D. (2000). The anatomy of aphasia revisited. *Neurology*, *54*, 1117-1123. doi: 10.1212/wnl.54.5.1117
- Lefaucheur, J. P., Antal, A., Ayache, S. S., Benninger, D. H., Brunelin, J., Cogiamanian, F., Cotelli, M., De Ridder, D., Ferrucci, R., Langguth, B., Marangolo, P., Mylius, V., Nitsche, M. A., Padberg, F., Palm, U., Poulet, E., Priori, A., Rossi, S., Schecklmann, M., Vanneste, S., Ziemann, U., Garcia-Larrea, L., & Paulus, W. (2017). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology*

- : *Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 128, 56-92.
doi: 10.1016/j.clinph.2016.10.087
- Liles, B. Z. (1985). Cohesion in the narratives of normal and language-disordered children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 123-133.
- Lum, J. A. G., Ullman, M. T., & Conti-Ramsden, G. (2015). Verbal declarative memory impairments in specific language impairment are related to working memory deficits. *Brain and Language*, 142, 76-85. doi: 10.1016/j.bandl.2015.01.008
- Martin, R. C., & Slevc, L. R. (2014). Language production and working memory. In M. Goldrick, V. Ferreira & M. Miozzo (Eds.), *The Oxford handbook of language production* (pp. 437-450). New York: Oxford University Press.
- Martins, F. C., & Ortiz, K. Z. (2004). Proposta de protocolo para avaliação da apraxia de fala. *Fono Atual*, 30, 53 - 61.
- Mayer, J. F., & Murray, L. L. (2012). Measuring working memory deficits in aphasia. *Journal of Communication Disorders*, 45, 325-339. doi: 10.1016/j.jcomdis.2012.06.002
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi: <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Momensohn-Santos, T. M., & Russo, I. C. P. (2005). *Prática da audiologia clínica* (5ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Monti, A., Ferrucci, R., Fumagalli, M., Mameli, F., Cogiamanian, F., Ardolino, G., & Priori, A. (2013). Transcranial direct current stimulation (tDCS) and language. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 84, 832-842. doi: 10.1136/jnnp-2012-302825
- Mungas, D. (1991). In-office mental status testing: a practical guide. *Geriatrics*, 46, 54-58, 63, 66.

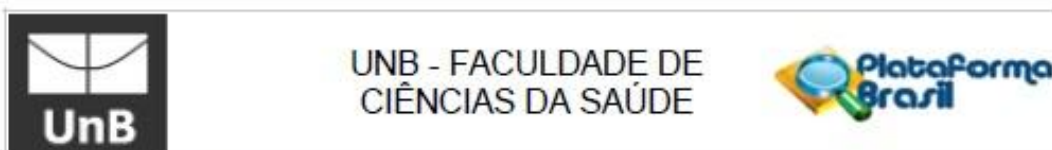
- Murray, L., Salis, C., Martin, N., & Dralle, J. (2016). The use of standardised short-term and working memory tests in aphasia research: a systematic review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1-43. doi: 10.1080/09602011.2016.1174718
- Nitsche, M. A., Boggio, P. S., Fregni, F., & Pascual-Leone, A. (2009). Treatment of depression with transcranial direct current stimulation (tDCS): A Review. *Experimental Neurology*, 219, 14-19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2009.03.038>
- Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., Paulus, W., Hummel, F., Boggio, P. S., Fregni, F., & Pascual-Leone, A. (2008). Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimulation*, 1, 206-223. doi: 10.1016/j.brs.2008.06.004
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *Journal of Physiology*, 527 Pt 3, 633-639.
- Nozari, N., & Faroqi-Shah, Y. (2017). Investigating the origin of nonfluency in aphasia: A path modeling approach to neuropsychology. *Cortex*, 95, 119-135. doi: 10.1016/j.cortex.2017.08.003
- Oberauer, K. (2005). Binding and inhibition in working memory: Individual and age differences in short-term recognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(3), 368-387. doi: 10.1037/0096-3445.134.3.368
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25, 46-59. doi: 10.1002/hbm.20131
- Parente, M. A. M. P., Fonseca, R. P., Pagliarin, K. C., Barreto, S. S., Soares-Ishigaki, E. C. S., Hübner, L. C., Joannette, Y., Nespoulous, J., & Ortiz, K. Z. (2016). *Bateria Montreal-Toulouse de avaliação da linguagem MTL-Brasil* (V. Editora Ed. Vol. 1).

- Peirce, J. W. (2008). Generating Stimuli for Neuroscience Using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2, 10. doi: 10.3389/neuro.11.010.2008
- Perlstein, W. M., Cole, M. A., Demery, J. A., Seignourel, P. J., Dixit, N. K., Larson, M. J., & Briggs, R. W. (2004). Parametric manipulation of working memory load in traumatic brain injury: Behavioral and neural correlates. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 724-741. doi: 10.1017/S1355617704105110
- Ranganath, C. (2006). Working memory for visual objects: complementary roles of inferior temporal, medial temporal, and prefrontal cortex. *Neuroscience*, 139, 277-289. doi: 10.1016/j.neuroscience.2005.06.092
- Robinson, R. G., & Benson, D. F. (1981). Depression in aphasic patients: Frequency, severity, and clinical-pathological correlations. *Brain and Language*, 14, 282-291. doi: 10.1016/0093-934x(81)90080-8
- Russo, C., Carneiro, M. I. S., Bolognini, N., & Fregni, F. (2017). Safety review of transcranial direct current stimulation in stroke. *Neuromodulation*, 20(3), 215-222. doi: 10.1111/ner.12574
- Salis, C., Kelly, H., & Code, C. (2015). Assessment and treatment of short-term and working memory impairments in stroke aphasia: A practical tutorial. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 50, 721-736. doi: 10.1111/1460-6984.12172
- Scharinger, C., Soutschek, A., Schubert, T., & Gerjets, P. (2017). Comparison of the Working Memory Load in N-Back and Working Memory Span Tasks by Means of EEG Frequency Band Power and P300 Amplitude. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 6. doi: 10.3389/fnhum.2017.00006
- Snodgrass, J. G., & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory: Applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 34-50.

- Tombaugh, T. N. (2006). A comprehensive review of the Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT). *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(1), 53-76. doi: 10.1016/j.acn.2005.07.006
- Tsuchida, A., & Fellows, L. K. (2009). Lesion Evidence That Two Distinct Regions within Prefrontal Cortex are Critical for n-Back Performance in Humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 2263-2275. doi: 10.1162/jocn.2008.21172
- Valiengo, L. C., Casati, R., Bolognini, N., Lotufo, P. A., Bensenor, I. M., Goulart, A. C., & Brunoni, A. R. (2016). Transcranial direct current stimulation for the treatment of post-stroke depression in aphasic patients: A case series. *Neurocase*, 22, 225-228. doi: 10.1080/13554794.2015.1130231
- Valiengo, L. C., Goulart, A. C., de Oliveira, J. F., Bensenor, I. M., Lotufo, P. A., & Brunoni, A. R. (2017). Transcranial direct current stimulation for the treatment of post-stroke depression: Results from a randomised, sham-controlled, double-blinded trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 88, 170-175. doi: 10.1136/jnnp-2016-314075
- Vallar, G., Corno, M., & Basso, A. (1992). Auditory and visual verbal short-term memory in aphasia. *Cortex*, 28(3), 383-389.
- Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P. (2014). Modularity in rehabilitation of working memory: A single-case study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 24, 220-237. doi: 10.1080/09602011.2014.881294
- Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Herrmann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi, C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N., & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology : Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 127, 1031-1048. doi: 10.1016/j.clinph.2015.11.012

- Wright, H. H., Downey, R. A., Gravier, M., Love, T., & Shapiro, L. P. (2007). Processing distinct linguistic information types in working memory in aphasia. *Aphasiology*, *21*, 802-813. doi: 10.1080/02687030701192414
- Wright, H. H., & Fergadiotis, G. (2012). Conceptualizing and measuring working memory and its relationship to aphasia. *Aphasiology*, *26*, 258-278. doi: 10.1080/02687038.2011.604304
- Wright, H. H., & Shisler, R. J. (2005). Working memory in aphasia: Theory, measures, and clinical implications. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *14*, 107-118. doi: 10.1044/1058-0360(2005/012)
- Zapparoli, M., Klein, F., & Moreira, H. (2009). Avaliação da acuidade visual Snellen. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, *72*, 783-788. doi: 10.1590/S0004-27492009000600008

Apêndice A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética (páginas 1, 6 e 7)



Continuação do Parecer: 1.861.245

"Termo_autoriza_imagem_som.doc" e não editável "Termo_autoriza_imagem_som_escaneado.pdf", postados em 02/11/2016.

Recomendações:

Recomenda-se o cuidado de uniformizar o orçamento da Plataforma Brasil com a planilha de orçamento apresentada. No projeto da Plataforma Brasil, consta orçamento financeiro sem detalhamento.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há óbices éticos.

Protocolo de pesquisa em conformidade com a Resolução CNS 466/2012 e Complementares.

Considerações Finais a critério do CEP:

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

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_816132.pdf	09/11/2016 00:33:36		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_escaneada.pdf	09/11/2016 00:32:57	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Orçamento	ModPlanilha_gastos_preenchida_CEPF S.doc	02/11/2016 12:39:43	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Orçamento	ModPlanilha_gastos_preenchida_CEPF S_escaneado.pdf	02/11/2016 12:39:29	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Termo_autoriza_imagem_som.doc	02/11/2016 12:39:03	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Termo_autoriza_imagem_som_escaneado.pdf	02/11/2016 12:39:28	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	02/11/2016 12:35:43	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	02/11/2016 12:35:04	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Luciano_Grudtner_Buratto.pdf	02/11/2016 12:30:10	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Curriculo_Claudia_Aparecida_Pietrobon.pdf	02/11/2016 12:29:37	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito

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



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da ETCC (estimulação transcraniana por corrente contínua) sobre a memória de trabalho de pacientes com afasia

Pesquisador: Ricardo Marcio Garcia Rocha

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 61981916.1.0000.0030

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE DE BRASILIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.861.245

Apresentação do Projeto:

De acordo com o resumo apresentado pelo pesquisador: "a memória de trabalho é uma habilidade cognitiva que envolve o armazenamento temporário e a manipulação de informação. Pesquisas recentes têm mostrado que indivíduos com afasia, além de apresentarem problemas de linguagem, apresentam também déficits cognitivos, incluindo alterações em sua memória de trabalho. Esse déficit pode contribuir para as dificuldades de expressão e compreensão da linguagem oral encontrados nesses indivíduos. A ETCC (estimulação transcraniana por corrente contínua) é uma ferramenta capaz de modular a atividade cerebral, resultando em melhora no desempenho em diversas tarefas cognitivas. Estudos anteriores demonstraram que a ETCC pode melhorar temporariamente o desempenho de indivíduos saudáveis em tarefas de memória de trabalho. O presente projeto visa verificar se a ETCC poderia facilitar o desempenho de pacientes afásicos em tarefas de memória de trabalho e se tal facilitação poderia ser transferida para habilidades de linguagem nesses indivíduos. Os resultados desse estudo fornecerão subsídios para novas formas de tratamento para transtornos de linguagem".

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

"O objetivo dessa proposta é verificar se a aplicação de ETCC-A em pacientes afásicos durante a

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

E-mail: cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.851.245

Outros	Curriculo_Ricardo_Rocha.pdf	02/11/2016 12:29:08	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	02/11/2016 12:25:55	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_escaneado.pdf	02/11/2016 12:25:35	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_responsabil_compromisso_pesq.doc	02/11/2016 12:25:09	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_responsabil_compromisso_pesq_escaneado.pdf	02/11/2016 12:24:50	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Termo_concordancia_coparticipante.doc	02/11/2016 12:23:52	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Termo_concordancia_coparticipante_escaneado.pdf	02/11/2016 12:23:21	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Termo_concordancia_proponente.doc	02/11/2016 12:22:31	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	Termo_concordancia_proponente_escaneado.pdf	02/11/2016 12:22:01	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	carta_encaminha_projeto.doc	02/11/2016 12:20:44	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito
Outros	carta_encaminha_projeto_escaneado.pdf	02/11/2016 12:19:34	Ricardo Marcio Garcia Rocha	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 12 de Dezembro de 2016

Assinado por:
Marie Togashi
(Coordenador)

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

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Convidamos o(a) senhor(a) a participar do projeto de pesquisa “Efeitos da ETCC (estimulação transcraniana por corrente contínua) sobre a memória de trabalho de pacientes com afasia”, sob a responsabilidade do pesquisador Ricardo Marcio Garcia Rocha. O projeto consistirá de tarefa cognitiva de memória junto com a aplicação de uma fraca corrente elétrica terapêutica.

O objetivo desta pesquisa é verificar se a aplicação desta fraca corrente terapêutica associada à tarefa cognitiva melhora a memória em sujeitos com dificuldade na fala, e se essa melhora irá auxiliar na fala e compreensão dos participantes.

O(a) senhor(a) receberá os esclarecimentos necessários antes e durante a pesquisa e lhe asseguramos que será mantido o mais rigoroso sigilo de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Essa pesquisa será realizada em três sessões, com 48 horas de intervalo entre cada sessão. Na primeira sessão, o(a) senhor(a) irá realizar testes de fala e compreensão da linguagem. Em seguida irá treinar, em um programa de computador, duas tarefas de memória. Na segunda sessão o(a) senhor(a) irá realizar as duas tarefas de memória por meio de um programa de computador. Nessas tarefas de memória o(a) senhor(a) terá que lembrar se a face que está vendo é a mesma que viu anteriormente (face imediatamente anterior ou duas faces antes). Na terceira sessão o(a) senhor(a) irá receber uma fraca corrente elétrica por um aparelho terapêutico que irá estimular, por um eletrodo, a região lateral esquerda da cabeça e, por outro eletrodo, a região da testa, acima do olho direito. Abaixo desses eletrodos poderá ocorrer desconfortos como sensação de coceira ou formigamento leve. Esse desconforto será controlado pela aplicação da corrente em baixa intensidade como já realizado com sucesso em protocolos anteriores.

Caso queira, o(a) senhor(a) poderá pedir para que o aparelho seja desligado a qualquer momento. Após os primeiros 5 minutos de estimulação com o aparelho terapêutico poderá ser solicitado que o(a) senhor(a) realize as tarefas de memória ou que apenas aguarde que termine o tempo de estimulação. Para finalizar a terceira sessão, após o período de estimulação do aparelho terapêutico o(a) senhor(a) terá 5 minutos para descansar e em seguida irá realizar novamente testes de fala e compreensão da linguagem.

As sessões serão realizadas no Instituto de Medicina e Psicologia Integradas (IMPI), localizado no SHIS QI 5, ch-85, Lago Sul - Brasília, DF. As datas serão combinadas com os participantes ou acompanhantes, com um tempo estimado de no máximo 50 minutos para cada sessão.

Ao término da pesquisa, o(a) senhor(a) receberá, caso necessário, um encaminhamento para assistência à saúde, pública ou privada, afim de dar continuidade ao seu tratamento.

Se aceitar participar, estará contribuindo para a pesquisa de uma técnica de fácil aplicação, portátil e segura, de baixo custo e com possibilidades de ser inserida na saúde pública, que poderá reduzir suas dificuldades de fala e ampliar as possibilidades terapêuticas para indivíduos com afasia.

O(a) senhor(a) poderá se recusar a responder qualquer questão ou participar de qualquer procedimento que lhe traga constrangimento. O(a) senhor(a) poderá desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo. Sua participação é

voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração. Eventuais despesas do senhor(a) e do(da) seu(sua) acompanhante para a participação na pesquisa serão pagas pelo pesquisador. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da sua participação na pesquisa, o(a) senhor(a) poderá ser indenizado(a), obedecendo as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados serão divulgados no Instituto de Psicologia (Universidade de Brasília) e poderão ser posteriormente publicados em periódicos da área. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador principal por, no mínimo, 5 anos. Após esse período, os dados serão destruídos.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor entre em contato com o pesquisador principal Ricardo Marcio Garcia Rocha (ricofisio@hotmail.com; celular [REDACTED] - aceita ligação à cobrar), professor orientador Dr. Luciano GrüttnerBuratto (lburatto@unb.br; tel: [REDACTED]) ou, pesquisadora assistente Cláudia Ap. Pietrobon (calfono@hotmail.com). Os pesquisadores também poderão ajudá-lo(a) caso o(a) senhor(a) não se sinta bem durante o estudo.

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

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

Nome e assinatura do
participante

Ricardo Marcio Garcia Rocha
Pesquisador Responsável

Brasília, ____ de _____ de _____.

Apêndice C – Termo de Autorização para Uso de Imagem e Som de Voz para Pesquisa

Eu, _____, autorizo a utilização da minha imagem e som de voz, na qualidade de participante/entrevistado(a) no projeto de pesquisa intitulado “Efeitos da ETCC (estimulação transcraniana por corrente contínua) sobre a memória de trabalho de pacientes com afasia”, sob responsabilidade do pesquisador Ricardo Marcio Garcia Rocha vinculado ao Programa de Pós-graduação do Instituto de Psicologia, Departamento de Processos Psicológicos Básicos da Universidade de Brasília.

Minha imagem e som de voz podem ser utilizadas apenas para análise por parte da equipe de pesquisa e apresentações em conferências profissionais e/ou acadêmicas.

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

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

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

Nome e assinatura do participante

Ricardo Marcio Garcia Rocha

Pesquisador Responsável

Brasília, ____ de _____ de _____.

Apêndice D – Adaptações da Tarefa Compreensão Oral de Frases (3b da Bateria MTL)

para Aplicação no Pré-teste (a) e Pós-teste (b)

a.

CORRETO			
O homem come.	A mulher come.	O homem bebe.	A mulher bebe.
O menino corre.	A menina corre.	O menino anda.	A menina anda.
O cachorro segue o menino.	O menino segue o cachorro.	O cachorro carrega o menino.	O menino carrega o cachorro.
O menino carrega o cachorro.	O cachorro carrega o menino.	O menino segue o cachorro.	O cachorro segue o menino.
O menino é olhado pelo cachorro.	O cachorro é olhado pelo menino.	O menino é empurrado pelo cachorro.	O cachorro é empurrado pelo menino.
O cachorro é empurrado pelo menino.	O menino é empurrado pelo cachorro.	O cachorro é olhado pelo menino.	O menino é olhado pelo cachorro.
É o menino que o cachorro carrega.	É o cachorro que o menino carrega.	É o menino que o cachorro empurra.	É o cachorro que o menino empurra.
É o menino que o cachorro empurra.	É o cachorro que o menino empurra.	É o menino que o cachorro carrega.	É o cachorro que o menino carrega.
A vaca segue o fazendeiro e o porco.	O fazendeiro segue a vaca e o porco.	O porco segue o fazendeiro e a vaca.	O porco e a vaca seguem o fazendeiro.
O menino pequeno empurra o grande na cadeira.	O menino grande empurra o pequeno na cadeira.	O menino pequeno empurra a cadeira no grande.	O menino grande empurra a cadeira no pequeno.
O gato está embaixo da cadeira.	O gato está em cima da cadeira.	O gato está atrás da cadeira.	O gato está na frente da cadeira.
O gato está atrás da cadeira.	O gato está na frente da cadeira.	O gato está embaixo da cadeira.	O gato está em cima da cadeira.
A mãe briga com o menino porque ele quebrou os óculos.	A mãe briga com o menino porque ele deixou os óculos na mesa.	A mãe briga com o menino.	A mãe olha o menino que está perto dos óculos quebrados.
O homem que está de chapéu beija a mulher.	A mulher que está de chapéu beija o homem.	O homem que está de chapéu é beijado pela mulher.	A mulher que está de chapéu é beijada pelo homem.
_____/14	_____/14	_____/14	_____/14

b.

CORRETO			
A mulher come.	O homem come.	O homem bebe.	A mulher bebe.
A menina corre.	O menino corre.	O menino anda.	A menina anda.
O menino segue o cachorro.	O cachorro segue o menino.	O cachorro carrega o menino.	O menino carrega o cachorro.
O cachorro carrega o menino.	O menino carrega o cachorro.	O menino segue o cachorro.	O cachorro segue o menino.
O cachorro é olhado pelo menino.	O menino é olhado pelo cachorro.	O menino é empurrado pelo cachorro.	O cachorro é empurrado pelo menino.
O menino é empurrado pelo cachorro.	O cachorro é empurrado pelo menino.	O cachorro é olhado pelo menino.	O menino é olhado pelo cachorro.
É o cachorro que o menino carrega.	É o menino que o cachorro carrega.	É o menino que o cachorro empurra.	É o cachorro que o menino empurra.
É o cachorro que o menino empurra.	É o menino que o cachorro empurra.	É o menino que o cachorro carrega.	É o cachorro que o menino carrega.
O fazendeiro segue a vaca e o porco.	A vaca segue o fazendeiro e o porco.	O porco segue o fazendeiro e a vaca.	O porco e a vaca seguem o fazendeiro.
O menino grande empurra o pequeno na cadeira.	O menino pequeno empurra o grande na cadeira.	O menino pequeno empurra a cadeira no grande.	O menino grande empurra a cadeira no pequeno.
O gato está em cima da cadeira.	O gato está embaixo da cadeira.	O gato está atrás da cadeira.	O gato está na frente da cadeira.
O gato está na frente da cadeira.	O gato está atrás da cadeira.	O gato está embaixo da cadeira.	O gato está em cima da cadeira.
A mãe briga com o menino porque ele deixou os óculos na mesa.	A mãe briga com o menino porque ele quebrou os óculos.	A mãe briga com o menino.	A mãe olha o menino que está perto dos óculos quebrados.
A mulher que está de chapéu beija o homem.	O homem que está de chapéu beija a mulher.	O homem que está de chapéu é beijado pela mulher.	A mulher que está de chapéu é beijada pelo homem.
_____/14	_____/14	_____/14	_____/14

Nota. A primeira coluna representa a frase da imagem alvo. As outras colunas apresentam frases que representam as imagens não alvo de cada prancha.

Apêndice E – Adaptações da Tarefa Manipulação de Objetos sob Ordem Verbal (13 da Bateria MTL) para Aplicação no Pré-teste (a) e Pós-teste (b)

a.

Nível:	Comando:
Primeiro comando	Pegue a chave ().
Segundo comando	Me dê () o pente ().
Terceiro comando	Pegue o copo () e a caneta ().
Quarto comando	Coloque a chave () ao lado () do copo ().
Quinto comando	Vire () o copo () e dobre () o papel ().
Sexto Comando	Pegue a chave (), depois coloque o copo () ao lado () da caneta ().

b.

Nível:	Comando:
Primeiro comando	Pegue o pente ().
Segundo comando	Me dê () a chave ().
Terceiro comando	Pegue o papel () e a caneta ().
Quarto comando	Coloque o copo () em cima () do papel ().
Quinto comando	Gire () a caneta () e dobre () o papel ().
Sexto Comando	Pegue o pente (), depois coloque a caneta () em cima () do papel ().

Nota. Os parênteses vazios indicam 1 ponto para cada ação correta ou interação com objeto correto de acordo com o comando.

**Apêndice F – Imagens Utilizadas para as Adaptações da Tarefa Discurso Narrativo Oral
(4 da Bateria MTL) para Aplicação no Pré-teste (a) e Pós-teste (b)**

a.



b.

