

## **ANÁLISE DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL ATRAVÉS DO ELETROENCEFALOGRAMA APÓS ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA NO PÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO ISQUÊMICO**

**Maria Aparecida Brandi Costa Xavier<sup>1</sup>**

Graduando em Fisioterapia - Centro Universitário Redentor.

**Patrícia Passos Martins<sup>2</sup>**

Fisioterapeuta especialista em Fisioterapia Cinética Funcional  
Docente do Centro Universitário Redentor

**Douglas Alves Ferreira<sup>3</sup>**

Mestrando em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional - UCAM  
Fisioterapeuta Especialista em Traumatologia Aplicada a Terapia Manual.  
Formação em Neuromodulação pela UFPE.  
Docente do Centro Universitário Redentor.

**Eliza Miranda Costa Caraline<sup>4</sup>**

Médica com especialização em Saúde da Família pela UERJ

**Pollyana Estephaneli Corty Carneiro<sup>5</sup>**

Enfermeira especialista em Gerontologia pelo Instituto de Ensino e Pesquisa Albert Einstein

### **Resumo**

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é conceituado como lesão causada por distúrbios hemodinâmicos e da coagulação, mesmo que não se tenha alterações detectáveis nas artérias ou veias, possuindo causas distintas: O AVE isquêmico é causado por oclusão vascular localizada e o AVE hemorrágico é causado por aneurisma ou trauma. A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC), é um procedimento de neuroestimulação que usa

<sup>1</sup> Graduando em Fisioterapia. UniRedentor, Itaperuna/RJ, [cidacostaxavier@yahoo.com.br](mailto:cidacostaxavier@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Graduada em Fisioterapia. UniRedentor, Itaperuna/RJ, [pattymartins@gmail.com](mailto:pattymartins@gmail.com)

<sup>3</sup> Graduado em Fisioterapia. UniRedentor, Itaperuna/RJ, [douglasferreira@hotmail.com](mailto:douglasferreira@hotmail.com)

corrente elétrica de baixa frequência de modo contínuo que é emitida por pequenos eletrodos de forma direta na área cerebral, sendo uma técnica indolor, de baixo custo, portátil e segura, capaz de modular a atividade cortical e induzir mecanismos de neuroplasticidade. O acompanhamento das atividades elétricas cerebrais foi analisado através do Eletroencefalograma (EEG), exame que analisa a atividade elétrica cerebral espontânea, captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo. A amostra foi composta por 2 indivíduos, sexo masculino, com sequela de Acidente Vascular Encefálico Isquêmico, com idade entre 55 a 70 anos, que foram submetidos ao Eletroencefalograma, antes e após a aplicação da ETCC, com objetivo de analisar a influência da Eletroestimulação nas atividades elétricas cerebrais. Ao comparar as médias do antes e depois da aplicação da ETCC, observou-se que os valores das frequências médias de todas as áreas do escalpo foram diferentes das médias após a estimulação cerebral, demonstrando mudanças significantes na frequência cerebral após o uso da ETCC no indivíduo. Conclui-se que ocorreram modificações das atividades elétricas cerebrais em pacientes com sequela de AVE após a estimulação cerebral, analisadas através de dados obtidos pelo EEG.

**Palavras-chave:** eletroencefalograma, estimulação transcraniana por corrente contínua, AVE isquêmico.

### **Abstract**

Stroke is conceptualized as a lesion caused by hemodynamic and coagulation disorders, even if there are no detectable alterations in the arteries or veins, possessing distinct causes: ischemic stroke is caused by Vascular occlusion Haemorrhagic stroke is caused by aneurysm or trauma. Transcranial Direct current stimulation (tDCS) is a neurostimulation procedure that uses a continuous low frequency electric current that is emitted by small electrodes directly in the cerebral area, being a painless technique, Low cost, portable and safe, capable of modulating cortical activity and inducing neuroplasticity mechanisms. The monitoring of cerebral electrical activities was analyzed through the electroencephalogram (EEG), an examination that analyzes the spontaneous cerebral electrical activity, captured using electrodes placed on the scalp. The sample consisted of 2 individuals, male, with sequelae of ischemic stroke, aged 55 to 70 years, who underwent electroencephalogram, before and after the application of the tDCS, with the objective of analyzing the influence of Electrostimulation in brain electrical activities. When comparing the averages of the before and after the application of the tDCS, it was observed that the values of the mean frequencies of all areas of the scalp were different from the means after cerebral stimulation, demonstrating significant changes in the cerebral frequency after Use of the tDCS in the individual. It was concluded that there were modifications of cerebral electrical activities in patients with sequelae of stroke after cerebral stimulation, analyzed through data obtained by EEG.

**Key words:** electroencephalogram, Transcranial Direct current stimulation, Ischemic stroke.

## **1. INTRODUÇÃO**

Segundo Gouveia *et al.*, (2015) os Acidentes Vasculares Encefálicos (AVE) são conceituados como “lesões causadas por distúrbios hemodinâmicos e da coagulação, mesmo que não se tenha alterações detectáveis nas artérias ou veias”. O AVE isquêmico é causado

por oclusão vascular localizada e o AVE hemorrágico é causado por aneurisma ou trauma.

Andrade & Oliveira (2015, p.282) relatam que “o *déficit* neurológico é um reflexo do tamanho, localização da lesão e da quantidade de fluxo sanguíneo colateral”. O déficit neurológico pode variar de acordo com a extensão do tecido cerebral aumentando a pressão intracraniana, podendo comprometer de forma unilateral ou bilateral, levando a hemiparesia, redução da força ou hemiplegia, quando afeta um hemicorpo, bem como poderá ter apresentação quadriparética ou quadriplégica ao afetar os dois membros superiores ou inferiores.

Observa-se que têm sido empregadas estratégias não farmacológicas para retardar os *déficits* cognitivos e diminuir os prejuízos funcionais. Dentre elas, merece destaque a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC), que segundo Rosa (2017) é um procedimento de neuroestimulação que usa corrente elétrica de baixa frequência e de modo contínuo que é emitida por pequenos eletrodos de forma direta na área cerebral, sendo uma técnica indolor, de baixo custo, portátil e segura, capaz de modular a atividade cortical e induzir mecanismos de neuroplasticidade.

Conforme Costa *et al.*, (2014) a ETCC pode ser utilizada para estudar a organização cortical e relações entre cérebro e comportamento. Seu uso clínico também é relevante e vários estudos sugerem que pode ser aplicada só ou como complemento a intervenções comportamentais, motoras ou farmacológicas.

Essa técnica é capaz de modular a atividade cortical e induzir mecanismos de neuroplasticidade. Ensaios clínicos demonstram benefícios relevantes entre a associação de estimulação cerebral não invasiva e terapias adjuvantes sistematizadas, como fisioterapia e treino cognitivo (ANDRADE & OLIVEIRA, 2015).

O acompanhamento das atividades elétricas cerebrais pode ser analisado através do Eletroencefalograma - EEG, sendo um exame que analisa a atividade elétrica cerebral espontânea, captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo. O objetivo desse exame é obter registro da atividade elétrica cerebral para o diagnóstico de eventuais anormalidades dessa atividade.

Este trabalho teve como objetivo analisar através do exame EEG, a influência da ETCC nas atividades elétricas cerebrais no Pós AVE Isquêmico.

## 2. METODOLOGIA

Trata-se de um modelo de estudo do tipo quantitativo de caráter transversal, realizado no laboratório de fisiologia do Centro Universitário Redentor em Itaperuna - RJ com a

participação de profissionais credenciados tanto para a realização da técnica de neuromodulação, quanto para a realização do exame de Eletroencefalograma.

A amostra foi composta por 2 indivíduos, sexo masculino, com sequela de Acidente Vascular Encefálico Isquêmico, com idade entre 55 a 70 anos, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Redentor. Os critérios de inclusão foram: pacientes com diagnóstico clínico de AVE Isquêmico, lúcido e orientado. Já os critérios de exclusão foram: paciente que não apresentassem diagnóstico clínico de AVE Isquêmico, sem respostas verbais e desorientados, com histórico de epilepsia, com marcapasso cardíaco e implantes metálicos cerebrais. O paciente foi informado de todos os aspectos do experimento, incluindo a possibilidade de efeitos adversos menores relacionados à ETCC, tais como sensações de coceira, queimação e formigamento no couro cabeludo.

No início da pesquisa, realizou-se a avaliação das atividades elétricas cerebrais através do EEG, com tempo de duração de coleta de aproximadamente 30 minutos. Em seguida, foi submetido a estimulação cerebral através da ETCC (Figura 1 e 2), com 2 mA e 20 minutos de duração. Os participantes receberam estimulação ativa com o eletrodo anodal no couro cabeludo sobre o córtex motor primário (M1) ipsilesional a lesão e o cátodo foi colocado sobre a região supra orbital contralateral a lesão (Figura 3 e 4). O Eletroencefalograma utilizado foi o modelo *Neuromap EQSA-260 da Neurotec* e o aparelho de ETCC foi o TCT Research Limited, Hong Kong. O método utilizado para mapeamento da área a ser estimulada, foi o sistema 10/20, internacionalmente reconhecido para descrever a localização dos eletrodos do couro cabeludo, baseado na relação entre a localização de um eletrodo e a área subjacente do córtex cerebral. Os eletrodos (eletrodo catódico: 5 cm x 5 cm; eletrodo anódico: 5 cm x 7cm) de borracha foram inseridos em esponjas embebidas em solução salina e fixadas com uma cinta de cabeça.

Para a análise dos resultados foi utilizado o teste t de Student Pareado para comparar o antes e o depois das alterações eletroencefalográficas após o uso da ETCC e avaliar se houve diferença significativa entre as médias das duas amostras. O nível de significância seguido foi de 5% e o *software* utilizado foi o SPSS 22 para realizar as análises estatísticas.

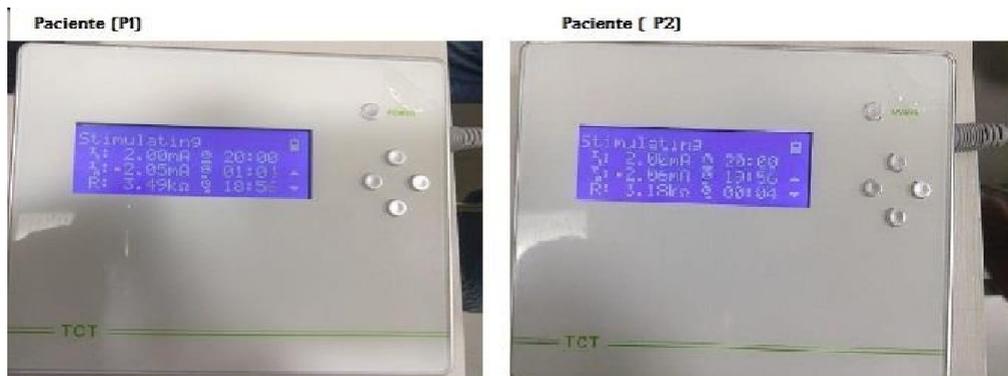


Figura 1 e 2: Dispositivo de ETCC.



**Figura 3 e 4:** Demonstração da aplicação da ETCC: paciente 1 e paciente 2. (ETCC com o eletrodo anodal no couro cabeludo sobre o córtex motor primário ipsilesional a lesão e o catodo na região supraorbital).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo demonstram que através do Eletroencefalograma é possível analisar e quantificar as alterações ocorridas nas atividades elétricas cerebrais após a aplicação da ETCC no Pós AVE Isquêmico.

Conforme Costa *et al.*, (2014) a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua vem crescendo em algumas áreas como na psicologia, neurologia e neurociências, sendo eficaz no desempenho motor, sensorial e cognitivo. De acordo com Mól (2018) a ETCC pode ser utilizada com evidências no tratamento da doença de Parkinson, no mal de Alzheimer, depressão, compulsão por drogas e alimentar, relatando ainda, em estudos recentes, um novo campo de atuação, em atletas, na execução ergogênica, com aumento da produção de força muscular, desempenho aeróbico e percepção do esforço.

Corroborando com este estudo, Andrade & Oliveira (2015) realizaram um estudo relacionado à ETCC e sua aplicação no tratamento do AVE, onde concluíram a sua utilização, como alternativa terapêutica eficaz, trazendo implicações positivas para os pacientes, quando comparadas medidas pré e pós-tratamento, bem como a viabilidade e segurança de sua aplicação. Observaram que a ETCC pode modular a atividade cortical, estando relacionada a efeitos neuromoduladores e neuroplásticos, sendo importante no tratamento das sequelas decorrentes do AVE, estando relacionada à melhoria clínica e funcional destes pacientes.

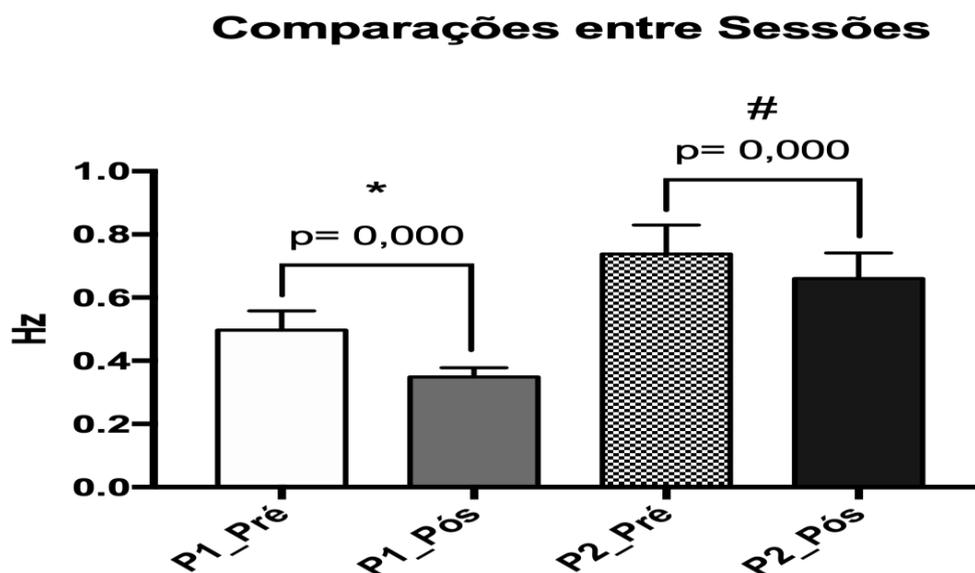
Ao comparar as médias do antes e depois da aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, observou-se que os valores das frequências médias de todas as áreas do escalpo foram diferentes das médias após a estimulação cerebral. No paciente 1 (P1), antes

do uso da ETCC a média estatística da frequência das áreas cerebrais era de  $M=0,4970\text{Hz}$  (IC 95%;  $DP\pm 0,06062$ ) e após o uso da ETCC a média foi para  $M=0,3490$  (IC 95%;  $DP\pm 0,02882$ ,  $t(19) = 16,250$ ,  $p < 0,05$ ). E, no paciente 2 (P2), antes do uso da ETCC a média estatística da frequência das áreas cerebrais era de  $M=0,7375\text{Hz}$  (IC 95%;  $DP\pm 0,09227$ ) e após o uso da ETCC a média foi para  $M=0,6605$  (IC 95%;  $DP\pm 0,08069$ ,  $t(19) = 0,10860$ ,  $p < 0,05$ ), demonstrando, assim, mudanças significantes na frequência cerebral após o uso da ETCC no indivíduo (Tabela 01/Gráfico 01).

TRATAMENTO	MÉDIA	DP	P
P1 - PRÉ	0,4970	$\pm 0,06062$	0,00
P1 - PÓS	0,3490	$\pm 0,02882$	0,00
P2 - PRÉ	0,7375	$\pm 0,09227$	0,00
P2 - PÓS	0,6605	$\pm 0,08069$	0,00

a. P= Probabilidade de significância  $p < 0,05$

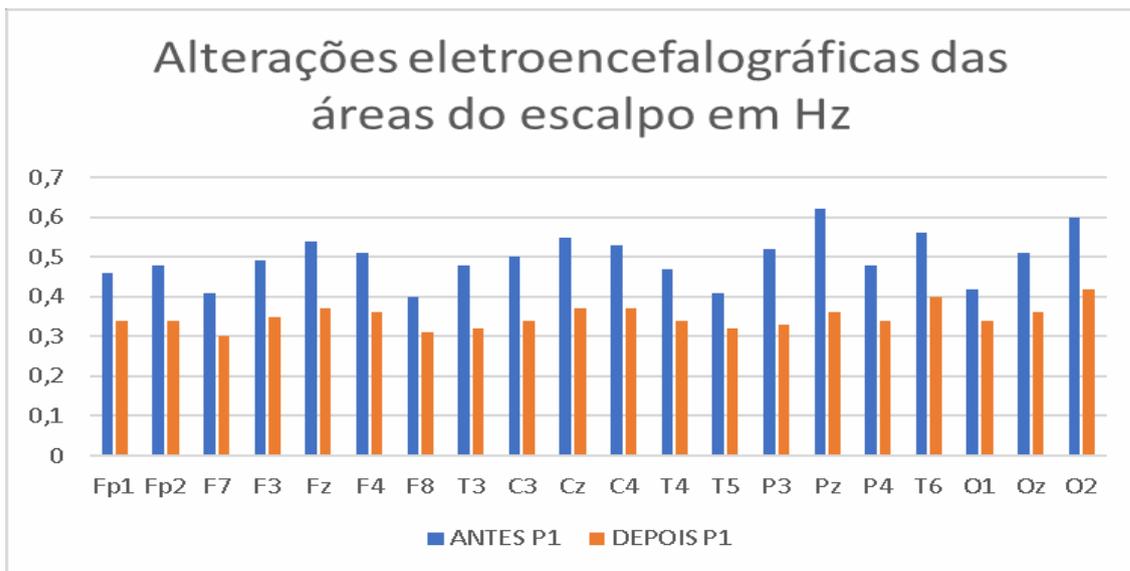
**Tabela 01:** valores descritivos de pré e pós ETCC- Teste t de Student para amostras pareadas.



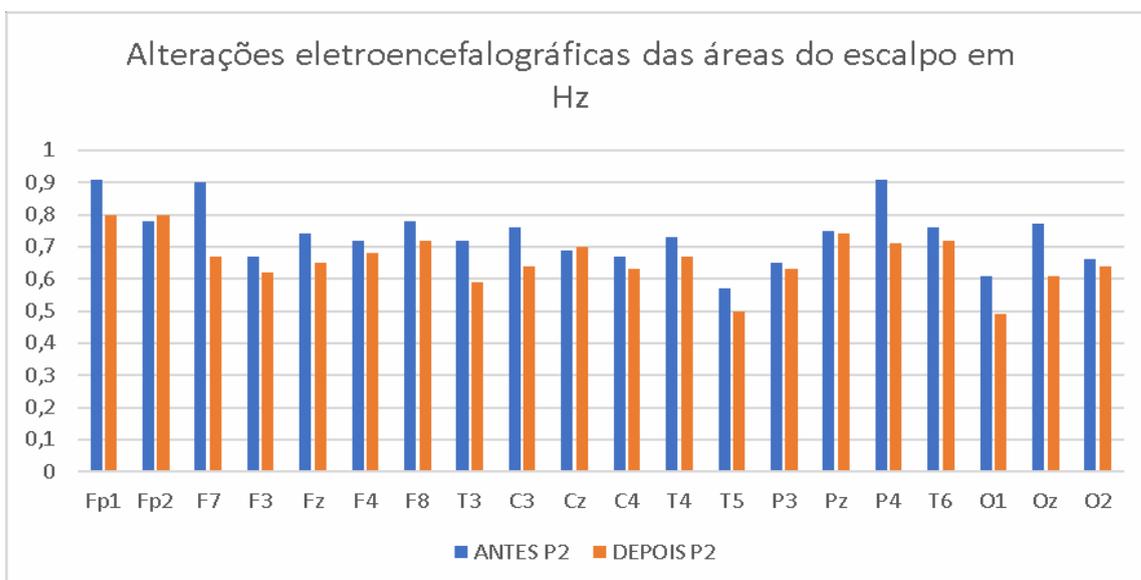
**Gráfico 01:** Média da frequência das áreas do escalpo antes e depois da estimulação pela ETCC.

Os Gráficos 2 e 3 demonstram as alterações eletroencefalográficas em Hz de cada região cerebral de acordo com as Áreas de Brodman no período pré e pós-estimulação de ambos os pacientes. Sendo possível observar que no P1 as alterações foram mais evidentes

ao se comparar com o P2.



**Gráfico 02:** Representação gráfica das alterações eletroencefalográficas de cada região cerebral antes e depois da estimulação pela ETCC no P1.



**Gráfico 03:** Representação gráfica das alterações eletroencefalográficas de cada região cerebral antes e depois da estimulação pela ETCC no P2.

Analisando os Gráfico 2 e 3, observa-se alterações eletroencefalográficas indicando que a atividade elétrica cerebral sofreu modificações após o uso da ETCC, confirmando o objetivo do estudo. A ETCC com o eletrodo anodal em M1 e o catódico na região

supraorbital provocam alterações na conectividade funcional em distintas regiões cerebrais que duram além do período de estimulação (CUMMIFORD M. C. *et al.*, 2016).

Segundo Nitsche & Paulus (2000) a ETCC promove um efeito de aumento de excitabilidade cortical, contudo, no presente estudo ocorreu o oposto, havendo uma inibição da excitabilidade. Em concordância com os resultados do estudo de Roy, A., Baxter, B., & He, B. (2014), que também demonstram diminuição da atividade cortical após a estimulação.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que ocorreram modificações significativas nas atividades elétricas cerebrais em pacientes com sequela de AVE Isquêmico após a estimulação cerebral pela ETCC através dos dados colhidos no EEG. Demonstrando ainda, que este recurso pode ser utilizado como uma ferramenta de avaliação afim de monitorar as alterações das atividades elétricas cerebrais no decorrer do tratamento com a ETCC.

Conclui-se que há uma grande limitação por não haver uma padronização na aplicação da técnica de ETCC, para uma compreensão mais acurada. Com isso, há necessidade de mais estudos, com um tamanho maior de amostras e intervenções, para verificar os efeitos clínicos dessas modificações das atividades elétricas cerebrais após a intervenção com ETCC e para melhor compreender e adequar a técnica no processo de reabilitação funcional.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Sara Regina Meira et al. Análise epidemiológica do acidente vascular cerebral no Brasil. **Rev Neurocienc**, v. 20, n. 4, p. 481-2, 2012.

ANDRADE, Suellen Marinho; DE OLIVEIRA, Eliane Araújo. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Tratamento do Acidente Vascular Cerebral: Revisão de Literatura. **Revista Neurociências**, 2015.

BASTOS, V. H. V.; SILVA, J. G.; KNACKFUSS, I. G.; PORTELLA, C. E. Coerência espectral do eletrencefalograma em pacientes submetidos à transposição tendinosa. **Arq Neuropsiquiatria**, 64(2-B):473-477., 2005.

BERLIM, Marcelo T.; NETO, Vitor Dias; TURECKI, Gustavo. Estimulação transcraniana por corrente direta: uma alternativa promissora para o tratamento da depressão maior? Transcranial direct current stimulation: a promising alternative for the treatment of major depression? **Rev Bras Psiquiatr**, v. 31, p. S34-8, 2009.

BOGGIO, P. S. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre memória operacional e controle motor. Tese de Doutorado, Instituto de Psicologia,

Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

BOLOGNINI, Nadia et al. Neurophysiological and Behavioral Effects of tDCS Combined With Constraint-Induced Movement Therapy in Poststroke Patients. **Neurorehabilitation And Neural Repair**, [s.l.], v. 25, n. 9, p.819-829, 29 jul. 2011. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968311411056>.

BUTLER, Andrew J. et al. A meta-analysis of the efficacy of anodal transcranial direct current stimulation for upper limb motor recovery in stroke survivors. *Journal Of Hand Therapy*, [s.l.], v. 26, n. 2, p.162-171, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2012.07.002>.

CARDOSO, M. C. A. F. Disfagia Orofaríngea de Causa Neurogênica: Verificação do Índice de Saturação de O<sub>2</sub> na Avaliação Clínica Fonoaudiológica. [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: UFSM, 2004, 167p.

HE, Bin et al. Grand challenges in mapping the human brain: NSF workshop report. **IEEE transactions on Biomedical engineering**, v. 60, n. 11, p. 2983-2992, 2013.

COSTA, T. L.; BOGGIO P. S.; VENTURA, D. F. Estimulação transcraniana por corrente contínua: da pesquisa básica sobre processos psicológicos básicos à reabilitação. **Temas psicol.** vol.22 no.3 Ribeirão Preto dez. 2014.

CUMMIFORD, Chelsea M. et al. Changes in resting state functional connectivity after repetitive transcranial direct current stimulation applied to motor cortex in fibromyalgia patients. **Arthritis research & therapy**, v. 18, n. 1, p. 40, 2016.

FARIA, Paula et al. Feasibility of focal transcranial DC polarization with simultaneous EEG recording: preliminary assessment in healthy subjects and human epilepsy. **Epilepsy & Behavior**, v. 25, n. 3, p. 417-425, 2012.

GOUVÊA, Daniele et al. ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar das Faculdades São José**, v. 6, n. 2, 2015.

HESSE, S. et al. Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted arm training in subacute stroke patients: a pilot study. **Restorative neurology and neuroscience**, v. 25, n. 1, p. 9-15, 2007.

HUMMEL, Friedhelm et al. Effects of non-invasive cortical stimulation on skilled motor function in chronic stroke. **Brain**, v. 128, n. 3, p. 490-499, 2005.

KHEDR, E. M. et al. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. **European journal of neurology**, v. 7, n. 5, p. 509-516, 2000.

KOBAYASHI, S. et al. Functionally essential neuronal population of the facial motor nucleus. **Neuroscience research**, v. 45, n. 3, p. 357-361, 2003.

LUFT, Caroline; ANDRADE, Alexandro. A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, n. 1, p. 106-115, 2006.

NITSCHKE M.A; PAULUS W. Excitability changes induced in the human motor cortex by

weak transcranial direct current stimulation. **J Physiol.**; P.527-633, 2000.

ROY, Abhrajee; BAXTER, Bryan; HE, Bin. High-definition transcranial direct current stimulation induces both acute and persistent changes in broadband cortical synchronization: A simultaneous tDCS–EEG study. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 61, n. 7, p. 1967-1978, 2014.

## APÊNDICE A

### Questionário de Segurança para aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.

Você	Sim	Não
Já apresentou quadro epilético, ou já teve convulsões?		
Possui alguém da família que já apresento quadro epilético, ou já teve convulsões?		
Está ou esteve com dor de cabeça intensa ou frequente nos últimos dias?		
Já teve perda de consciência sem motivo claro? Se sim, descreva ao final do questionário em que ocasião.		
Já sofreu algum trauma/pancada na cabeça em que teve perda de consciência?		
Apresenta algum tipo de material metálico (clipe, projétil de arma de fogo ou fragmento de qualquer outra estrutura metálica) implantado em sua cabeça, ou em qualquer outro lugar (exceto na boa)?		
Tem algum tipo de implante/aparelho/dispositivo médico implantado em seu corpo, tal como marca passo cardíaco?		
Tem problemas de audição e/ou implante coclear?		
Está grávida ou é sexualmente ativa e não tem certeza sobre a possibilidade de estar grávida?		
Está tomando algum tipo de medicamento com ação conhecida no sistema nervoso? Se sua resposta for sim, por favor listar no final do questionário os medicamentos.		
Já foi submetido a uma avaliação por Estimulação Magnético Transcraniana e apresentou alguma reação adversa?		

Já foi submetido a uma seção de ressonância magnética e apresentou alguma reação adversa?		
---	--	--

Caso você tenha respondido SIM a alguma das questões, por favor descreva melhor a situação:

\_\_\_\_\_

Data e Assinatura

**APÊNDICE B - Questionário de efeitos adversos:**

Você sentiu alguma das reações abaixo?	Classifique o que sentiu de 0 a 3: 0 – ausente; 1 – pouco; 2 – médio; 3 – muito.	Se alguma reação apareceu, ela foi devida ao tratamento? 0 – não; 1 – dificilmente; 2 – possivelmente; 3 – provavelmente; 4 – com certeza.	Notas
Dor de cabeça			
Dor no pescoço			
Dor no couro cabeludo			
Queimaduras			
Coceira abaixo do eletrodo			
Vermelhidão na pele			
Formigamento			
Sonolência			
Dificuldades em se concentrar			
Mudanças agudas no humor			
Sensação de desmaio			
Alterações na audição			
Crise epilética			
Perda da consciência			