

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE FISIOTERAPIA
**MESTRADO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FÍSICO-
FUNCIONAL**

Jéssica do Val Rodrigues

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM ELETROESTIMULADOR BRASILEIRO
PARA ATIVAR O MÚSCULO GASTROCNÊMIO DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL**

Juiz de Fora

2023

Jéssica do Val Rodrigues

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM ELETROESTIMULADOR BRASILEIRO
PARA ATIVAR O MÚSCULO GASTROCNÊMIO DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional. Área de concentração: Desempenho e Reabilitação em diferentes condições de saúde.

Orientador: Doutora Paula Silva de Carvalho Chagas

Coorientador: Doutor Diogo Simões Fonseca

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

do Val Rodrigues, Jéssica.

ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM ELETROESTIMULADOR BRASILEIRO PARA ATIVAR O MÚSCULO GASTROCNÊMIO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL / Jéssica do Val Rodrigues. -- 2023.

98 f. : il.

Orientadora: Paula Silva de Carvalho Chagas

Coorientador: Diogo Simões Fonseca

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, 2023.

1. Paralisia cerebral. 2. Pressão Plantar. 3. Marcha. 4. Eletroestimulador. I. Silva de Carvalho Chagas, Paula , orient. II. Simões Fonseca , Diogo , coorient. III. Título.

JÉSSICA DO VAL RODRIGUES

**Desenvolvimento de um Eletroestimulador Brasileiro para Ativar o Músculo Gastrocnêmio
para Crianças e Adolescentes com Paralisia Cerebral**

Dissertação
apresentada ao
Programa **Ciências
da Reabilitação e
Desempenho Físico-
Funcional** da Universidade
Federal de Juiz de
Fora como requisito
parcial à obtenção do
título de Mestre em
**Ciências da
Reabilitação e
Desempenho Físico-
Funcional**. Área de
concentração: **Desempenho
e Reabilitação em
Diferentes Condições
de Saúde**

Aprovada em 30 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Paula Silva de Carvalho Chagas - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Diogo Simões Fonseca - coorientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Flávia de Souza Bastos

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Rejane Vale Gonçalves

Universidade Federal de Minas Gerais

Juiz de Fora, 24/05/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Paula Silva de Carvalho Chagas, Professor(a)**, em 03/07/2023, às 10:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flavia de Souza Bastos, Professor(a)**, em 03/07/2023, às 13:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rejane Vale Gonçalves, Usuário Externo**, em 03/07/2023, às 14:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diogo Simoes Fonseca, Professor(a)**, em 04/07/2023, às 09:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1297821** e o código CRC **8618E2FC**.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me sustentou e me fez mais forte nesta caminhada! Dedico também a minha mãe, irmãos, sobrinhas, avó e amigos que me inspiram e me auxiliaram na realização desse tão sonhado sonho!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a oportunidade de conclusão desta etapa primeiramente à Deus, por ser fonte de força, sabedoria e alívio. A minha família, amigos, pacientes, colegas de trabalho e de estudo, por estarem ao meu lado, me apoiando e incentivando. A minha mãe, Sirlene Marchiori por ser exemplo de força, honestidade e determinação. A minhas irmãs, irmão e sobrinhas por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e incentivando. Aos meus amigos, principalmente a Danielly Reale e Fabio Cavalcanti, por me ajudarem nessa jornada, por estarem ao meu lado, me dando força e incentivo. A Clínica Petit, as minhas colegas de trabalho, pacientes e seus familiares, que entenderam e me apoiaram na realização desse sonho.

A minha orientadora Paula Chagas por aceitar esse desafio e acreditar que isso poderia sim, dar certo! A ela e ao meu coorientador Diogo Simões, por toda ajuda. Aos alunos e professores do IFET, por aceitarem esse desafio, Ricardo Ribeiro, Victor Andrade, Silvana Faceroli e Sara Del Vecchio. As alunas de iniciação científica Beatriz B., Beatriz E. Maria Eduarda M. e Bruna Carolina por me ajudarem e me apoiarem nesta jornada. A professora Jaqueline Frônio, Cyntia Correa, Maritza Breder e Marco Garcia, além dos meus orientadores é claro, por todo ensinamento compartilhado, e principalmente, por despertarem em mim um amor por ensinar. As minhas amigas e amigos do mestrado Fernanda, Devika, Leticia e Elton, por tornarem essa caminhada mais leve e feliz, e claro, por todo apoio.

Pois nenhum projeto é possível de ser concluído, se ao nosso lado não tivermos pessoas que nos apoiem, incentivem e nos ajudem. Por todo esse caminho percorrido, fiz inúmeras descobertas, estudei muito, trabalhei, mas principalmente, aprendi a ser forte e acreditar em mim. Hoje tenho novos sonhos, metas e objetivos, e sei que posso realiza-los desde que eu tenha muita força de vontade, foco e disciplina. Hoje sou uma pessoa melhor do que no início dessa caminhada e agradeço a vocês que sempre estarão em minhas lembranças com muito carinho e amor. Mais um sonho realizado, de muitos outros que virão.

"Um sonho escrito com uma data torna-se um objetivo. Um objetivo dividido em etapas se torna um plano. Um plano apoiado pela ação faz com que seus sonhos se tornem realidade."
(REID G., et al., 2021)

RESUMO

INTRODUÇÃO: A Paralisia Cerebral (PC) apresenta como principal alteração o comprometimento motor, como o padrão equino da marcha. Encontra-se no mercado um eletroestimulador portátil, o *WalkAide*®, que tem como objetivo estimular o músculo tibial anterior (TA). Por causa das contraturas e/ou encurtamentos do tríceps sural (TS), há uma diminuição da sua capacidade de movimentação. A estimulação do TS poderia contribuir para o ganho de força necessária para melhora dos padrões cinemáticos da marcha, levando o aumento da impulsão na fase de apoio terminal, maior amplitude de movimento, gerando aumento da velocidade e do comprimento do passo. Além disso, em países de renda baixa à média, como o Brasil, o *WalkAide*® ainda não é acessível à população. **OBJETIVOS:** Testar a viabilidade e os efeitos imediatos do uso de um eletroestimulador nacional portátil com objetivo de estimular o músculo gastrocnêmio, avaliar os efeitos imediatos do seu uso e a satisfação dos participantes em relação ao equipamento. **MÉTODOS:** Estudo quasi-experimental, quali-quantitativo, que testou um eletroestimulador produzido em parceria entre alunos e professores do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora - IFET e alunos e professores da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Participaram do estudo 2 crianças e 1 adolescente com desenvolvimento normal (DN) e 2 crianças e 1 adolescente com diagnóstico de PC unilateral, do tipo espástica, com classificação I do GMFCS, pareados por idade e sexo. Os efeitos imediatos do protótipo do eletroestimulador foram analisados por meio da M.P.S. Plataform®, para avaliar as distribuições de pressões plantares nas posturas estáticas e semi-estáticas e MyoMotion Clinical (Noraxon, USA) para avaliar os movimentos angulares e a velocidade de marcha. **RESULTADOS:** Foi realizada análise descritiva dos participantes, e o grupo de crianças/adolescente com PC foram equivalentes ao grupo de crianças/adolescente com desenvolvimento normal em relação a idade, sexo, peso e altura. As distribuições plantares nas posturas semi-estática e dinâmica com o uso imediato do eletroestimulador, demonstraram melhores relações entre as descargas de peso anterior e posterior, à direita e à esquerda tanto nas crianças e adolescentes com PC quanto DN. Pode-se observar leve mudança nos movimentos angulares do quadril, joelho e tornozelo, como nos parâmetros espaço temporais da marcha, levando leve mudança no comprimento do passo e da passada, e na velocidade de marcha dos participantes. **CONCLUSÕES:** A eletroestimulação do gastrocnêmio, sugere que pode haver melhora da impulsão da marcha, tornando a sinergia dos músculos responsáveis por uma marcha mais eficaz. O eletroestimulador pode ter grande aplicabilidade para aumento

e/ou manutenção da amplitude de movimento articular. Com a finalização da produção do eletroestimulador, novas etapas e estudos futuros serão necessários para testar e validar sua aplicabilidade.

Palavras-chave: Paralisia cerebral. Pressão Plantar. Marcha. Eletroestimulador.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Cerebral Palsy (CP) is a motor impairment, and one of its features can be an equine gait pattern. A portable electrostimulator is on the market, the WalkAide®, which stimulates the anterior tibialis (AT) muscle. Due to triceps surae shortening, there is a decrease in its movement capacity. The stimulation of the triceps surae could contribute to the necessary strength gain to improve the kinematic patterns of gait, leading to an increase in impulsion in the terminal support phase, greater range of motion, generating an increase in speed and step length. Furthermore, in low-to-middle-income countries such as Brazil, WalkAide® is not easily accessible to the population.

OBJECTIVES: To test the feasibility and immediate effects of a national portable electrostimulator with the aim of stimulating the gastrocnemius muscle, to evaluate the immediate effects of its use and the satisfaction of the participants regarding the equipment.

METHODS: Quasi-experimental, quali-quantitative study, which tested an electrostimulator produced in partnership between students and professors from the Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais - IFSUDESTE, MG and the Faculty of Physiotherapy of the Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. The study included 2 children and 1 adolescent with normal development (ND) and 2 children and 1 adolescent with a diagnosis of unilateral CP, of the spastic type, with classification I of the GMFCS, matched by age and gender. The immediate effects of the electrostimulator prototype were analyzed using the M.P.S. Platform®, to evaluate the distribution of plantar pressures in static and semi-static postures and MyoMotion Clinical (Noraxon, USA) to evaluate angular movements.

RESULTS: A descriptive analysis of the participants was performed, and the group of children/adolescents with CP were equivalent to the group of children/adolescents with normal development in terms of age, gender, weight and height. The plantar distributions in the semi-static and dynamic postures with the immediate use of the electrostimulator, demonstrated better relationships between the anterior and posterior weight bearings, to the right and to the left, both in children and adolescents with CP and ND. A slight change in the angular movements of the hip, knee and ankle can be observed, as in the spatio-temporal parameters of gait, leading to slight changes in the length of the step and stride, and in the gait speed of the participants.

CONCLUSIONS: Electrostimulation of the gastrocnemius suggests that there may be an improvement in gait impulsion, making the synergy of the muscles more efficient during gait. The electrostimulator may have great applicability for increasing and/or maintaining range of

joint movement. With the finalization of the production of the electrostimulator, new steps and future studies will be necessary to test and validate its applicability.

Keywords: Cerebral palsy. Plantar Pressure. Gait. Neuromuscular Electrical Stimulation.

SUMÁRIO

<u>1</u>	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
<u>2</u>	<u>OBJETIVOS</u>	6
<u>2.1</u>	<u>OBJETIVOS GERAIS</u>	6
<u>2.2</u>	<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	6
<u>3</u>	<u>MATERIAL E MÉTODO</u>	7
<u>3.1</u>	<u>DELINEAMENTO</u>	7
<u>3.2</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	7
<u>3.3</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	8
<u>3.3.1</u>	<u>M. P. S. Plataform®</u>	8
<u>3.3.2</u>	<u>MyoMotion Clinical – Noraxon</u>	9
<u>3.3.3</u>	<u>Gross Motor Function Measure (GMFM)</u>	9
<u>3.3.4</u>	<u>Pediatric Evaluation Disability Inventory Computer Adaptive Test (PEDI-</u>	
<u>CAT)</u>		10
<u>3.3.5</u>	<u>Mini-Exame do Estado Mental (MMC)</u>	10
<u>3.3.6</u>	<u>Eletroestimulador funcional</u>	11
<u>3.3.7</u>	<u>Entrevistas Qualitativas</u>	12
<u>3.4</u>	<u>PROCEDIMENTOS</u>	13
<u>3.5</u>	<u>ANÁLISE DOS DADOS</u>	14
<u>4</u>	<u>RESULTADOS</u>	16
<u>5</u>	<u>DISCUSSÃO</u>	32
<u>6</u>	<u>CONCLUSÃO</u>	39
<u>7</u>	<u>AGRADECIMENTOS</u>	40
	<u>REFERÊNCIAS</u>	41
	<u>APENDICE A</u>	50
	<u>APÊNDICE B</u>	53

<u>APÊNDICE C</u>	56
<u>APÊNDICE D</u>	57
<u>ANEXO A - TERMO DE OUTORGA</u>	59
<u>ANEXO B - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA UFJF</u>	74

1 INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) é considerada a principal causa de incapacidade física e de limitação de atividades na infância, altera o desenvolvimento postural e do movimento, e sua prevalência é de 1.6 por 1000 nascidos vivos (McIntyre, et al, 2022; GOMES, et al., 2015; SADOWSKA, et al., 2020; KIRBY et al., 2006). É um distúrbio não progressivo, porém os problemas neuromusculoesqueléticos e as limitações da funcionalidade apresentados são adquiridos ao longo do tempo (KRIGGER, K., 2006; VAZ, et. al., 2006). Segundo ROSENBAUM, et al., 2007, as alterações motoras presentes na PC são frequentemente acompanhadas por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamento, epilepsia, e problemas musculoesqueléticos secundários. As alterações motoras nesta população diferem entre si, com base no nível de gravidade que é classificado pelo GMFCS - *Gross Motor Function Classification System* (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS).

O GMFCS classifica crianças e adolescentes com PC considerando as distinções da função motora, baseadas no movimento autoiniciado com ênfase especial na posição sentada (controle de tronco), transferências e marcha. Observando as limitações funcionais em casa, na escola e na comunidade, e a necessidade de uso de tecnologia assistida, incluindo dispositivos de mobilidade (como andadores, muletas e bengalas) e cadeira de rodas motorizada. Auxilia no planejamento terapêutico, no prognóstico de locomoção e mobilidade, na prescrição de recursos auxiliares. Este instrumento contém cinco níveis, distribuídos em uma escala ordinal com distinções por faixa etária (antes dos 2 anos, entre 2 e 4 anos, entre 4 e 6 anos, entre 6 e 12 anos e entre 12 e 18 anos de idade) (ROSENBAUM, et al., 2007).

As crianças com PC, em comparação com as crianças com desenvolvimento normal (DN), apresentam capacidade reduzida de produzir atividades de ajuste postural antecipatórias aos movimentos, especialmente na musculatura dos membros inferiores (TOMITA, et al., 2016; SHIRATORI, et al., 2016). O comprometimento da marcha é uma das principais alterações motoras presente nessas crianças (ROQUE, et al., 2012), apresentando diminuição da velocidade, do comprimento do passo e da passada, cadência aumentada, diminuição do torque impulsivo da marcha, além de dificuldades na execução de funções motoras grossa, como subir ou descer escadas e/ou rampas, correr e pular (DAMIANO e ABEL, 1998; EEK, et al., 2008). Além dessas, crianças com PC apresentam alterações no tempo e na sequência de ativação muscular quando comparadas com as crianças desenvolvimento normal (GALLI et al., 2010). A distribuição de peso sobre o pé nestas crianças também é alterada devido a

atuação contínua de diferentes forças na superfície plantar, levando comprometimento da funcionalidade do mesmo e interferindo, assim, no alinhamento do tornozelo e do pé propriamente dito, sendo capaz de resultar em deformidades plantares (ROQUE, et al., 2012).

A marcha é uma atividade complexa e as crianças com paralisia cerebral - PC, na maioria dos casos, apresentam esta habilidade prejudicada, tanto pela espasticidade quanto pelo tônus alterado, controle motor diminuído, equilíbrio prejudicado e fraqueza muscular. Este último devido as inúmeras alterações estruturais e neurofisiológicas decorrentes da lesão do neurônio motor superior, comumente encontrados nesta população (BARRETT; LICHTWARK, 2010; NOVAK, et al., 2014). Sendo a PC espástica a mais comum, que afeta 75% desta população, e é caracterizada por músculos enfraquecidos e encurtados, aumento de tônus muscular e prejuízo no controle motor seletivo. Em virtude do recrutamento insuficiente, lento e desordenado das unidades motoras (MOCKFORD; CAULTON, 2010; NOVAK, et al., 2014).

A criança com PC pode apresentar diferentes tipos de padrão de marcha: marcha com joelho flexionado (marcha agachada); a marcha com o joelho rígido, marcha com os membros inferiores em extensão e adução (padrão em tesoura) e marcha com os pés em plantiflexão (padrão equino da marcha) (Mooney, et al., 2019). Estas condições também podem acontecer de forma combinada, tornando necessária uma avaliação minuciosa da marcha de crianças com PC que deambulam. Muitas destas crianças perdem a independência na mobilidade funcional à medida que envelhecem (NOVAK, et al., 2014). E apesar da PC ser uma condição de saúde permanente e suas alterações serem adquiridas ao longo do tempo, suas consequências podem ser minimizadas se bem trabalhadas (BERKE, et al., 2009; ROSENBAUM, et al., 2007).

A fraqueza muscular apresentada por estes indivíduos, principalmente dos membros inferiores, é considerada uma importante causa de limitação do desempenho funcional durante a marcha. Os músculos mais comumente acometidos são os flexores, extensores de quadril, joelho e tornozelo, abdutores e adutores de quadril, inversores e eversores de tornozelo, como os músculos flexores plantares durante a fase de impulsão da marcha, quando comparada com as crianças com DN (DAMIANO; DODD, 2002; ELDER et al., 2003; GIVON, 2009; MOCKFORD; CAULTON, 2010; WILEY; DAMIANO e ABEL, 1998). Diversas intervenções têm sido utilizadas para modificar o padrão de marcha das crianças com PC, já que essas crianças geralmente andam em padrão de equino de tornozelo (NUNES; QUEVEDO; MAGDALON, 2008; WILLERSLEW-OLSEN et al., 2015).

O padrão equino da marcha é comumente associado a crianças com PC que deambulam, devido à fraqueza muscular presentes nos membros inferiores (MOCKFORD; CAULTON, 2010). O principal alvo dos programas de fortalecimento muscular nestas crianças tem sido o tibial anterior, pelo pressuposto que elas andam em flexão plantar por fraqueza deste, e por hiperatividade do músculo tríceps sural (grupo muscular composto pelos músculos gastrocnêmios e solear) (WILLERSLEW-OLSEN, et al., 2015). De acordo com ROSE, 2005, há um menor recrutamento de unidades motoras do tríceps sural durante a contração muscular dessas crianças, contrariando a hipótese de que este músculo se encontraria hiperativado nesta população. Já que este músculo se encontra em um estado de rigidez aumentado, a rigidez é encontrada tanto no tendão (propriedades passivas do tecido muscular não contrátil) quanto na fibra muscular do tríceps sural, devido a proliferação de matriz extracelular com aumento de colágeno que leva a hipertrofia da mesma, aumento da rigidez das células e das propriedades mecânicas do material extracelular. Estas adaptações estruturais na fibra muscular levam ao aumento da rigidez passiva do tendão, gerando aumento do encurtamento do músculo propriamente dito e diminuição da ADM - amplitude de movimento da articulação do tornozelo e do joelho (LIEBER RL, et al., 2018; FORAN J, et al., 2005; DE BRUIN M, et al., 2013; MATHEWSON MA, et al., 2015; DAVIDS, et al., 2010).

Este aumento da rigidez do tríceps sural está associado ao encurtamento muscular apresentado, a diminuição do comprimento das fibras musculares, alteração da regulação trófica (que leva à alteração do crescimento muscular longitudinalmente), alteração da capacidade de geração de força deste músculo e diminuição de sarcômeros em série e, assim, à medida que o osso cresce nesta população, o tornozelo é forçado à plantiflexão. O crescimento ósseo das crianças com PC não é acompanhado pelo crescimento do ventre muscular, resultando assim em ventres mais curtos e tendões proporcionalmente mais longos. A diminuição de ADM junto com a alteração do comprimento levam a modificações da curva de comprimento-tensão, ou seja, levam alterações da relação entre o comprimento muscular e a sua capacidade de gerar tensão, resultando na diminuição de força do tríceps sural (LIEBER RL, et al., 2002; LIEBER RL, et al., 2003; Kerr GRAHAM H, et al., 2018).

Na PC é sugerido que esteja associado a um tipo imaturo de miosina, que são cadeias pesadas e isoformas de miosina do desenvolvimento, geralmente encontrados em recém-nascidos. Sendo que os filamentos de actina e miosina são responsáveis pela geração de tensão, e quando estão em superposição adequada tem a capacidade de gerar a força ativa máxima do músculo, produzida através do seu comprimento ideal. Entretanto, quando este

comprimento está aumentado ou diminuído tem-se a diminuição da força gerada, pois a capacidade de geração de torque está alterada. O efeito combinado dessa relação de comprimento-tensão dos músculos que atravessam a articulação e a alteração do braço de alavanca à medida que a articulação se move, tem-se o nome de curvas ângulo-torque. Desse modo, alterações nesta relação levam a diminuição da capacidade de geração desse torque. Em crianças com PC esta relação está alterada, devido à rigidez do tríceps sural, da diminuição da ADM e da alteração de mobilidade, resultando assim, na diminuição de força gerada (VAZ D, et al., 2006, LIEBER RL, et al., 2018).

A eletroestimulação funcional – FES (*Funcional Eletrical Stimulation*) é um dos inúmeros recursos utilizados para o tratamento e minimização das consequências geradas pela PC, e é usado para modificar os padrões alterados de marcha comumente encontrados nesta população, proporcionando melhora na ativação muscular e, conseqüentemente, da qualidade da marcha e do controle motor (PIERCE, et al., 2004; SEIFART, et al., 2011). A utilização desta corrente acontece através dos fluxos de íons induzidos pelo disparo das correntes elétricas no músculo alvo, produzindo a despolarização dos motoneurônios inferiores e, conseqüentemente a despolarização do sarcolema da fibra muscular, resultando em uma contração eletricamente induzida semelhante à contração voluntária (ARIAS RAV, et al., 2003).

O FES é um tipo de estimulação elétrica neuromuscular (NMES), na qual é desencadeada uma corrente elétrica no momento que o músculo alvo da eletroestimulação deve contrair, durante a realização do movimento e/ou atividades funcionais (CARMICK, 1997; REED, et al., 1997). Os músculos alvos geralmente são os dorsiflexores e eversores do tornozelo que ao serem ativados no momento de retirada do pé do solo (início da fase de balanço), durante a marcha, proporcionam uma melhor qualidade da mesma (PROSSER, et al., 2012; MEILAHN, et al., 2013; POOL, et al., 2015). Existe no mercado um eletroestimulador portátil, que utiliza o sistema FES, este dispositivo em questão gera uma corrente elétrica, capaz de produzir uma contração muscular a partir de um sinal gerado pela produção de movimento articular, ou seja, seu acionamento é deflagrado de forma sincronizada ao início do movimento. O movimento é percebido por um sensor de angulação de movimento, que dispara a corrente elétrica por meio de eletrodos colocados sobre a pele, acima do músculo ou nervo-alvo, para recrutar unidades motoras e produzir força muscular (REED, et al., 1997; PROSSER, et al., 2012; POSTANS, et al., 2005; POOL, et al., 2015).

Além dos supracitados a eletroestimulação desses músculos proporciona benefícios, como melhora da estabilidade, mobilidade, força muscular, resistência muscular, circulação

local, amplitude de movimento e da percepção sensorial, além de diminuir a rigidez (hipertonia) e permitir a reeducação neuromuscular; aumentando também o diâmetro da fibra muscular e o tamanho do músculo (POOL, et al., 2015; MOLL, et al., 2017). Na maioria dos estudos com FES para esta população, tem sido utilizada a estimulação do músculo tibial anterior na tentativa de aumentar a dorsiflexão do tornozelo durante a fase de balanço da marcha (POOL et al., 2015), para aumentar a amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo no contato inicial (PROSSER et al., 2012), em vez de direcionar a melhora da capacidade de propulsão (MOLL, et al., 2017). O estímulo do tibial anterior em condições dinâmicas pode ser realizado por meio do eletroestimulador portátil, *WalkAide*® (DAMIANO, et al., 2013).

Apesar da eletroestimulação do músculo tibial anterior não modificar a velocidade de marcha das crianças com PC, ela cumpre o objetivo de aumentar a dorsiflexão do tornozelo (GONÇALVES, et al., 2017). A fraqueza muscular do tríceps sural é maior do que a fraqueza do tibial anterior em crianças com PC, quando comparado com sujeitos com desenvolvimento normal (ELDER et al., 2003). Além disso, a inatividade do músculo tríceps sural leva a retração tecidual e redução na sua capacidade de geração de torque como supracitado, aumentando a rigidez deste músculo, o que exige maior ativação do músculo tibial anterior (FOX AARON, et al., 2018).

O gastrocnêmio (uma das porções do tríceps sural) tem um papel crítico durante a marcha. Este grupo muscular tem como função elevar o calcanhar do solo e iniciar a fase de aceleração e balanço através da fase de propulsão, gerando o torque necessário para o desenvolvimento adequado da marcha e, portanto, pode ter maior aplicabilidade na reabilitação de crianças e adolescentes com PC, considerando estudos anteriores de análise de movimento dessa população (GONÇALVES, 2019). Visto isso, o procedimento relevante para prover a força necessária para uma marcha mais eficaz, com uma impulsão mais adequada na fase de apoio terminal, maior amplitude de movimento, gerando aumento da velocidade, do comprimento do passo durante a realização de atividades funcionais e a melhora da função motora grossa é a estimulação do gastrocnêmio (GONÇALVES, 2019). Além disso, a literatura vem corroborando que o treinamento muscular através da eletroestimulação quando combinado a atividades funcionais leva a ganhos de desempenho mais rápido do que o treinamento isolado da atividade (GONÇALVES, 2019).

Sendo assim, o eletroestimulador proporciona diversos benefícios a crianças e adolescentes com PC, resultando em uma marcha mais eficaz. No entanto, este tipo de dispositivo ainda não é acessível à população, sendo de alto custo (~R\$ 25.000,00) e,

portanto, tem pouca aplicabilidade no Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro. Pretende-se com este estudo, testar um eletroestimulador nacional portátil, com objetivo de estimular o gastrocnêmio e que permita a estimulação de diferentes grupos musculares, com custo mais acessível (em torno de 3 mil reais) e mais eficaz, que possa ser utilizado para a melhora da marcha dos pacientes atendidos pelo SUS.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Testar a viabilidade e os efeitos imediatos do uso de um eletroestimulador nacional portátil para ativação do músculo gastrocnêmio (uma das porções do tríceps sural) durante a marcha, em crianças e adolescentes com paralisia cerebral nível I do *Gross Motor Function Classification System* (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar os efeitos imediatos da eletroestimulação funcional do músculo gastrocnêmio sobre os parâmetros cinemáticos da marcha na amplitude dos movimentos de flexão-extensão, abdução-adução e rotação externa-interna de quadril; flexão-extensão de joelho e dorsiflexão-plantiflexão, inversão-eversão e abdução-adução de tornozelo nas fases da marcha.

Avaliar os parâmetros espaço temporais da marcha.

Avaliar os efeitos imediatos na velocidade de marcha.

Avaliar os efeitos ortóticos na distribuição das pressões plantares na postura semi-estática e na dinâmica e do arco-index com o uso imediato do eletroestimulador.

Avaliar a capacidade de mobilidade antes do uso do eletroestimulador nas crianças e adolescentes com PC.

Avaliar o desempenho nos domínios de atividades diárias, mobilidade, social-cognitivo e responsabilidade antes do uso do eletroestimulador nas crianças e adolescentes com PC.

Avaliar a percepção dos participantes sobre a usabilidade do equipamento.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 DELINEAMENTO

Trata-se de um estudo quasi-experimental, quali-quantitativo, no qual testou-se um eletroestimulador nacional portátil com objetivo de estimular o gastrocnêmio, produzido em parceria com alunos e professores do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora - IFET e alunos e professores da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Nesta primeira fase, foram convidadas a participar 2 crianças e 1 adolescente com desenvolvimento normal e 2 crianças e 1 adolescente com diagnóstico de PC unilateral, do tipo espástica, com classificação I no Gross Motor Function Classification System (GMFCS) na qual foram testados o protótipo do eletroestimulador e os efeitos imediatos do seu uso.

3.2 PARTICIPANTES

Foram convidados para participar deste estudo de teste do protótipo, 2 crianças e 1 adolescente com desenvolvimento normal, e 2 crianças e 1 adolescente com diagnóstico de PC unilateral, do tipo espástica, níveis I do GMFCS. Os dois grupos foram pareados de acordo com a idade e sexo.

Para participar desta pesquisa os participantes teriam que ser capazes de deambular, estando dentro do GMFCS: *Gross Motor Function Classification System* (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS) que classifica a população com PC de I à V, com base no nível de gravidade e mobilidade das mesmas, sendo I mais leve e com maior mobilidade e V mais acometidos e com a auto mobilidade muito prejudicada, por exemplo. Sendo assim, os participantes com PC, estavam dentro do esperado, classificados com nível I do GMFCS e os participantes com DN, teriam que deambular, visto de maneira observacional, já que o GMFCS não é aplicado a essa população. Cada participante foi controle dele mesmo, para assim avaliar os efeitos imediatos da eletroestimulação na condição descalço. Os participantes foram selecionados por conveniência, a partir de divulgação na mídia e em redes sociais.

Foram incluídos na pesquisa participantes capazes de deambular e de compreender comandos verbais simples para execução do tratamento, verificados por meio de aplicação do

teste Mini Mental State Examination for Children (MMC). Os participantes poderiam fazer uso de anticonvulsivantes, desde que não tivesse intercorrências nos três meses anteriores a avaliação.

Foram excluídos deste estudo participantes que tinham realizado algum tipo de cirurgia musculoesquelética nos membros inferiores no último ano ou aplicação de toxina botulínica nos últimos 6 meses. Além disso participantes que tinham realizado o uso de gesso seriado nos seis meses que antecedem a avaliação ou que possuam outro quadro de comprometimento neurológico associado, como autismo, epilepsia, TDAH - Transtorno do déficit de atenção com hiperatividade e entre outros. Também foram excluídos participantes que utilizassem marca-passo.

Os testes foram realizados nos Laboratório de Análise de Movimento (LAM) e Avaliação do Desempenho Infantil (LADIN). Os participantes foram informados sobre os objetivos e os procedimentos do estudo e concordando em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – CAAE: 59362122.0.0000.5147.

3.3 INSTRUMENTOS

3.3.1 M. P. S. Plataforma®

Para a avaliação da descarga de peso semi-estática foi utilizada a M. P. S. Plataforma® (Pressure Modular System – LorAnEngineering, Bologna, Italy), a qual é uma plataforma que capta informações da distribuição de pressões plantares dos participantes. Esta plataforma está disponível e localizada no Laboratório de Análise de movimento (LAM) da faculdade de Fisioterapia da UFJF, é portátil e contém quatro placas, totalizando 2 metros de comprimento, tem 0,7 metros de largura e sensores resistivos que captam as informações necessárias. A plataforma foi conectada a um computador com o software Biomech Studio® para análise das variáveis das descargas de peso semi-estáticas e dinâmicas de interesse. Os participantes foram avaliados com relação à descarga de peso semi-estática e dinâmica com e sem o eletroestimulador na condição descalço. Além disso, nas coletas semi-estáticas, os voluntários foram avaliados com os pés posicionados de forma livre (ao interromper a marcha) (ALVES et al., 2018; PEIXOTO et al., 2017). Foram analisadas as distribuições plantares na condição estática e dinâmica das crianças e adolescentes com PC e DN nas seguintes variáveis:

descarga de peso (anterior, posterior, a direita e a esquerda, descarga em antepé, mediopé, retropé, superfície de contato) e arco index (arco plantar - índice do arco).

3.3.2 MyoMotion Clinical – Noraxon

Parâmetros espaço temporais e cinemáticos da marcha dos participantes foram obtidos por meio de 5 sensores inerciais (MyoMotion Clinical – Noraxon, USA) com frequência de amostragem de 100 Hz, e analisados no software MR3 (Noraxon, USA). Este sistema permite a captura do movimento humano em três graus de liberdade, seguindo os seguintes eixos de movimento: eixo “Y” (eixo transverso) plano sagital, eixo “Z” (eixo sagital) plano frontal e eixo “X” (eixo longitudinal) plano transverso. O eixo Y representa flexão e extensão do tronco, quadril, joelho e tornozelo, plano Z adução e abdução de quadril, e lateralização do tronco, e plano X rotação de tronco, e rotação interna e externa de quadril. Os sensores foram posicionados ipsilateralmente ao músculo estimulado da seguinte forma: 1 sensor na altura de C7, 1 sensor na altura de L4; 1 sensor na face anterior coxa em seu ponto médio; 1 sensor na face ântero-medial da tíbia em seu terço proximal e 1 sensor no dorso do pé. Antes que qualquer medição possa ser realizada, o modelo de software deverá ser calibrado para o posicionamento do sensor, a calibração foi realizada em pé, em linha reta, todas as articulações em posição neutra, com as palmas das mãos alinhadas ao plano sagital. Depois foi solicitado ao participante que realizasse a marcha livre, em velocidade habitual, então os sensores capturaram o movimento e transmitiram a informação ao receptor para assim quantificar as mudanças angulares dos segmentos corporais. Os dados capturados foram analisados pelo software Noraxon MR3. Essas medidas foram realizadas com e sem o uso do eletroestimulador. Foram analisadas as seguintes variáveis: flexão-extensão, abdução-adição e rotação externa-interna de quadril; flexão-extensão de joelho e dorsiflexão-plantiflexão, inversão-eversão e abdução-adição de tornozelo, medindo a amplitude total desses movimentos em graus durante a fase de apoio, balanço e o total das duas fases, ou seja, o ciclo da marcha completo. Além dessas variáveis foram realizadas análises dos parâmetros espaço temporais da marcha, como comprimento do passo e da passada, e velocidade da marcha dos participantes.

3.3.3 Gross Motor Function Measure (GMFM)

O GMFM é um sistema de avaliação quantitativo contendo 88 itens, com o propósito de mensurar a capacidade de mobilidade de crianças com PC. Esses itens são agrupados em

cinco dimensões, sendo A: deitado e rolando; B: sentado; C: engatinhando e ajoelhado; D: Em pé; E: andando, correndo e pulando. Sua pontuação é obtida pela observação das crianças e graduada em uma escala ordinal de 4 pontos, na qual: 0 = não realiza; 1 = inicia atividade; 2 = completa parcialmente a atividade; 3 = completa a atividade. Neste estudo foram consideradas as dimensões D e E (RUSSEL et al, 2011) e foi utilizado o software GMFM-app para calcular os escores obtidos no teste. O objetivo do uso deste instrumento foi para caracterizar o nível de mobilidade/ atividade dos participantes, e determinar qual o lado mais comprometido do participante para determinação do uso do eletroestimulador e dos instrumentos de medida.

3.3.4 Pediatric Evaluation Disability Inventory Computer Adaptive Test (PEDI-CAT)

O PEDI-CAT é um Teste Adaptativo de Computador, que avalia a funcionalidade de crianças e jovens, de 0 a 21 anos, com diferentes condições de saúde. É composto por quatro domínios: Atividades diárias, Mobilidade, Social-Cognitivo e Responsabilidade. Existem duas versões – a versão conteúdo-balanceada e versão rápida. O PEDI-CAT não é um "teste" baseado em desempenho, mas sim é um grande banco de itens de 276 atividades funcionais adquiridas durante a infância e adolescência. Sua aplicação necessita de folhas de escore geradas pela Q-global da Pearson e pode ser autoadministrado (ou seja, preenchido pelos pais da criança), ou um profissional pode estar presente com os pais para assegurar a compreensão das informações para cada item. (MANCINI et al, 2016). O objetivo do uso deste instrumento foi para caracterizar o nível de atividade e participação dos participantes de acordo com o escore-T. Este escore-T é normativo e junto com as faixas percentuais devem ser utilizados, sendo considerado adequado quando se encontram entre 30-70 pontos, permitindo interpretar que estão dentro da faixa esperado para idade. Escores inferiores a 30 indicam que a criança ou adolescente apresente desempenho abaixo do esperado para a idade. Esse escore de percentil é gerado através de um relatório de pontuação para o PEDI-CAT, e descrever o desempenho da criança ou adolescente em comparação com outras crianças ou adolescentes da mesma idade (MANCINI et al., 2016; HALEY et al., 2012). Neste estudo foi utilizada a versão rápida.

3.3.5 Mini-Exame do Estado Mental (MMC)

O MMC é uma versão do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) que foi projetado para triagem de disfunções cognitivas, avaliando a gravidade das deficiências e identificando mudanças ao longo do tempo. O MMC foi adaptado para crianças de acordo com Jain e Passi

(2005). A escolha de figuras geométricas apropriadas à idade foi baseada no exame neurológico de desenvolvimento (Exame Neurológico Evolutivo). A versão final foi decidida consensualmente, compreendendo 13 itens que abrangem cinco habilidades cognitivas (orientação, atenção e memória operacional, memória episódica, linguagem e praxia construcional) com pontuação máxima de 37 (MOURA, et al, 2017). O objetivo do uso deste instrumento foi para caracterizar o nível de capacidade de compreensão dos participantes. Aqueles participantes que apresentaram a pontuação de corte superior ou igual a 24 pontos foram aptos a participar do estudo (JAIN e PASSI, 2005).

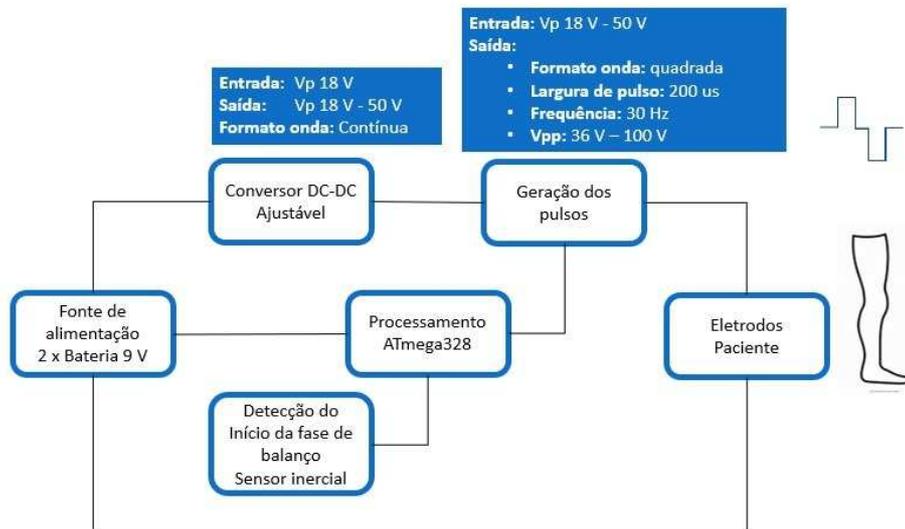
3.3.6 Eletroestimulador funcional

O eletroestimulador funcional nacional portátil para estimular o gastrocnêmio é um sistema de FES configurado para crianças e adolescentes. É um estimulador elétrico monocanal (tem apenas uma saída), que capta o ângulo gerado no início da fase de impulsão através de sensores inerciais. O eletroestimulador é operado por duas baterias de 9V – 450 mAh, que são recarregáveis e possui autonomia de aproximadamente um dia, porém testes sobre a durabilidade da bateria ainda são necessários. O dispositivo estimula o nervo tibial quando o sensor que capta o ângulo da impulsão da perna detecta o ângulo de start pré-ajustado, fazendo com que o sensor ative os pulsos elétricos. O ajuste do ângulo de start, usualmente entre 5° à 10° graus do ângulo de dorsiflexão de tornozelo, pode ser necessário conforme o paciente, levando em conta as contraturas e deformidades da articulação e músculos em torno do tornozelo.

A corrente elétrica é conduzida através de um dos eletrodos acoplados a pele, fazendo com que o estímulo chegue até a pele, ultrapasse a camada de gordura, a musculatura e chegue até o nervo tibial do musculo alvo, o gastrocnêmio, para que assim haja contração do mesmo durante a marcha. O dispositivo pode ser utilizado com calçado ou descalço, durante todo o dia, pois o estímulo só é disparado quando o ângulo de impulsão pré-programado é atingido. Ainda há um botão de On e Off, na qual o paciente pode ligar ou desligar o aparelho quando estiver sentado e um seletor para uso na perna direita ou esquerda. O formato da onda de entrada é quadrada e simétrica, com uma tensão de pico de 18 V, sendo ajustável entre 36 V – 1000 V. Com uma largura de pulso de 200 us e frequência de 30 Hz, como é representado na figura 1 abaixo. É um dispositivo portátil, aplicado diretamente na perna e fixado abaixo da

fossa poplítea através de um manguito, contém 76 mm de altura, 60 mm de largura, 35 mm de profundidade e pesa aproximadamente 150 gramas (FIGURA 2).

Figura 1 – Representação esquemática da saída do estímulo elétrico do dispositivo até a chegada ao paciente.



Fonte: ANDRADE, *et al.*, 2022.

Figura 2 –Imagem protótipo do eletroestimulador.



Fonte: ANDRADE, *et al.*, 2022.

3.3.7 Entrevistas Qualitativas

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com os pais ou cuidadores e com os participantes com o intuito de reunir as descrições em relação a marcha, uso de equipamentos auxiliares, como órteses e o próprio eletroestimulador e a percepção do efeito imediato do eletroestimulador. As entrevistas permitem a melhor compreensão em relação a percepção do participante e seus familiares em relação aos recursos auxiliares de marcha, permitindo assim

entender melhor a visão deles e talvez proporcionar uma melhora no recurso em si e no entendimento e na importância do uso do mesmo (APÊNDICE D).

3.4 PROCEDIMENTOS

Os pais compareceram com os jovens aos Laboratórios de Avaliação do Desempenho Infantil (LADIN) e de Análise de Movimento (LAM) localizado no primeiro andar do prédio de Fisioterapia da UFJF, em dia e horário previamente estabelecidos. As crianças e adolescente estavam usando roupas confortáveis, shorts e blusa ou top em caso de meninas, e shorts ou bermudas e camiseta ou blusa em caso de meninos. No primeiro momento foram coletados os dados descritivos dos participantes, como idade e sexo, tamanho do calçado, tipo de calçado habitual, membro inferior mais comprometido (informado pelos pais/participante). Além das seguintes medidas antropométricas: massa corporal (em quilogramas), altura (em centímetros) e comprimento dos membros inferiores (distância entre o trocânter maior e o maléolo lateral, em centímetros) de cada participante com o uso de estadiômetro, balança de precisão e fita métrica.

Em seguida, foram realizados os testes: Mini-mental, GMFM dimensões D e E e PEDI-CAT. Os jovens foram para o LADIN, onde foi realizado o teste GMFM por uma pesquisadora e MMC, enquanto outra pesquisadora, entrevistou os pais para coleta do teste PEDI-CAT. Após as análises acima descritas, foi solicitado ao participante que caminhasse naturalmente uma distância de 2 metros, e posteriormente, parasse sobre a primeira plataforma com os pés paralelos, olhar horizontalizado, braços ao longo do corpo, base livre de sustentação por 15 segundos, de forma a avaliar a descarga de peso semi-estática. Para análise da descarga de peso dinâmica, após a análise estática, foi solicitado ao paciente que retornasse, caminhasse dois metros para aceleração da marcha, continuasse caminhando sobre a pista até chegar ao final da quarta plataforma, e ainda caminhasse mais dois metros para desaceleração da marcha. As análises foram realizadas na condição descalço sem eletroestimulador e com eletroestimulador, tanto na análise da descarga de peso semi-estática quanto na dinâmica. Foram realizados pelo menos três vezes o procedimento em cada condição.

Depois foi realizada a colocação dos sensores inerciais, um em cada ponto, sendo eles: C7; L4; face anterior coxa em seu ponto médio; face ântero-medial da tíbia em seu terço proximal e dorso do pé. A calibração foi realizada em postura ortostática no corredor em cima

de uma linha branca previamente disposta e finalmente foi solicitado a execução do movimento da marcha, na qual o participante caminhou 10 metros livres por toda extensão do corredor até a última linha. A direção do movimento foi única, em sentido horizontal até o final do corredor. O participante foi previamente instruído de caminhar na sua velocidade normal (como se estivesse caminhado até a escola, parque ou shopping, por exemplo).

Após a confirmação do membro mais comprometido pelo teste GMFM, foi realizado a colocação do eletroestimulador neste membro e assim foram realizados os procedimentos de avaliação dos efeitos ortótico e distribuição de pressões plantares na plataforma de marcha e da velocidade da marcha com os sensores inerciais, durante a caminhada livre de 10 metros. A avaliação da marcha compreendeu todo o ciclo da marcha, desde o contato de calcanhar de um pé, e o contato seguinte do mesmo pé, divididos em fase de apoio e balanço, que correspondem as fases da marcha em si – apenas do membro mais comprometido. Foi solicitado autorização dos pais para filmagem dos testes mencionados acima (APÊNDICE C).

Para encerrar, foi realizada a entrevista semiestruturada com o objetivo de coletar os dados qualitativos do estudo. A entrevista teve duração média de 10 minutos e um avaliador realizou as perguntas para coletar os dados, perguntando ao participante e familiar ou deixando o mesmo responder mais sempre auxiliando caso necessário. Estes procedimentos, com a aplicação de todos os instrumentos, duraram em média 60 a 90 minutos e foi realizado na presença do cuidador, dos participantes e dos acadêmicos de Iniciação Científica - IC. Foram três examinadores treinados previamente.

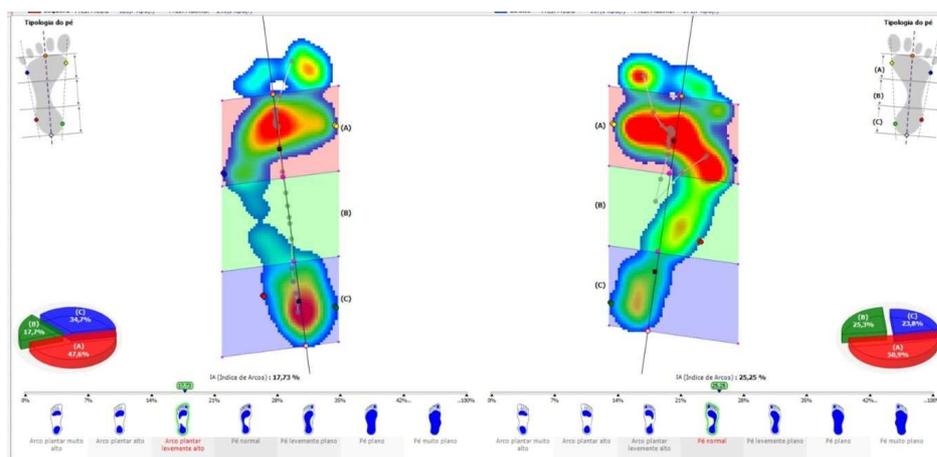
3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os participantes foram descritos de acordo com suas características pessoais. As variáveis foram descritas por meio de média e desvio padrão, após assumida a normalidade dos dados. A comparação entre grupos em relação as características descritivas foi realizada através do teste-t independente. O nível de significância foi de 5% (0,05). As variáveis foram processadas e analisadas através do software SPSS-25 (IBM Corp. Released, 2017).

Em relação ao arco index foi feita uma análise seguindo a metodologia utilizada por Cavanagh e Rodgers em 1987, onde é descrito como se deve calcular o índice do arco para assim gerar o arco index e classificá-lo. A fórmula usada para calcular o arco index (AI) é: $AI = B/A+B+C$. A imagem (ou foto do pé), deve ser dividida em três partes iguais, que são

separadas em antepé (A), mediopé (B) e retropé (C) de acordo com a distribuição de peso nestas áreas. Posteriormente, uma linha perpendicular é traçada representando o arco index, como mostrado na figura 3 abaixo.

Figura 3 – Exemplo da divisão segundo o modelo de Cavanagh e Rodgers, 1987. Imagem retirada do software Biomech, captada pela plataforma M.P.S.



Fonte: Produzida pelo próprio autor.

Seguindo esse modelo é possível classificar o tipo do pé de três formas: Arco plantar alto: $AI \leq 0,21$, Arco plantar normal: $0,21 < AI < 0,26$ e Arco plantar plano: $AI \geq 0,26$. Todas as análises foram realizadas utilizando os mesmos parâmetros de classificação. As informações coletadas foram tabuladas, onde eram acrescentados dados das pressões plantares nas variáveis avaliadas (semi-estática e dinâmica) e posteriormente foi realizado o cálculo do Arco Index e tabulação dos mesmos.

Para análise dos efeitos do protótipo, nos ângulos articulares e na velocidade da marcha, os dados foram analisados de forma descritiva, comparando os efeitos com e sem o uso do mesmo em cada participante de forma individual. Os participantes foram entrevistados após a participação no estudo para relatar a sua satisfação e percepção com o uso do equipamento através de questionários quanti-qualitativos.

As entrevistas foram transcritas de forma integral, e foram analisadas por meio de análise de conteúdo.

Todas as análises foram realizadas no software Statistical Package for Social Sciences (SPSS, v.22), com o nível de significância de $\alpha=0,05$.

4 RESULTADOS

Participaram deste estudo quasi-experimental, quali-quantitativo, de teste de protótipo, 2 crianças e 1 adolescente (2 do sexo feminino, 9 anos e 13 anos, e 1 do sexo masculino, 9 anos) com desenvolvimento normal, e 2 crianças e 1 adolescente (2 do sexo feminino, 9 anos e 13 anos, e 1 do sexo masculino, 9 anos) que possuem diagnóstico de PC unilateral, do tipo espástica, níveis I do GMFCS. Os dados descritivos destes participantes estão apresentados na tabela 1. Cada participante foi controle dele mesmo, para assim avaliar os efeitos imediatos da eletroestimulação na condição descalço.

Foram excluídos deste estudo 2 participantes que tinham realizado cirurgia musculoesquelética nos membros inferiores no último ano (uma criança de 9 anos) ou aplicação de toxina botulínica nos últimos 6 meses (um adolescente de 14 anos). Além disso foram eliminados participantes que tinham realizado o uso de gesso seriado nos seis meses que antecederam a avaliação (uma adolescente de 9 anos, que também fez aplicação de toxina botulínica) ou que possuíam outro quadro de comprometimento neurológico associado, como autismo, epilepsia, TDHD (Transtorno do déficit de atenção com hiperatividade) e entre outros.

Os participantes foram capazes de compreender comandos verbais simples para execução do tratamento, verificados por meio de aplicação do teste Mini Mental State Examination for Children (MMC), sendo que todos os participantes, tanto com PC ou DN obtiveram pontuação superior ou igual ao ponto de corte de 24.

Dentre as crianças e adolescentes com PC, 2 apresentavam comprometimento unilateral, com espasticidade à direita (a adolescente de 13 anos e a criança de 9 anos) e 1 apresentava comprometimento unilateral, com espasticidade à esquerda (a criança de 9 anos). Já a adolescente de 13 anos, a menina de 9 anos e o menino de 9 anos com DN apresentavam dominância do lado direito, sendo o lado esquerdo escolhido para uso do eletroestimulador.

Em relação ao tamanho do MMII, somente um participante com PC apresentou diferença de 2 cm. A adolescente de 13 anos não apresentou desigualdade de membros inferiores e a criança de 9 anos, apresentou diferença de 0,5 cm. Já em relação os participantes com DN, a adolescente de 13 anos e menina de 9 anos, apresentaram diferença de 1 cm entre os MMII, e o menino de 9 anos não apresentou desigualdade entre os membros inferiores.

Os resultados do teste GMFM e PEDI-CAT estão apresentados na tabela 1. A adolescente de 13 anos com PC, apresentou uma menor mobilidade e atividade no domínio E: andando, correndo e pulando, em relação ao domínio D: em pé (D: 98,6% e E: 94,9%), e a menina com 9 anos apresentou menor mobilidade e atividade nos dois domínios (D: 95,8% e E: 92,3%). Sendo assim, a participante PC 1 demonstrou dificuldade no domínio E: andar, correr e pular; e quando foi analisado separadamente os itens deste domínio, observou-se que ela obteve menor êxito com o MID (Membro Inferior Direito) no item 82 (Em Pé: pula 10 vezes, sobre o pé direito dentro de um círculo com 60 centímetros de diâmetro), a mesma não conseguiu realizar a tarefa, apesar das três tentativas não obteve sucesso em terminá-la completamente, não conseguindo realizar os 10 pulos sobre o MID, conseguindo no máximo 7 pulos sobre esse membro. Já a participante PC 2 neste mesmo item não conseguiu nem iniciar o movimento de pular sobre o MID. No domínio D: em Pé, no item 57 (Em Pé: levanta o pé esquerdo, braços livres, por 10 segundos), a mesma não conseguiu em nenhuma das tentativas mante-se sobre MID com MIE levantado, conseguiu no máximo se manter por 3 segundos, porém com grande alteração de equilíbrio, levando-a quase queda. O menino de 9 anos também apresentou menor mobilidade e atividade nos dois domínios (D: 93,1% e E: 92,3%), porém a maior dificuldade foi observada em relação ao MIE (Membro Inferior Esquerdo), no domínio D: em Pé, em todos os itens que era necessário a maior destreza do MIE, o mesmo apresentou dificuldade em realizar as tarefas, não conseguindo as pontuações máximas dos itens. Já no domínio E: andar, correr e pular; o mesmo apresentou dificuldade em dois itens especificamente, no item 80 (Em Pé: pula 30 centímetros de altura, com ambos os pés simultaneamente) não conseguindo ultrapassar de 10 centímetros. E no item 83 (Em Pé: pula 10 vezes, sobre o pé esquerdo dentro de um círculo com 60 centímetros de diâmetro), o mesmo não conseguiu nem iniciar o movimento. Neste domínio o menino de 9 anos, obteve menor pontuação em todos os itens em que a destreza do MIE se fazia necessária. O GMFM não foi aplicado em crianças e adolescentes com DN.

No PEDI-CAT - Pediatric Evaluation Disability Inventory Computer Adaptive Test, os domínios, atividades diárias e mobilidade as crianças e adolescente com PC estão próximos do limite de corte do score-T (30) ou abaixo deste, indicando desempenho inferior ao esperado para a idade. Em relação aos domínios de social/cognitivo e responsabilidade a maioria dos participantes com PC apresenta score superior a 30 o que indica dentro dos

limites adequados para a idade – porém, a criança PC2, apresenta o desempenho social-cognitivo abaixo do esperado para a idade.

Em relação as características descritivas entre os grupos PC – Paralisia Cerebral e DN – Desenvolvimento Normal, foi feito as análises das variáveis descritivas entre os grupos por meio do teste-t independente e os dados tiveram distribuição normal para quase todas as variáveis descritivas. Não houve diferenças significativas entre os grupos nas variáveis idade ($p=1,000$); sexo ($p=1,000$); tipo de calçado ($p=0,368$); tamanho de calçado ($p=0,842$); MI mais acometido ($p=0,083$); altura ($p=0,887$); peso ($p=0,870$); tamanho de MMII D ($p=0,937$) e E ($p=0,861$). Houve diferenças entre grupos no Mini-Mental (grupo PC<DN; $p=0,006$); PEDI-CAT (grupo PC<DN): A.D. ($0,005$), Mob ($p<0,001$), S/C ($p=0,009$) e Resp ($p=0,022$). Os dados encontram-se sumarizados na (Tabela 1).

Em relação as tabelas de distribuições plantares (tabela 2), pode-se observar que houve melhora entre as descargas de peso anterior e posterior tanto nas crianças e adolescentes com PC quanto com DN, com o uso imediato do eletroestimulador. E consequente houve melhora entre a descarga de peso à direita e à esquerda.

As participantes PC 1 e PC 2 apresentaram aumento da distribuição de peso posterior e com aumento na descarga de peso a direita, no MI mais acometido. O participante PC 3 apresentou melhora da distribuição plantar posterior, com leve aumento da descarga em MID (Membro Inferior Direto), apesar do mesmo, ter o lado esquerdo mais acometido, como observado na tabela 2. Em relação aos participantes com DN também pode-se observar melhora das distribuições plantares em geral (tabela 3).

As tabelas de Arco Index (tabelas 4 e 5), pode-se observar que não houve melhora imediata em relação aos arcos logo após o uso do eletroestimulador. Pode-se apenas observar uma leve melhora na participante PC 2, na análise dinâmica com o Pé Direito – PD (MI mais acometido) que o arco saiu de plano para normal. E na participante com DN 1, na análise também dinâmica houve uma leve melhora no PD onde o arco de alto passou para normal, porém não foi no MI mais acometido dessa participante que é o Pé Esquerdo - PE. Observa uma leve melhora na participante com DN 3, no PE (MI mais acometido) na análise dinâmica onde o arco alto passou para arco normal.

Tabela 1: Dados Descritivos dos Participantes do Estudo

Participantes	Descrição dos Participantes											
	PC 1		PC 2		PC 3		DN 1		DN 2		DN 3	
Idade	13 anos		9 anos		9 anos		13 anos		9 anos		9 anos	
Sexo	Feminino		Feminino		Masculino		Feminino		Feminino		Masculino	
Tipo e tamanho do Calçado / MI + acometido	Tênis 35		Tênis 32		Chinelo 36		Tênis 36		Crocs 33		Tênis 33	
	Direito		Direito		Esquerdo		Esquerda		Esquerda		Esquerda	
GMFCS	I		I		I		N/A		N/A		N/A	
Altura	158 cm		128 cm		138 cm		156 cm		131,5 cm		131 cm	
Peso	45,5 kg		24 kg		52 kg		56,5 kg		30kg		28,5kg	
Tamanho de MMII	D: 80 cm E: 80 cm		D: 59,5 cm E: 60 cm		D: 64 cm E: 66 cm		D: 77 cm E: 78 cm		D: 63 cm E: 62 cm		D: 61,5 cm E: 61,5 cm	
Mini-Mental	26 pts		24 pts		24 pts		29 pts		29 pts		28 pts	
GMFM	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
	98,6%	94,9%	95,8%	92,3%	93,1%	92,3%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PEDI-CAT	A.D.	31	A.D.	<10	A.D.	24	A.D.	61	A.D.	56	A.D.	56
	Mob	11	Mob	19	Mob	11	Mob	66	Mob	59	Mob	70
	S/C	45	S/C	28	S/C	34	S/C	60	S/C	58	S/C	64
	Resp	52	Resp	33	Resp	49	Resp	64	Resp	68	Resp	68

LEGENDA: PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal. MI: Membro Inferior; +: mais; GMFCS: *Gross Motor Function Classification System*; Tamanho de MMII: Membros Inferiores; Mini-Mental: Mini Exame do Estado Mental; GMFM: *Gross Motor Function Measure*, D: em pé e E: andando, correndo e pulando; PEDI-CAT: *Pediatric Evaluation Disability Inventory Computer Adaptive Test*: “A.D.”: Atividades Diárias; “Mob”: Mobilidade; “S/C”: Social/Cognitivo; “Resp”: Responsabilidade. N/A: Não aplicado.

Tabela 2: Distribuições Plantares na Condição Estática em Crianças e Adolescentes com PC

Participantes	Distribuições Plantares											
	PC – 1				PC – 2				PC- 3			
	Com Aparelho Estática	Sem Aparelho Estática										
Descarga de Peso												
Anterior	48,6 %	11,2	69,8%	13,5	25,2%	3,7	24,0%	5,9	24,0%	10,8	29,3%	19,0
Posterior	51,4 %	11,2	30,2%	13,5	74,8%	3,7	76,0%	5,9	76,0%	10,8	70,7%	19,0
Direita	37,7 %	3,2	42,2%	9,4	38,2%	14,9	53,8%	5,8	57,6%	1,9	55,6%	3,8
Esquerda	62,3 %	3,2	57,8%	9,4	61,8%	14,9	4,3%	5,8	42,4%	1,9	44,4%	3,8

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal.

Tabela 3: Distribuições Plantares na Condição Estática em Crianças e Adolescentes com DN

Participantes	Distribuições Plantares											
	DN – 1				DN – 2				DN- 3			
	Com Aparelho		Sem Aparelho		Com Aparelho		Sem Aparelho		Com Aparelho		Sem Aparelho	
Descarga de Peso	Estática		Estática		Estática		Estática		Estática		Estática	
Anterior	37,3%	8,5	44,6%	3,4	13,7%	8,5	14,9%	3,3	10,7%	5,5	20,1%	8,1
Posterior	62,7%	8,5	55,4%	3,4	86,3%	6,9	85,2%	3,3	89,3%	5,5	79,9%	8,1
Direita	48,9%	2,1	46,0%	3,2	53,4%	12,8	58,6%	7,8	56,7%	9,7	49,3%	11,57
Esquerda	51,0%	2,3	54,0%	3,2	46,6%	12,8	41,4%	7,8	43,3%	9,7	50,7%	11,5

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal.

Tabela 4: Arco Index de Crianças e Adolescentes com Paralisia Cerebral

Arco Index

Com Aparelho								Sem Aparelho							
Estática				Dinâmica				Estática				Dinâmica			
PD		PE		PD		PE		PD		PE		PD		PE	
0,34	0,10	0,21	0,01	0,24	0,01	0,21	0,03	0,23	0,12	0,20	0,04	0,24	0,02	0,24	0,01
Arco Plano		Arco Alto		Arco Normal		Arco Alto		Arco Normal		Arco Alto		Arco Normal		Arco Normal	

Com Aparelho								Sem Aparelho							
Estática				Dinâmica				Estática				Dinâmica			
PD		PE		PD		PE		PD		PE		PD		PE	
0,05	0,06	0,05	0,03	0,23	0,20	0,07	0,05	0,03	0,00	0,03	0,02	0,36	0,01	0,09	0,07
Arco Alto		Arco Alto		Arco Normal		Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto		Arco Plano		Arco Alto	

continua

Com Aparelho								Sem Aparelho							
Estática				Dinâmica				Estática				Dinâmica			
PD		PE		PD		PE		PD		PE		PD		PE	
0,31	0,01	0,38	0,01	0,28	0,02	0,38	0,00	0,30	0,01	0,39	0,01	0,30	0,02	0,37	0,01
Arco Plano		Arco Plano		Arco Plano		Arco Plano		Arco Plano		Arco Plano		Arco Plano		Arco Plano	

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal. PD: Pé Direito e PE: Pé Esquerdo.

Valores de referência do Arco Index - AI: Arco plantar alto: $AI \leq 0,21$, Arco plantar normal: $0,21 < AI < 0,26$ e Arco plantar plano: $AI \geq 0,26$.

Tabela 5: Arco Index de Crianças e Adolescentes com Desenvolvimento Normal

Arco Index

Com Aparelho**Sem Aparelho****Estática****Dinâmica****Estática****Dinâmica****PD****PE****PD****PE****PD****PE****PD****PE**

0,17	0,05	0,21	0,02	0,22	0,03	0,16	0,08	0,16	0,01	0,18	0,00	0,17	0,07	0,16	0,01
Arco Alto		Arco Alto		Arco Normal		Arco Alto									

Com Aparelho**Sem Aparelho****Estática****Dinâmica****Estática****Dinâmica****PD****PE****PD****PE****PD****PE****PD****PE**

0,09	0,10	0,17	0,04	0,16	0,04	0,18	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,20	0,03	0,08	0,03
Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto		Arco Alto	

continua

Com Aparelho								Sem Aparelho							
Estática				Dinâmica				Estática				Dinâmica			
PD		PE		PD		PE		PD		PE		PD		PE	
0,09	0,03	0,31	0,00	0,23	0,02	0,24	0,03	0,12	0,08	0,13	0,06	0,22	0,02	0,19	0,00
Arco Alto		Arco Plano		Arco Normal		Arco Normal		Arco Alto		Arco Alto		Arco Normal		Arco Alto	

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal. PD: Pé Direito e PE: Pé Esquerdo.

Valores de referência do Arco Index - AI: Arco plantar alto: $AI \leq 0,21$, Arco plantar normal: $0,21 < AI < 0,26$ e Arco plantar plano: $AI \geq 0,26$.

Na análise dos movimentos angulares, nas tabelas 7 e 8, pode-se observar aumento da amplitude de flexão-extensão e rotação externa-interna de quadril, e flexão-extensão de joelho, em todos os participantes com PC logo após o uso do dispositivo. Já a abdução-adição de quadril se manteve a mesmo com e sem eletroestimulador nos participantes PC 1 e PC 2, tendo aumentado somente no participante PC 3. Em relação a dorsiflexão-plantiflexão de tornozelo, observa-se aumento somente no participante PC 2 e diminuição nos PC 1 e PC 3, com o uso do equipamento. A inversão-eversão de tornozelo aumentou nos participantes PC 1 e PC 2, e diminui no PC 3. Em contradição, a abdução-adição de tornozelo só sofreu aumento no PC 1, e diminuição no PC 2 e PC 3 com o uso do dispositivo.

Em relação aos participantes com DN, observou-se o aumento somente na amplitude dorsiflexores-plantiflexores de tornozelo nos participantes com DN 1, DN 2 e DN 3 imediatamente após o uso do dispositivo. Já em relação a flexão-extensão, abdução-adição e rotação externa-interna de quadril, houve aumento somente nos participantes com DN 2 e DN 3, o com DN 1 observou-se diminuição com o uso do dispositivo. Em relação a flexão-extensão de joelho observa-se aumento no participante com DN 2 e diminuição com DN 1 e DN 3. A inversão-eversão de tornozelo aumentou nos com DN 2 e DN 3 e apresentou diminuição nos com DN 1. E abdução-adição de tornozelo aumentou nos com DN 1 e DN 2, com diminuição no com DN 3.

Em relação aos parâmetros espaço temporais da marcha, nas tabelas 9 e 10, observou-se aumento da velocidade de marcha em todos os participantes com PC; aumento do comprimento do passo nos participantes com PC 1 à Direita e PC 2 à Direita, e diminuição no participante com PC 3 à Esquerda; aumento do comprimento da passada nos participantes com PC 1 e PC 3, e diminuição no participante com PC 2. Já em relação aos participantes com DN, foi observado diminuição da velocidade de marcha nos participantes com DN 1 e DN 3, e se manteve igual no participante com PC 2; diminuição do comprimento do passo nos participantes com DN 1 à Esquerda e DN 3 à Esquerda, e aumento no participante com DN 2 à Esquerda; diminuição do comprimento da passada nos participantes com DN 1 e DN 3, e aumento no participante com DN 2.

Tabela 6: Movimentos Angulares em Crianças e Adolescentes com PC

Movimentos Angulares										
Part	Variáveis			F-E Quadril	Ab-Ad Quadril	Rot. E-I Quadril	F-E Joelho	D-P Tornozelo	In-Ev Tornozelo	Ab-Ad Tornozelo
	Disp.	Amp. em Graus	Méd · DP							
PC 1	Com Ap.	Apoio		46,7°	15,9°	15,3°	46,3°	22,2°	41,5°	24,4°
				2,6	0,6	2,6	4,9	1,4	6,7	3,4
		Balanço		35,0°	4,5°	19,5°	42,3°	6,8°	18,8°	7,2°
				6,6	0,6	3,8	4,7	0,6	6,7	4,6
		Total		57,0°	18,6°	28,2°	65,6°	23,8°	42,2°	24,4°
				3,7	0,7	4,4	2,8	1,9	5,6	3,5
	Sem Ap.	Apoio		49,5°	16,8°	8,3°	37,9°	28,7°	33,8°	22,7°
				1,5	2,6	1,0	7,1	0,3	2,5	1,5
		Balanço		41,9°	4,9°	18,7°	45,5°	6,5°	3,9°	6,7°
				5,3	2,0	2,7	3,5	1,1	0,8	1,7
		Total		56,2°	18,6°	20,9°	61,2°	29,9°	34,1°	22,7°
				0,8	3,2	1,3	0,9	1,9	2,3	1,6
PC 2	Com Ap.	Apoio		0,8	3,2	1,3	0,9	1,9	2,3	1,6
				49,1°	7,6°	15,4°	27,4°	26,3°	20,9°	13,9°
		Balanço		2,5	1,1	1,1	3,7	1,5	0,9	0,8
				52,6°	9,7°	24,1°	50,2°	12,6°	24,2°	10,2°
		Total		3,5	0,5	2,3	0,8	1,6	3,1	1,4
				61,0°	17,4°	24,2°	72,5°	31,6°	44,9°	23,9°
	Sem Ap.	Apoio		1,6	0,3	2,3	1,4	1,4	1,2	0,9
				47,8°	9,5°	17,1°	31,1°	25,4°	21,6°	18,4°
		Balanço		3,8	0,9	2,5	7,0	0,5	1,2	2,3
				46,7°	9,7°	9,0°	44,8°	13,5°	18,5°	19,6°
		Total		9,0	0,4	1,5	2,5	1,4	2,3	1,9
				57,9°	17,4°	17,7°	69,5°	30,7°	35,8°	33,9°
			5,6	1,5	2,5	3,3	2,6	3,9	2,7	

continua

PC 3	Com Ap.	Apoio	33,3°	8,4°	14,6°	30,2°	14,6°	9,1°	11,6°
			2,1	1,1	3,7	8,8	0,3	2,0	1,7
		Balanço	26,6°	4,4°	22,9°	25,4°	4,5°	5,8°	8,9°
			2,1	2,5	4,1	2,1	0,7	1,1	1,7
		Total	37,5°	10,3°	22,9°	39,0°	14,9°	9,9°	11,7°
			1,7	1,5	4,1	2,9	0,5	1,5	1,5
	Sem Ap,	Apoio	37,1°	7,4°	9,9°	28,5°	13,6°	13,0°	13,0°
			3,6	0,4	2,2	2,9	3,1	2,3	2,2
		Balanço	27,2°	3,7°	16,6°	22,0°	3,2°	5,3°	9,8°
			4,3	0,6	1,9	2,0	1,8	1,2	1,1
		Total	37,4°	9,0°	16,6°	31,2°	15,4°	13,0°	13,4°
			3,4	1,3	1,9	1,4	5,1	2,3	2,1

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal. Part.: Participantes; Disp.: Dispositivo; Amp.em graus: Amplitude em graus; Com e Sem Ap: Com e Sem Aparelho; F-E quadril: Flexão-Extensão de quadril; Ab-Ad Quadril: Abdução-Adução de quadril; Rot, E-I: Rotação Interna-Externa de quadril; F-E joelho: Flexão-Extensão de joelho; D-P tornozelo: Dorsiflexão-Plantiflexão de tornozelo; In.-Ev. tornozelo: Inversão-Eversão de tornozelo e Ab-Ad Tornozelo: Abdução-Adução de Tornozelo.

Tabela 7: Movimentos Angulares em Crianças e Adolescentes com DN

				Movimentos Angulares							
Part.	Variáveis			F-E Quadril	Ab-Ad Quadril	Rot. E-I Quadril	F-E Joelho	D-P Tornozelo	In-Ev Tornozelo	Ab-Ad Tornozelo	
	Disp.	Amp. em Graus	Méd. DP								
DN 1	Com Ap.	Apoio		37,9°	11,5°	9,6°	29,8°	25,7°	11,7°	11,8°	
				0,8	1,3	8,9	1,9	3,9	0,2	1,5	
		Balanço		35,8°	7,4°	13,8°	57,3°	17,4°	18,7°	6,1°	
					1,6	0,6	1,5	2,1	2,1	1,5	0,5
		Total		45,5°	11,6°	14,9°	61,5°	32,3°	18,7°	11,8°	
					1,0	1,2	0,6	0,6	2,6	1,5	1,5
	Sem Ap.	Apoio		38,2°	16,3°	9,2°	31,6°	26,8°	22,1°	10,9°	
				1,4	4,8	3,2	7,7	2,8	3,8	1,2	
		Balanço		36,5°	12,8°	10,9°	60,4°	18,4°	29,9°	6,7°	
					3,4	4,3	1,8	0,4	8,4	6,5	2,4
		Total		47,4°	16,3°	17,5°	64,2°	31,1°	29,9°	11,5°	
					1,9	4,8	1,9	1,4	3,3	6,5	1,5
DN 2	Com Ap.	Apoio		39,1°	14,7°	16,1°	32,7°	34,1°	14,2°	19,5°	
				1,7	1,5	1,0	2,9	1,4	2,1	2,0	
		Balanço		37,4°	9,8°	11,8°	62,2°	22,1°	5,6°	19,2°	
					2,5	1,5	1,6	0,8	3,0	3,7	3,2
		Total		46,4°	16,1°	21,9°	62,7°	41,1°	14,2°	22,0°	
					1,2	1,2	1,1	0,4	1,9	2,1	3,4
	Sem Ap.	Apoio		37,8°	13,3°	13,0°	33,8°	24,0°	10,7°	14,0°	
				1,9	0,6	2,1	3,9	2,3	1,8	1,0	
		Balanço		36,0°	9,8°	8,5°	60,1°	14,2°	5,0°	13,1°	
					1,8	1,7	0,4	2,2	3,5	2,1	2,8
		Total		45,2°	14,0°	19,9°	62,0°	28,7°	12,0°	17,6°	
					1,2	0,6	1,42	1,2	1,6	0,8	1,2

continua

DN 3	Com Ap.	Apoio	37,7°	13,4°	12,7°	30,3°	32,1°	8,4°	11,4°
			0,9	1,0	0,9	3,5	2,5	2,7	1,5
		Balanço	32,5°	9,7°	18,0°	59,6°	24,6°	13,1°	10,3°
			0,7	0,2	1,4	1,5	1,9	3,7	1,5
		Total	43,2°	13,4°	18,7°	59,6°	37,9°	13,1°	14,3°
			1,7	1,0	0,5	1,5	1,6	3,7	1,7
	Sem Ap.	Apoio	35,0°	11,4°	8,6°	34,6°	30,2°	7,1°	13,4°
			0,7	0,5	1,1	2,9	2,1	1,9	1,8
		Balanço	30,3°	8,6°	6,4°	63,5°	25,5°	12,3°	10,2°
			0,2	0,8	2,7	2,1	0,5	1,8	1,5
		Total	41,8°	11,5°	14,1°	63,5°	34,8°	12,3°	15,1°
			1,2	0,5	1,6	2,1	1,7	1,8	1,5

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral e DN: Desenvolvimento Normal. Part.: Participantes; Disp.: Dispositivo; Amp.em graus: Amplitude em graus; Com e Sem Ap: Com e Sem Aparelho; F-E quadril: Flexão-Extensão de quadril; Ab-Ad Quadril: Abdução-Adução de quadril; Rot, E-I: Rotação Interna-Externa de quadril; F-E joelho: Flexão-Extensão de joelho; D-P tornozelo: Dorsiflexão-Plantiflexão de tornozelo; In.-Ev. tornozelo: Inversão-Eversão de tornozelo e Ab-Ad Tornozelo: Abdução-Adução de Tornozelo.

Tabela 8: Parâmetros Espaço Temporais da Marcha em Crianças e Adolescentes com PC

Parâmetros Espaço Temporais												
Coletas	PC 1 - Lado D				PC 2 - Lado D				PC 3 - Lado E			
	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE		
Velocidade de Marcha em km/h	3,26	0,11	3,40	0,00	3,36	0,05	3,56	0,15	3,46	0,40	3,53	0,37
Comprimento do Passo em cm	D 74,33 E 34,33 Df - 47,06%	D 20,20 E 14,43 Df - 39,54%	D 86,33 E 23,33 Df - 65,90%	D 21,12 E 25,79 Df - 43,81%	D 44,66 E 54,66 Df - 23,63%	D 4,61 E 4,04 Df - 19,68%	D 53,33 E 54,00 Df - 19,26%	D 26,83 E 21,70 Df - 12,72%	D 94,66 E 16,00 Df - 83,00%	D 7,50 E 10,14 Df - 11,96%	D 73,33 E 35,00 Df - 52,13%	D 5,03 E 6,55 Df - 8,56%
Comprimento da Passada em cm	104,00	1,73	108,33	3,21	107,66	5,50	105,66	1,52	107,00	1,00	113,00	2,00

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. PC: Paralisia Cerebral. SE: Sem Eletroestimulador e CE: Com Eletroestimulador. D: direita, E: Esquerda e Df: Diferença. Km/h: quilômetros/hora em cm: centímetros. PC 1 – Lado D (Lado D estimulado), PC 2 – Lado D (Lado D estimulado), PC 3 – Lado E (Lado E estimulado),

Tabela 9: Parâmetros Espaço Temporais da Marcha em Crianças e Adolescentes com DN

Parâmetros Espaço Temporais

Coletas	DN 1 - Lado E				DN 2 - Lado E				DN 3 - Lado E			
	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE
Velocidade de Marcha em km/h	3,53	0,37	3,46	0,11	3,93	0,25	3,93	0,05	4,10	0,10	3,73	0,11
Comprimento do Passo em cm	D 77,66 E 23,00 Df - 69,10%	D 6,80 E 11,26 Df - 18,28%	D 68,33 E 39,00 Df - 39,03%	D 14,57 E 11,53 Df - 27,83%	D 83,00 E 16,33 Df - 80,06%	D 3,00 E 0,57 Df - 0,23%	D 95,33 E 4,00 Df - 95,36%	D 0,57 E 4,00 Df - 0,05%	D 93 E 17,66 Df - 79,96%	D 1,73 E 1,15 Df - 0,28%	D 87,00 E 16,00 Df - 77,3%	D 1,00 E 1,00 Df - 1,00%
Comprimento da Passada em cm	112,66	1,15	106,00	2,00	113,66	8,08	103,00	1,73	105,33	0,57	103,00	1,00

Legenda: * : Média Aritmética Simples e * : Desvio Padrão. DN: Desenvolvimento Normal. SE: Sem Eletroestimulador e CE: Com Eletroestimulador.

D: direita, E: Esquerda e Df: Diferença. Km/h: quilômetros/hora em cm: centímetros. DN 1 – Lado E (Lado E estimulado), DN 2 – Lado E (Lado E estimulado), DN 3 – Lado E (Lado E estimulado).

Segundo os dados qualitativos com base no questionário desenvolvido para a pesquisa, a participante com PC 1 relatou satisfação com o uso do eletroestimulador, percebendo que é relaxante e trouxe melhora do seu “andar”, entretanto não usaria o mesmo por questão de estética, informando também desejo de melhora da aparência do aparelho para torná-lo menor e mais fino. A participante com PC 2 relatou melhora com o uso do aparelho, informando que sentiu que estava apoiando melhor a perna direita no chão, porém achou o mesmo grande e pesado. Informando que não faria o uso do mesmo no dia-a-dia, mas que usaria no tratamento. O participante PC 3, também relatou melhora com uso do aparelho, informando que se sentiu com mais equilíbrio e que sua marcha havia melhorado. Porém como os outros participantes, o mesmo achou o aparelho grande e não faria o uso, pois as pessoas iriam notar que ele estaria usando o dispositivo.

Em relação aos participantes com DN, a participante DN 1 relatou que com uso do aparelho ela sentiu que era mais fácil movimentar a perna que estava com o eletroestimulador e que a perna contralateral fazia menos força. E que apesar de achar o aparelho grande, o usaria, pois, sentiu melhora na sua marcha. A participante DN 2 informou que sentiu melhora do seu “andar”, porém não usaria pois o achou grande. Já o participante DN 3 relatou que sentiu melhora, estava mais rápido, porém achou o aparelho grande e só o usaria debaixo de roupas.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo é um estudo piloto de teste de protótipo de um eletroestimulador nacional portátil. É um estudo quasi-experimental, quali-quantitativo que teve como objetivo principal testar a viabilidade e os efeitos imediatos do uso desse eletroestimulador para ativação do músculo gastrocnêmio (uma das porções do tríceps sural) durante a marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral nível I do *Gross Motor Function Classification System* (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS). Os resultados sugerem melhora na relação entre as distribuições plantares nas posturas semi-estática e na dinâmica com o uso do eletroestimulador. Além disso, os resultados sugerem um aumento nas amplitudes de movimentos das articulações dos membros inferiores de crianças/adolescente com PC.

Em relação às características descritivas entre os grupos PC – Paralisia Cerebral e DN - Desenvolvimento Normal, não foi observada diferença entre os grupos em relação à idade; sexo; tipo e tamanho do calçado; MI mais acometido; altura; peso; e tamanho do MMII. Somente nas variáveis de todos os domínios (Atividades diárias, Mobilidade, Social-Cognitivo e Responsabilidade) do PEDI-CAT e em relação ao Mini-Mental. O GMFCS é um sistema de classificação utilizado para classificar a função motora auto iniciada de crianças e adolescentes com PC e o GMFM é um sistema de avaliação quantitativa da função motora grossa dessa população, ou seja, nenhum deles é feito para usar em crianças com DN, pois parte do pressuposto que elas tenham PC (ROSENBAUM, et al., 2007; RUSSEL et al, 2011).

Em relação ao Mini-Mental, crianças e adolescentes com PC têm um risco aumentado de apresentarem deficiências cognitivas associadas, apesar da maioria dos PC unilaterais apresentarem o cognitivo preservado. Sabe-se que um terço das crianças com PC apresenta dificuldade específica de aprendizagem, incluindo comprometimento da cognição visuoespacial, aquisição de imagens visuais e funcionamento executivo (NOVAK et al, 2012). Como o Mini-Mental é um teste de triagem de disfunções cognitivas e que aborda todos esses aspectos acima citados, as crianças e adolescentes com PC desse estudo podem ter apresentado um escore inferior ao das com DN, por esse teste abordar esses aspectos da cognição que podem estar alterados nessa população (STADSKLEIV, et al., 2020).

As crianças com DN apresentam melhor desempenho em todas as atividades funcionais em comparação com crianças com PC e isso pode ser observado através do PEDI-CAT, na

qual avalia a funcionalidade de crianças e adolescentes com PC. O PEDI-CAT avalia a funcionalidade, ou seja, o nível de atividades funcionais no meio em que a criança está inserida, como na casa, escola e outros lugares de interação social, que faz parte de se viver em sociedade (MANCINI et al., 2016; HALEY et al., 2012). De acordo com JEONG, 2019, o meio em que a criança e adolescente vive e os lugares em que elas frequentam podem oferecer barreiras, sendo assim, os fatores ambientais e o comprometimento motor estão intimamente interligados (JEONG, 2019). Essas barreiras podem ser arquitetônicas ou mesmo, imposta pelos cuidadores, que através da superproteção acabam limitando a participação dessas crianças e adolescentes com PC e das com alguma deficiência em geral, consequentemente levando a um isolamento domiciliar em muitas vezes e dificuldade para assumirem papéis sociais e ocupacionais (JEONG, 2019; DE QUEIROZ, et al., 2020). Limitando ou interferindo na participação e envolvimento dessa população em situações de vida, podendo acarretar dificuldades dessas crianças e adolescentes se engajarem em atividades sociais e produtivas independentemente (JEONG, 2019; DE QUEIROZ, et al., 2020).

Apesar de crianças e adolescentes com PC apresentarem desordens de movimento e postura, em decorrência disso manifestarem limitações na execução de atividades facilmente realizadas por crianças e adolescentes com DN, o auxílio nas tarefas funcionais ofertadas pelos cuidadores podem ser facilitadores ou barreiras para o desenvolvimento funcional da população com PC (COSTA, et al., 2011; ASSUMPÇÃO, et al., 2011, OLIVEIRA, et al., 2015). Neste presente estudo isso pode ser observado, no menor escore observado no grupo PC em relação ao PEDI-CAT. Pode-se perceber o comprometimento das crianças com PC em relação ao nível de atividade e participação. No grupo com PC todas as crianças e a adolescente apresentaram em alguns dos domínios do PEDI-CAT escore inferior a 30 pontos em relação ao escore-T normativo do teste. Ou seja, todo o grupo com PC apresentou desempenho abaixo do esperado para a idade, principalmente nos domínios de mobilidade e atividades diárias. Já em relação ao grupo com DN todos obtiveram pontuação considerada bem acima do escore 30, estando dentro da faixa esperada de 30 a 70 pontos (MANCINI et al., 2016; HALEY et al., 2012).

Em outras palavras, o ambiente onde as crianças e adolescentes com PC vivem estar diretamente associado aos efeitos que isso pode causar na mobilidade funcional, já que fatores pessoais e ambientais interferem diretamente na funcionalidade (KLEINER et al., 2015,

QUEIROZ, et al., 2020). As condições físicas dos ambientes que essa população frequenta, assim como as atitudes dos cuidados perante as diversas situações cotidianas que elas possam enfrentar, demonstram ser aspectos fundamentais que estão relacionados com a funcionalidade dessa população (KLEINER et al., 2015, QUEIROZ, et al., 2020). Já que fatores contextuais, como físicos; sociais e atitudinais dos pais ou cuidadores, denota influenciar a funcionalidade dessas crianças e adolescentes, de forma positiva, ou seja, execendo um papel facilitador, ou negativa, execendo um papel de barreira ou limitador (KLEINER et al., 2015, QUEIROZ, et al., 2020).

Ademais limitando o desempenho, o aprimoramento e, portanto, o desenvolvimento da criança ou adolescente, pois ao ofertarem um maior nível de auxílio nas tarefas funcionais acabam gerando uma menor expectativa nas habilidades de atividades cotidianas, e assim, não permitindo que elas experienciem e desenvolvam sozinhas suas atividades (OLIVEIRA, et al., 2015; QUEIROZ, et al., 2020). A postura dos cuidadores está intimamente relacionada a educação parental, a personalidade dos pais e cuidadores, a relação com a criança ou adolescente, a rotina da família e a maneira que é conduzida o enfrentamento da situação imposta atividades (OLIVEIRA, et al., 2015).

Além disso, as crianças e adolescentes com PC por apresentarem dificuldade do controle motor do corpo no espaço, dificuldade para realizar ajustes antecipatórios em atividades funcionais e pouca coordenação, proporcionam a elas uma maior dificuldade na realização de atividades cotidianas, principalmente aquelas que necessitem serem realizadas em ortostatismo (PAVÃO et al., 2014). Como as tarefas de autocuidado, escovação dos dentes, banho, troca de roupas, pentear os cabelos e entre outras atividades que são habitualmente realizadas em pé (PAVÃO et al., 2014; OLIVEIRA, et al., 2015).

Em relação a análise das pressões plantares na descarga de peso semi-estática e na marcha realizada antes do uso do eletroestimulador, alguns estudos demonstram a tendência a utilização do membro não acometido durante a fase de apoio da marcha e que o tempo de apoio simples é menor no lado acometido devido principalmente a fraqueza muscular e falta de controle motor que essas crianças e adolescentes com PC apresentam (YOKOCHI, et al., 1995; SORSDAHL, et al., 2008). O presente estudo, corrobora com esses resultados, pois o grupo com PC, antes da utilização do eletroestimulador, obteve maior distribuição de peso para o lado não afetado, conseqüentemente apresentaram tempo de apoio simples menor no

lado acometido e maior tempo de utilização do membro não acometido durante a fase de apoio da marcha.

Na análise com o uso do eletroestimulador pode-se observar uma melhora nas relações das descargas de peso anterior e posterior tanto nas crianças e adolescentes com PC quanto com DN, com o uso imediato do mesmo. É consequente melhora entre a descarga de peso à direita e à esquerda. Em relação aos participantes com DN observou-se melhora das distribuições plantares em geral. Segundo alguns estudos, a população com PC unilateral descarrega o peso preferencialmente no hemisfério normal, levando assim uma dificuldade de transferência de peso para o lado afetado (DOMAGALSKA, et al., 2011; DOMAGALSKA, et al., 2014; MATURANA, et al., 2013). No presente estudo, pode-se observar uma distribuição de peso maior do lado não afetado e uma preferência para utilização dos membros contralateral aos membros afetados. Estas crianças e adolescentes com PC apresentam ainda antepulsão corporal, sendo uma maneira de ajuste postural para compensar as deformidades e deficiências geradas pelo quadro clínico apresentados por essa população (RIGHI, et al., 2017). O presente estudo sugere que houve melhora na simetria entre a descarga de peso anterior, posterior, à direita e esquerda nas crianças e adolescentes com PC imediatamente a colocação do eletroestimulador. Além disso, isso também foi observado na população com DN.

Portando a eletroestimulação com intensidade sublimiar a motora, pode levar a um aumento da consciência na extremidade envolvida, melhorando, dessa forma, a função deste músculo. Com a marcha mais eficaz e feedback cutâneo, pode haver melhora no equilíbrio e aumento no tempo de apoio simples do lado acometido (MAENPAA, et al., 2004; STAUB, et al., 2005). Neste estudo isso pode-se observado, já que houve melhora na simetria entre a descarga de peso anterior, posterior, à direita e esquerda, e consequentemente, no tempo de apoio simples maior e maior tempo de utilização do membro acometido durante a fase de apoio da marcha nas crianças e adolescentes com PC imediatamente após a utilização do eletroestimulador. Possivelmente com o uso prolongado do eletroestimulador, um programa de fortalecimento muscular, com o uso da eletroestimulação para essa clientela, pode possibilitar um aumento no tempo de apoio simples do lado acometido levando assim a capacidade de sustentação de peso por mais tempo nesse hemisfério (McBurney, et al, 2003).

Em relação ao arco index pode-se observar que não houve melhora imediata em relação aos arcos logo após o uso do eletroestimulador. Nas crianças e adolescentes com PC

unilateral e bilateral as pressões plantares no antepé e mediopé são significativamente aumentadas, bem como diminuídas no retropé (GALLI, et al., 2015). Isso foi observado neste estudo no grupo com PC, na qual elas fazem maior descarga de peso em antepé e mediopé, em comparação com retropé. A maioria das crianças e adolescentes com PC e DN no presente estudo, apresentaram arco alto a plano. Corroborando com os resultados na literatura que demonstram que crianças e adolescentes com PC apresentam alta incidência de arco plantar alto a plano (GALLI, et al., 2015; SAXENA, et al., 2014).

Todavia nenhum estudo ainda conseguiu caracterizar o tipo de pé e a distribuição da pressão plantar durante a postura estática e dinâmica da população com PC, apesar de ser claro a relação do pé com o resto corpo, já que o pé é a base (base de suporte do corpo), por conseguinte, desempenha um papel importantíssimo, e as suas deformidades podem dificultar as atividades funcionais de vida diária (ROJAS, et al., 2013). E que as alterações motoras e deformidades do pé comumente presentes no PC, levam à uma mudança na carga exercida sobre o pé, podendo afetar o controle da postura e do equilíbrio (PARK, et al., 2008; PAUL, et al., 2010; NSENGA, et al., 2014). Com o uso do eletroestimulador, foi possível observar uma leve melhora na distribuição da descarga de pé em todas as porções do pé, podendo assim levar a uma posterior melhora do arco index, com o uso prolongado do mesmo deixando-o mais próximo ao arco normal.

O FES é um recurso de eletroestimulação que pode ser eficaz, proporcionando mudanças na cinemática e simetria da marcha (KARABAY, et al., 2014). Já existem comprovações científicas de que o uso do eletroestimulador para ativar a dorsiflexão durante a fase de balanço impacta diretamente na eficácia da marcha, diminuindo o arrastar dos dedos e a plantiflexão durante esta fase (POOL, et al., 2014).

Em relação aos parâmetros cinemáticos da marcha pode-se observar neste estudo, um leve aumento da amplitude de flexão-extensão e rotação externa-interna de quadril, e flexão-extensão de joelho, em todos os participantes com PC logo após o uso do dispositivo. Nos participantes com DN, pode-se observar aumento na amplitude de dorsiflexores-plantiflexores de tornozelo com o uso do equipamento. Crianças e adolescentes com PC tendem a apresentar encurtamento do gastrocnêmio medial, levando a redução da capacidade de resposta ao movimento, apresentam também maior rigidez da articulação do tornozelo quando comparadas com as com DN (DIAS, et al., 2013). Desta forma, essas adequações requerem considerável esforço dos músculos antigravitacionais posteriores para evitar o equinismo, que

pode gerar a sobrecarga da cadeia muscular posterior dessa população (MATURANA, et al., 2013).

Em relação aos parâmetros espaço temporais da marcha, foi observado um aumento da velocidade de marcha em todos os participantes com PC; aumento do comprimento do passo nos participantes com PC 1 à Direita e PC 2 à Direita, e diminuição no participante com PC 3 à Esquerda; aumento do comprimento da passada nos participantes com PC 1 e PC 3, e diminuição no participante com PC 2. Já em relação aos participantes com DN, foi observado diminuição da velocidade de marcha nos participantes com DN 1 e DN 3, e se manteve igual no participante com PC 2; diminuição do comprimento do passo nos participantes com DN 1 à Esquerda e DN 3 à Esquerda, e aumento no participante com DN 2 à Esquerda; diminuição do comprimento da passada nos participantes com DN 1 e DN 3, e aumento no participante com DN 2.

Levando isso em consideração, o presente estudo corrobora com o que é encontrado na literatura e mostra o motivo pela qual a eletroestimulação do gastrocnêmio pode levar a melhora da impulsão da marcha e conseqüentemente melhora da qualidade da mesma. Com o uso do eletroestimulador para os gastrocnêmios, tem-se a possibilidade de gerar uma melhora da sinergia para impulsão da marcha, gerando conseqüentemente a melhora nas fases da marcha. Esta melhora da sinergia da impulsão da marcha leva a melhora de diversos grupamentos musculares responsáveis pela mesma, possibilitando assim uma contração mais eficaz destes. Como pode ser observado neste estudo, a eletroestimulação do gastrocnêmio, pode levar a melhora da impulsão da marcha, através da melhora da sinergia dos músculos responsáveis por uma marcha mais eficaz. Pode-se observar um potencial chance de melhora da amplitude de flexão de quadril, da flexão de joelhos, da dorsiflexão e entre outros.

De acordo com o que foi coletado com o questionário qualitativo foi possível observar, que o eletroestimulador traz inúmeros benefícios que foram pontuados pelas crianças e adolescentes participantes da pesquisa. Os participantes com PC e DN em geral, relataram melhora do MI mais acometido com o uso do equipamento, percebendo por exemplo, maior apoio do MI mais acometido no chão; melhora da movimentação do mesmo e conseqüentemente, diminuição da força necessária para a marcha do lado contralateral ao uso do aparelho; melhora do equilíbrio; melhora da velocidade de marcha e relaxamento da musculatura. Entretanto, todos os participantes relataram insatisfação com a aparência do aparelho, como por exemplo, grande e pesado. Somente usariam o aparelho no dia-a-dia os

participantes com DN. A participante com PC 2 usaria somente durante os tratamentos. E os outros não usariam. Todavia é necessária mudança na aparência do aparelho, apesar de ser um protótipo, para a versão final desse dispositivo deve ser mudado o tamanho do mesmo, tornando-o menor, mais leve e fino.

O presente estudo tem como limitação o número de participantes, apesar de ser um estudo piloto e de teste de protótipo, o tamanho da amostra foi pequeno, o que impossibilita uma análise mais acurada dos dados. Não é possível a generalização dos resultados obtidos para outros níveis de funcionalidade de acordo com o GMFCS. Estudos futuros com maior número de indivíduos são necessários para que seja possível inferir se os resultados aqui encontrados representam a efetividade do equipamento e/ou se podem ser generalizados para outras populações. Este estudo foi um estudo de intervenção imediata, não houve a possibilidade do uso a longo prazo para determinar a melhora ou não das fases da marcha. Para que isso ocorra é necessário um tempo maior de uso. Acredita-se que com a utilização prolongada do aparelho adaptações podem ser geradas no impulso nervoso, gerando aumento da força. Estudos anteriores já demonstraram que o FES é eficaz nas mudanças na cinemática e simetria da marcha (MEILAHN, et al., 2013; POOL, et al, 2014).

Em adição, outros tipos de avaliações psicométricas para medir a melhora ou não da marcha com o uso do equipamento se faz necessário, como avaliar o GMFM antes e depois do uso, para determinar se houve ou não melhora da função motora grossa dessas crianças com o uso do equipamento. Avaliar a força muscular do gastrocnêmio usando o dinamômetro ou o teste do esfigmomanômetro modificado ou não modificado, para ver efeito a longo prazo do eletroestimulador no músculo alvo. Avaliar a velocidade da marcha antes e depois do uso.

Nesse estudo pode-se observar, apesar de todas as limitações, uma leve melhora da dorsiflexão e a eversão do pé, podem ter um efeito ortótico, substituindo o uso das órteses convencionais, e apresentando melhores vantagens estéticas, conforto, praticidade e menor dispêndio energético do usuário. Na literatura já temos vários artigos que sinalizam a melhora da marcha com este recurso (SALAZAR, et al., 2019; COBO-VICENTE, et al., 2021; CHEN, et al., 2023; MOONEY, et al., 2019), porém no mercado temos dispositivos como este portáteis que possibilitam somente o uso no tibial anterior.

Este equipamento desenvolvido com parceria com Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campos Juiz de Fora, possibilita a eletroestimulação do gastrocnêmio, e de outros músculos caso sejam meta terapêutica. O presente estudo retrata os efeitos do primeiro

protótipo. Ainda são necessários mais ajustes e desenvolvimentos de outras funcionalidades para o equipamento. A produção deste equipamento poderá trazer inúmeros benefícios para a população com PC, benefícios esses que ainda serão mais refinados e calculados. Além disso, vai ser um recurso mais acessível, por ser nacional e de baixo custo, com maior aplicabilidade no Sistema Único de Saúde (SUS).

6 CONCLUSÃO

Este estudo se propôs em testar a viabilidade do eletroestimulador nacional portátil produzido em parceria com o Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campos Juiz de Fora. O equipamento foi utilizado para estimular músculo gastrocnêmio de crianças e adolescente com PC do nível I do GMFCS e comparadas com crianças e adolescente com DN. Esse eletroestimulador demonstrou um potencial para aumento e/ou manutenção da amplitude de movimento articular do tornozelo e conseqüentemente do joelho e quadril. Os resultados sugerem melhora das distribuições plantares nas postura semi-estática e na dinâmica com o uso do eletroestimulador. A eletroestimulação do gastrocnêmio, pode levar a uma melhora da impulsão da marcha, através da melhora da sinergia dos músculos responsáveis por uma marcha mais eficaz. Com a finalização da produção do eletroestimulador, novas etapas e estudos futuros serão necessários para testar e validar sua aplicabilidade.

7 AGRADECIMENTOS

FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo financiamento no valor de R\$ 68.456,14 (sessenta e oito mil, quatrocentos e cinquenta reais e quatorze centavos), para compra dos materiais referente ao projeto CEX APQ 00654/19.

REFERÊNCIAS

1. ALVES, R. Confiabilidade teste-reteste da baropodometria em indivíduos jovens assintomáticos durante a análise semi-estática e dinâmica. **Fisioterapia e Movimento**, v. 11, n. 1, p. 29-33, 2018.
2. AL-AZZAWI, S.S.; KHAKSAR, S.; HADI, E.K.; AGRAWAL, H.; MURRAY, I. HeadUp: A Low-Cost Solution for Tracking Head Movement of Children with Cerebral Palsy. **Using IMU**. *Sensors* 2021, 21, 8148. <https://doi.org/10.3390/s21238148>.
3. ANDRADE, V. Desenvolvimento de um dispositivo de eletroestimulação funcional aplicado aos membros inferiores. **IFET**, 2022.
4. ARIAS, R.A.V.; SILVA, A.C.G.; OLIVEIRA, C.C.; SOUZA, R.C.T. Estudo sobre os efeitos da estimulação elétrica funcional (FES) na paralisia cerebral hemiparética. **Temas Desenvolv.** 2003; 12:28-35.
5. ASSUMPCÃO, M.S.; PIUCCO, E.C.; CORRÊA, E.C.R.; RIES, L.G.K. Coativação, espasticidade, desempenho motor e funcional na paralisia cerebral. **Motriz Rev Educ Fis.** 2011;17(4):650-9.
6. BARRETT, R.S.; LICHTWARK, G.A. Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: a systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.52, p. 794-804, 2010.
7. BERKE, P., & GODSCHALK, D. Searching for the Good Plan. **Journal of Planning Literature**, 2009, 23(3), 227–240. doi:10.1177/0885412208327014
8. COBO-VICENTE, F.; SAN JUAN, A.F.; LARUMBE-ZABALA, E.; ESTÉVEZ-GONZÁLEZ, A.J.; DONADIO, M.V.F.; PÉREZ-RUIZ, M. Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Muscle Strength, Biomechanics of Movement, and Functional Mobility in Children with Chronic Neurological Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Phys Ther.** 2021 Oct 1;101(10):pzab170. doi: 10.1093/ptj/pzab170.
9. CARMICK, J. Guidelines for the clinical application of neuromuscular electrical stimulation (NMES) for children with cerebral palsy. **Pediatric Physical Therapy**, v. 79, n. 8, p. 505–518, 1997.
10. CAVANAGH, P. R.; RODGERS, M. M. The arch index: a useful measure from footprints. **J. Biomechanics**. Vol. 20, p. 547-551, 1987.

11. CHEN, Y.H.; WANG, H.Y.; LIAO, C.D.; LIU, T.H. ESCORPIZO, R.; CHEN, H.C. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation in improving mobility in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Clin Rehabil.** 2023 Jan;37(1):3-16. doi: 10.1177/02692155221109661. Epub 2022 Jun 21.
12. COSTA, T.D.A.; CARVALHO, S.M.R.; BRACCIALLI, L.M.P. Análise do equilíbrio estático e de deformidades nos pés de crianças com paralisia cerebral. **Fisioter Pesqui.** 2011;18(2):127-32.
13. DAVIDS, J.R. The foot and ankle in cerebral palsy. **Orthop Clin North Am.** 2010;41(4):579-593.
14. DAMIANO, D. L.; ABEL, M.F. Functional Outcomes of Strength Training in Spastic Cerebral Palsy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 79, p. 119-125, 1998.
15. DAMIANO, D. L.; DODD, K. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 44, n. 1, p. 68– 72, 2002.
16. DAMIANO, D. L.; PROSSER, L.A.; CURATALO, L.A.; ALTER, K.E. Muscle plasticity and ankle control after repetitive use of a functional electrical stimulation device for foot drop in cerebral palsy. **Neurorehabil Neural Repair**, 27(3):200-207, 2013.
17. DE BRUIN, M.; SMEULDERS, M.; KREULEN, M. Why is joint range of motion limited in patients with cerebral palsy? **Journal of Hand Surgery (European Volume)**. 2013;38(1):8-13.
18. DIAS, C.P., VAZ, M.A.; GOULART, N.B.A; ONZI, E.S. Adaptações morfológicas musculares na espasticidade. **Sci Med.** 2013;23(2):102-7.
19. DOMAGALSKA, M.E.; SZOPA, A.J.; LEMBERT, D.T. A descriptive analysis of abnormal postural patterns in children with hemiplegic cerebral palsy. **Med Sci Monit.** 2011;17(2):CR110-6;
20. DOMAGALSKA-SZOPA, M.; SZOPA, A. Postural pattern recognition in children with unilateral cerebral palsy. **Ther Clin Risk Manag.** 2014; 10:113-20.

21. EEK, M.N.; TRANBERG, R.; ZUGNER, R.; ALKEMA, K.; BECKUNG, E. Muscle strength training to improve gait function in children with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol.**, v. 50, n°10, p. 759-764, oct., 2008.
22. ELDER, G.C.; KIRK, J.; STEWART, G.; COOK, K.; WEIR, D.; MARSHALL, A.; LEAHEY, L. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol.** 2003 Aug;45(8):542-50. doi: 10.1017/s0012162203000999.
23. FORAN, J.R.; STEINMAN, S.; BARASH, I.; CHAMBERS, H.G.; LIEBER, R.L. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. **Dev Med Child Neurol.** 2005 Oct;47(10):713-7. doi: 10.1017/S0012162205001465.
24. FOX AARON, S.; CARTY CHRISTOPHER P.; MODENESE L.; BARBER LEE A.; LICHTWARK GLEN A. Simulating the effect of muscle weakness and contracture on neuromuscular control of normal gait in children. **Gait and Posture**, 2018.
25. GALLI, M.; CIMOLIN, V.; SANTAMBROGIO, G.C.; CRIVELLINI, M.; ALBERTINI, G. Gait Analysis before and after Gastrocnemius Fascia Lengthening for Spastic Equinus Foot Deformity in a 10-Year-Old Diplegic Child. **Case Rep Med.** 2010; 2010:417806. doi: 10.1155/2010/417806. Epub 2010 Mar 22.
26. GALLI, M.; CIMOLIN, V.; PAU, M.; LEBAN, B.; BRUNNER, R.; ALBERTINI, G. Foot pressure distribution in children with cerebral palsy while standing. **Res Dev Disabil.** 2015; 41-2:52-7.
27. GIVON, U. Muscle weakness in cerebral palsy. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**, v. 2, n. 43, p. 87-93, 2009.
28. GOMES, R.C.N.T.; BARROS, K.B. N. T.; GOMES, E.; JÚNIOR, T.; LETIERI, R.; JUNIOR, J. A. P. Effects of resistance training on strength of an individual with cerebral palsy. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, 2015, v.9, n.55, p.545-554.
29. GONÇALVES, R. V. Efeito do treino de tarefas funcionais associado à estimulação elétrica na mobilidade de crianças com paralisia cerebral unilateral **[manuscrito]** / **Rejane Vale Gonçalves – 2017.**
30. GONÇALVES, R.V.; FONSECA, S.T.; DE ARAÚJO, P.A.; SOUZA, T.R.; RESENDE, R.A.; MANCINI, M.C. Functional task training combined with electrical stimulation improves motor capacity in children with unilateral cerebral palsy: a single-subject

- design. **Pediatr Phys Ther.** 2019 Apr;31(2):208-215.
doi:10.1097/PEP.0000000000000588.
31. HALEY S. M.; COSTER W.J.; DUMAS H.M.; FRAGALA-PINKHAM M.A. et al. PEDICAT: Development, standardization and administration manual. **Boston: Boston University**; 2012.
 32. IBM Corp. Released 2017. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
 33. JAIN, M.; PASSI, G. R. Assessment of a modified Mini-Mental Scale for cognitive functions in children. **Indian Pediatr**: 42(9):907-12, 2005.
 34. JEONG, Y. Participation, supports, and barriers of Korean children and youth with and without disabilities in the school environment. **Disability Rehabilitation**, v. 3, p. 1-8, 2019.
 35. KARABAY, I.; OZTÜRK, G.T.; MALAS, F.U.; KARA, M.; TIFTIK, T.; ERSÖZ, M.; OZÇAKAR, L. Short-Term Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Muscle Architecture of the Tibialis Anterior and Gastrocnemius in Children with Cerebral Palsy: Preliminary Results of a Prospective Controlled Study. **Am J Phys Med Rehabil.** 2014 Nov 20.
 36. Kerr GRAHAM, H.; Thomason, P.; Tan, A., Donnan, A., Rodda, J. & Narayanan, U. The Gait Outcomes Assessment List (GOAL): validation of a new assessment of gait function for children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, 2018 60(6), 618–623. doi:10.1111/dmcn.13722.
 37. KHAKSAR, S.; PAN, H.; BORAZJANI, B.; MURRAY, I.; AGRAWAL, H.; LIU, W.; ELLIOTT, C.; IMMS, C.; CAMPBELL, A.; WALMSLEY, C. Application of Inertial Measurement Units and Machine Learning Classification in Cerebral Palsy: Randomized Controlled Trial. **JMIR Rehabil Assist Technol.** 2021 Oct 20;8(4): e29769. doi: 10.2196/29769.
 38. KIRBY, R.; WINGATE, M.; BRAUN, K.; DOERNBERG, N.; ARNESON, C.; BENEDICT, R.; MULVIHILL, B.; DURKIN, M.; FITZGERALD, R.; MAENNER, M. Others Prevalence and functioning of children with cerebral palsy in four areas of the United States in 2006: A report from the Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network. **Res. Dev. Disabil.** 2011, 32, 462–469.
 39. KRIGGER, K. Cerebral palsy: An overview. **Am. Fam. Phy.** 2006, 73, 91–100;

40. LIEBER, R. L.; FRIDÉN J. “Muscle contracture and passive mechanics in cerebral palsy.” **Journal of applied physiology** (Bethesda, Md.: 1985) 2019, vol. 126,5: 1492-1501. doi:10.1152/jappphysiol.00278.2018.
41. LIEBER, R. L.; FRIDÉN, J. Spasticity causes a fundamental rearrangement of muscle-joint interaction. **Muscle Nerve**. 2002;25(2):265-70.
42. LIEBER, R.L.; RUNESSON, E.; EINARSSON, F.; FRIDÉN, J. Inferior mechanical properties of spastic muscle bundles due to hypertrophic but compromised extracellular matrix material. **Muscle Nerve**. 2003 Oct;28(4):464-71. doi: 10.1002/mus.10446.
43. MAENPAA, H.; JAAKKOLA, R.; SANDSTROM, M.; AIRI, T.; WENDT, L.V. Electrostimulation at sensory level improves function of the upper extremities in children with cerebral palsy: a pilot study. **Dev Med Child Neurol**. 2004;46:84-90.
44. MANCINI, M. C.; COSTER, W. J.; AMARAL, M. F.; AVELAR, B. S.; FREITAS, R.; SAMPAIO, R. F. New version of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI CAT): translation, cultural adaptation to Brazil and analyses of psychometric properties. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 20, n. 6, p. 561-570, 2016.
45. MATURANA, C.S.; SILVA, L.S.T.; GAETAN, E.S.M.; RIBEIRO, D.C.L. Plantar pressure distribution in children with hemiparetic and diparetic cerebral palsy: case control study. **Ter Man**. 2013;11(54):481-7.
46. MATHEWSON, M. A.; LIEBER, R. L. (2015). Pathophysiology of Muscle Contractures in Cerebral Palsy. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, 2015, vol. 26(1), 57–67. doi: 10.1016/j.pmr.2015.09.005.
47. MCBURNEY, H.; TAYLOR, N.F.; DODD, K.J.; GRAHAM, H.K. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**. 2003;45:658-63.
48. MCINTYRE, S.; GOLDSMITH, S.; WEBB, A.; EHLINGER, V.; HOLLUNG, S.J.; MCCONNELL, K.; ARNAUD, C.; SMITHERS-SHEEDY, H.; OSKOU, M.; KHANDAKER, G.; HIMMELMANN, K. Global prevalence of cerebral palsy: A systematic analysis. **Dev Med Child Neurol**. 2022 Dec;64(12):1494-1506. doi: 10.1111/dmcn.15346. Epub 2022 Aug 11.
49. MEILAHN, J. R. Tolerability and Effectiveness of a Neuroprosthesis for the Treatment of Footdrop in Pediatric Patients with Hemiparetic Cerebral Palsy. **PM&R**, 2013, 5(6), 503–509. doi:10.1016/j.pmrj.2013.11.005.

50. MOLL, L.; VLES, J.S. H.; SOUDANT, D. L. H. M.; et al. Functional Electrical Stimulation of the Ankle Dorsiflexors During Walking in Spastic Cerebral Palsy: A Systematic Review. **Dev Med Child Neurol**. 2017, (1):1-8.
51. MOONEY, J.A.; ROSE, J. A Scoping Review of Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Gait in Cerebral Palsy: The Arc of Progress and Future Strategies. **Front Neurol**. 2019 Aug 21;10:887. doi: 10.3389/fneur.2019.00887.
52. MOURA, R.; ANDRADE, P. M. O.; FONTES, P. L B.; FERREIRA, F. O.; SALVADOR, L. S.; CARVALHO, M. R. S.; HAASE, V. G. Mini-mental state exam for children (MMC) in children with hemiplegic cerebral palsy. **Dement Neuropsychol**. 2017, 11(3):287-296.
53. MOCKFORD, M.; CAULTON, J.M. The pathophysiological basis of weakness in children with cerebral palsy. **Pediatr PhysTher**, 2010, 22(2):222-33.
54. MORMILE, M. Reliability and Validity of the G-Walk for Use in Postural Control. **Electronic Theses and Dissertations**. 2017.
55. NOVAK, I. Evidence-based diagnosis, health care, and rehabilitation for children with cerebral palsy. **Journal of Child Neurology**, 2014, v. 29, n. 8, p. 1141–1156.
56. NOVAK, I.; HINES, M.; GOLDSMITH, S.; BARCLAY, R.; Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy. **Pediatrics November** 2012; 130 (5): e1285–e1312. 10.1542/peds.2012-0924.
57. NSENGA LEUNKEU, A.; LELARD, T.; SHEPHARD, R.J.; DOUTRELLOT, P.L.; AHMAIDI, S. Ciclo da marcha e distribuição da pressão plantar em crianças com paralisia cerebral: Medidas de resultados clinicamente úteis para uma gestão e reabilitação. **Neuro Reabilitação**, 2014.
58. NUNES, L. C. B. G.; QUEVEDO, A. A F.; MAGDALON, E. C. Effects of neuromuscular electrical stimulation on tibialis anterior muscle of spastic hemiparetic children. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 12, n. 4, p. 317–323, 2008.
59. OLIVEIRA, A. K. C.; MATSUKURA, T. S.; MANCINI, M. C. Repertório funcional de crianças com paralisia cerebral nos contextos domiciliar e clínico: relato de cuidadores e profissionais. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, 2015, v. 26, n. 3, p. 390-398.

60. PARK, K. B.; PARK, H. W.; LEE, K. S.; JOO, S. Y.; KIM, H. W. Changes in dynamic foot pressure after surgical treatment of valgus deformity of the hindfoot in cerebral palsy. **Journal of Bone and Joint Surgery**, 2008, 90(8), 1712–1721.
61. PAUK, J.; DAUNORAVICIENE, K.; IHNATOUSKI, M.; GRISKEVICIUS, J.; RASO, J.V. Análise da distribuição da pressão plantar em crianças com deformidades nos pés. **Acta de Bioengenharia e Biomecânica**, 2010, 12(1), 29–34.
62. PAVÃO, S.L.; NUNES, G.S.; SANTOS, A.N.; ROCHA, N.A. Relationship between static postural control and the level of functional abilities in children with cerebral palsy. **Braz J Phys Ther**. 2014 Jul-Aug;18(4):300-7. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0056. Epub 2014 Jul 18.
63. PEIXOTO, J. G.; DIAS, A. G.; MIRANDA, L. M.; DEFILIPO, E. C.; FEITOSA, M. B.; CHAGAS, P. S. C. Análise de confiabilidade de medidas das pressões plantares estática e dinâmica de crianças e adolescentes com desenvolvimento normal. **Fisioterapia E Pesquisa**, 2017, 24(1), 46-53. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/16222224012017>.
64. PIERCE, S.R.; ORLIN, M.N.; LAUER, R.T.; JOHNSTON, T.E.; SMITH, B.T.; MCCARTHY, J.J. Comparison of percutaneous and surface functional electrical stimulation during gait in a child with hemiplegic cerebral palsy. **Am J Phys Med Rehabil**. 2004;83(10):798-805.
65. POOL, D.; BLACKMORE, A.M.; BEAR, N.; VALENTINE, J. Effects of short-term daily community walk aide use on children with unilateral spastic cerebral palsy. **Pediatr Phys Ther**. 2014;26(3):308-17.
66. POOL, D.; VALENTINE, J.; BEAR, N.; DONNELLY, C.J.; ELLIOTT, C.; STANNAGE, K. The orthotic and therapeutic effects following daily community applied functional electrical stimulation in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomised controlled trial. **BMC Pediatr**. 2015 Oct 12;15: 154. doi: 10.1186/s12887-015-0472-y.
67. POSTANS, N.J.; GRANAT, M.H. Effect of functional electrical stimulation, applied during walking, on gait in spastic cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**. 2005;47(1):46-52.
68. PROSSER, L.A.; CURATALO, L.A.; ALTER, K.E.; DAMIANO, D.L. Acceptability and potential effectiveness of a foot drop stimulator in children and adolescents with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**.; 2012, 54(11):1044-1049.

69. DE QUEIROZ, L. F.; Delboni, M. C. C.; Missio, M. M.; Trevisan, C. M. A funcionalidade e qualidade de vida em crianças com paralisia cerebral bilateral e unilateral. **Revista Contexto & Saúde**, 2020, 20(40), 57–66.
<https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.40.57-66>.
70. REED, B. The physiology of neuromuscular electrical stimulation. **Pediatr. Phys Ther.** 1997; 9:96-102.
71. REID, G. S.; LECHTER, S. L. A Três Passos do Ouro: Saiba Como Transformar Obstáculos em Oportunidades. **Citadel**. 2021; 272.
72. ROJAS, V. G.; REBOLLEDO, G. M.; MUNÓZ, E. G.; CORTE´ S, N. I.; GAETE, C. B.; DELGADO, C. M. Differences in standing balance between patients with diplegic and hemiplegic cerebral palsy. **Neural Regeneration Research**, 2013, 8(26), 2478–2483.
73. ROQUE, A.H.; KANASHIRO, M.G.; KAZON, S.; GRECCO, L.A.C.; SALGADO, A.S.I.; DE OLIVEIRA, C.S. Análise do equilíbrio estático em crianças com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica com e sem o uso de órteses. **Fisioter. Mov.**, 2012, 25(2):311-6.
74. ROSENBAUM, P.; PANETH, N.; LEVITON, A.; GOLDSTEIN, M.; BAX, M.; DAMIANO, D.; DAN.; JACOBSSON, B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Dev Med Child Neurol Suppl**. 2007 Feb; 109:8-14. Erratum in: *Dev Med Child Neurol*. 2007 Jun;49(6):480. PMID: 17370477.
75. RIGHI, N.; MARTINS, S. J.; TREVISAN, C. Distribuição da pressão plantar e morfologia do pé de crianças com paralisia cerebral e crianças com desenvolvimento típico. **Rev. Fisioterapia Pesquisa**, 2017; 24 (3): 321-326.
76. RUSSELL, J. D.; Rosenbaum, P. L.; Avery, L. M.; Lane, M. - Tradução de Cyrillo, L. T.; Galvão, M. C. S. Medida da Função Motora Grossa (GMFM-66; GMFM-88): **Manual do usuário**. São Paulo: Memnon, 2011.
77. SADOWSKA, M.; SARECKA-HUJAR, B.; KOPYTA, I. Paralisia Cerebral: Opiniões Atuais sobre Definição, Epidemiologia, Fatores de Risco, Classificação e Opções de Tratamento Neuropsiquiatra. **Des. Tratar**. 2020, 16, 1505-1518.
78. SALAZAR, A.P.; PAGNUSSAT, A.S.; PEREIRA, G.A.; SCOPEL, G.; LUKRAFKA, J.L. Neuromuscular electrical stimulation to improve gross motor function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. **Braz J Phys Ther**. 2019 Sep-Oct;23(5):378-386. doi: 10.1016/j.bjpt.2019.01.006. Epub 2019 Jan 23.

79. SAXENA, S.; RAO, B. K.; KUMARAN, S. Analysis of postural stability in children with cerebral palsy and children with typical development: An observational study. **Pediatric Physical Therapy**, 2014, 26(3), 325–330.
80. SEIFART, V.; SZELÉNYI, A.; SENFT, C.; JARDAN, M.; FORSTER, M. T.; FRANZ, K.; VATTER, H. (2011). Intra-operative subcortical electrical stimulation: A comparison of two methods. *Clinical Neurophysiology*, 2010, 122(7), 1470–1475.
doi:10.1016/j.clinph.2010.12.055.
81. SHIRATORI, T.; GIROLAMI, G.L.; ARUIN, A.S. Anticipatory postural adjustments associated with a loading perturbation in children with hemiplegic and diplegic cerebral palsy. **Exp Brain Res.**, 2016, v. 234, n.10, p.2967-2978.
82. SORSDAHL, A.B.; MOE-NILSSEN, R.; STRAND, L.I. Test-retest reliability of spatial and temporal gait parameters in children with cerebral palsy as measured by an electronic walkway. **Gait Posture**. 2008;27(1):43-50.
83. STAUB, A.L.; ROTTA, N. T; MAHMUD., M;A.I.; SUSLIKSVIRSKI, A.; SANTOS, A.C.; FONTELES, V. R.; JUNIOR, E. B.; FREIRE, C. F.; SEBBEN, G.; SEGATTO, C.; SILVA, Y. G. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular em pacientes com paralisia cerebral do tipo espástica. **Fisioter Bras**. 2005;6(1):6-9.
84. STRAUSS, D.; ROSENBLUM, L.; DAY, S.; SHAVELLE, R. Cognitive function in tetraplegic cerebral palsy with severe motor dysfunction. **Dev Med Child Neurol**. 2005 Aug;47(8):562. doi: 10.1017/s0012162205001106.
85. TOMITA, H.; FUKAYA, Y.; TAKAGI, Y.; YOKOZAWA, A. Effects of severity of gross motor disability on anticipatory postural adjustments while Standing in individuals with bilateral spastic cerebral palsy. **Res Dev Disabil.**, 2013, v. 57, p.92- 101.
86. VAZ, D. V.; BRÍCIO, R. S.; AQUINO, C. F.; VIANA, S. O.; MANCINI, M. C.; FONSECA, S. T. Alterações musculares em Indivíduos com lesão do neurônio motor superior. **Fisioterapia e Pesquisa**, 2006, v.13, n.2, p.58-66.
87. WILLERSLEW-OLSEN, M.; PETERSEN, T.H.; FARMER, S.F.; NIELSEN, J.B. Gait training facilitates central drive to ankle dorsiflexors in children with cerebral palsy. **Brain**, 2015, 138(3):589-603.
88. WILEY, M. E.; DAMIANO, D. L. Lower extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, 1998, v. 40, n. 2, p. 100–107.

89. YOKOCHI, K.; YOKOCHI, M.; KODAMA, K. Motor function of infants with spastic hemiplegia. **Brain Dev.** 1995;17:42-8.

APENDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor _____ sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Desenvolvimento de um eletroestimulador brasileiro para ativar o músculo gastrocnêmio para crianças e adolescentes com paralisia cerebral”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é desenvolver e testar a eficácia de um eletroestimulador nacional portátil para o músculo gastrocnêmio o qual seria um recurso terapêutico mais acessível para potencializar o caminhar das crianças/adolescentes com Paralisia Cerebral que andam, mais acessível a população, principalmente para os que dependem do SUS. Nesta pesquisa pretendemos testar este eletroestimulador nacional portátil para o músculo gastrocnêmio (o maior músculo da panturrilha), durante a marcha (o andar) do(a) seu (sua) filho(a).

Caso você concorde na participação do menor vamos fazer as seguintes atividades com ele: Primeiro, serão coletados os dados, como sexo, idade, peso, altura, tamanho do calçado, tipo de calçado habitual, membro inferior mais comprometido, comprimento dos membros inferiores. assim como, o quadro clínico das crianças e adolescentes com paralisia cerebral. A amostra irá compor um único grupo, onde cada participante será controle dele mesmo. Após a coleta dessas informações, a criança/adolescente será submetida à avaliação do Mini-mental (Mini Exame do Estado Mental para Crianças) que é uma triagem da capacidade de sua compreensão de disfunções cognitivas; GMFM (Medida de Avaliação da Função Motora Grossa) que avalia a função motora grossa (ficar em pé, andar, correr e pular); PEDI-CAT (Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade em sua versão eletrônica) que é um teste que avalia a funcionalidade de crianças e jovens. Em seguida, a criança/adolescente será submetida à avaliação da distribuição de peso em sua pisada estática (parada) e dinâmica (andando) na qual utilizaremos uma plataforma eletrônica equivalente a um tapete emborrachado, a *M.P.S. platform® (Pressure Modular System - LorAn Engineering, Bologna, Italy)*. Depois será realizado a avaliação do andar do seu filho(a) em uma caminhada livre de 10 metros por meio de sensores fixados em suas pernas, estes são sensores inerciais que captam o movimento, o MyoMotion Clinical – Noraxon. Estes sensores não geram qualquer estímulo ou desconforto. Finalizada avaliação inicial, o eletroestimulador será colocado na perna de uso preferencial de seu filho(a). O estimulador gera uma pequena

corrente elétrica capaz de estimular o músculo alvo. A construção do equipamento seguiu a Norma ABNT NBR ICE 60601 garantindo a segurança de seu uso em seu filho. Fazendo uso do estimulador para ativar o músculo da panturrilha, serão reavaliados a distribuição de peso em sua pisada e a caminhada livre com os sensores. A avaliação e reavaliação do andar do seu filho também será filmada para avaliação observacional da marcha, e essa imagem pode ser utilizada para fins de divulgação científica, sem que seu filho seja identificado. Todos os procedimentos serão realizados na presença do cuidador, da criança, dos acadêmicos da Iniciação Científica e dos mestrandos responsáveis.

Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: risco de queda da própria altura, leve sensação de desconforto durante o uso do eletroestimulador e cansaço. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, todos os testes serão realizados com todos os cuidados necessários, a todo momento o avaliador estará do lado seu filho (a); durante o uso do eletroestimulador iremos a solicitar que seu filho (a) nos diga se está sentindo algum desconforto e quando estivermos programando a intensidade do eletroestimulador sempre estaremos atentos a aumentar gradualmente a intensidade, sem que isso possa gerar desconforto ao mesmo. Durante a avaliamos faremos tempo de intervalo para que ele (a) possa se recuperar caso necessário. A pesquisa pode ajudar a validar um eletroestimulador mais acessível e eficaz para a marcha das crianças e adolescentes com paralisia cerebral.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não o deixar participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Paula Silva de Carvalho Chagas

Campus Universitário da UFJF

Faculdade Fisioterapia

CEP: 36036-900

Fone: (32)2102-3256

E-mail: mestrado.fisioterapia@ufjf.edu.br

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa Desenvolvimento de um eletroestimulador brasileiro para ativar o músculo gastrocnêmio para crianças e adolescentes com paralisia cerebral. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é desenvolver e testar a eficácia de um eletroestimulador nacional portátil para o músculo gastrocnêmio o qual seria um recurso terapêutico mais acessível para potencializar o caminhar das crianças/adolescentes com Paralisia Cerebral que andam, mais acessível a população, principalmente para os que dependem do SUS. Nesta pesquisa pretendemos testar e validar este eletroestimulador nacional portátil para o músculo gastrocnêmio (o maior músculo da panturrilha), durante a marcha (o andar) do(a) seu (sua) filho(a).

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você Primeiro, serão coletados os dados, como sexo, idade, peso, altura, tamanho do calçado, tipo de calçado habitual, membro inferior mais comprometido, comprimento dos membros inferiores. assim como, o quadro clínico das crianças e adolescentes com paralisia cerebral. A amostra irá compor um único grupo, onde cada participante será controle dele mesmo. Após a coleta dessas informações, a criança/adolescente será submetida à avaliação do Mini-mental (Mini Exame do Estado Mental para Crianças) que é uma triagem da capacidade de sua compreensão de disfunções cognitivas; GMFM (Medida de Avaliação da Função Motora Grossa) que avalia a função motora grossa (ficar em pé, andar, correr e pular); PEDI-CAT (Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade em sua versão eletrônica) que é um teste que avalia a funcionalidade de crianças e jovens. Em seguida, a criança/adolescente será submetida à avaliação da distribuição de peso em sua pisada estática (parada) e dinâmica (andando) na qual utilizaremos uma plataforma eletrônica equivalente a um tapete emborrachado, a *M.P.S. platform® (Pressure Modular System - LorAn Engineering, Bologna, Italy)*. Depois será realizado a avaliação do andar do seu filho(a) em uma caminhada livre de 10 metros por meio de sensores fixados em suas pernas, estes são sensores inerciais que captam o movimento, o MyoMotion Clinical – Noraxon. Estes sensores não geram qualquer estímulo ou incomodo. Finalizada avaliação inicial, o eletroestimulador será colocado na perna de uso preferencial de seu filho(a). O estimulador gera uma pequena corrente elétrica

capaz de estimular o músculo alvo. A construção do equipamento seguiu a Norma ABNT NBR ICE 60601 garantindo a segurança de seu uso em seu filho. Fazendo uso do estimulador para ativar o músculo da panturrilha, serão reavaliados a distribuição de peso em sua pisada e a caminhada livre com os sensores. A avaliação e reavaliação do andar do seu filho também será filmada para avaliação observacional da marcha, e essa imagem pode ser utilizada para fins de divulgação científica, sem que seu filho seja identificado. Todos os procedimentos serão realizados na presença do cuidador, da criança, dos acadêmicos da Iniciação Científica e dos mestrandos responsáveis.

Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: risco de queda da própria altura, leve sensação de desconforto durante o uso do eletroestimulador e cansaço. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, todos os testes serão realizados com todos os cuidados necessários, a todo momento o avaliador estará do lado seu filho (a); durante o uso do eletroestimulador iremos a solicitar que seu filho (a) nos diga se está sentindo algum desconforto e quando estivermos programando a intensidade do eletroestimulador sempre estaremos atentos a aumentar gradualmente a intensidade, sem que isso possa gerar desconforto ao mesmo. Durante a avaliamos faremos tempo de intervalo para que ele (a) possa se recuperar caso necessário. A pesquisa pode ajudar a validar um eletroestimulador mais acessível e eficaz para a marcha das crianças e adolescentes com paralisia cerebral.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Paula Silva de Carvalho Chagas

Campus Universitário da UFJF

Faculdade Fisioterapia

CEP: 36036-900

Fone: (32)2102-3256

E-mail: mestrado.fisioterapia@ufjf.edu.br

APÊNDICE C

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM

Eu, _____ responsável pelo menor _____ autorizo a veiculação de sua imagem sem identificação facial através de fotos ou vídeos no estudo intitulado “Desenvolvimento de um eletroestimulador brasileiro para ativar o músculo gastrocnêmio para crianças e adolescentes com paralisia cerebral”, da orientanda **Jéssica do Val Rodrigues** e sua orientadora **Paula Silva de Carvalho Chagas**, em apresentações e publicações de natureza técnico-científicas.

Assinando este termo de consentimento, eu estou indicando que eu concordo com a divulgação da minha imagem do menor supracitado.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 201 ____.

Assinatura do (a) responsável

Professora Paula Silva de Carvalho Chagas

APÊNDICE D**QUESTIONÁRIO SOBRE A PERCEPÇÃO DO USO DE UM
ELETROESTIMULADOR PORTÁTIL**

Dados do participante

Nome: _____ Telefone: _____

Sexo: Feminino Masculino Idade: _____ Data de Nascimento: _____

Escolaridade: _____ GMFCS: _____ Tipo de PC: _____

1. O que você percebeu durante o uso do eletroestimulador? _____

2. Você percebeu alguma mudança ao andar? Se sim, qual ou quais? _____

3. Você percebeu alguma diferença entre uma perna e a outra com o uso do eletroestimulador?
Se sim, qual ou quais? _____

4. O que você achou da aparência do eletroestimulador? _____

5. Você usaria este aparelho na escola ou em ambientes abertos? Se não, por que? E o que você mudaria? _____

6. Você se sentiu à vontade com o aparelho? Sentiu algum desconforto? Se sim, quais? _____

7. O que você acha dos equipamentos que auxiliam no seu andar? Se sente à vontade em usar? Se não, por que? _____

8. O que você acha que poderia mudar para melhorar seu andar? Algum aparelho? Algum ambiente? _____

9. O que você achou das avaliações? _____

10. O que você achou de participar dessa pesquisa? _____

ANEXO A - TERMO DE OUTORGA



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

Termo de Outorga FAPEMIG/DOF nº. 10081543/2019

Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2019.

TERMO DE OUTORGA

IDENTIFICAÇÃO

MODALIDADE: "EDITAL 006/2019 - PROGRAMA SANTOS DUMONT"

PROCESSO N. : CDS - APQ-00654-19

PROJETO: "DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROESTIMULADOR FUNCIONAL PORTÁTIL PARA O AUXÍLIO NA MARCHA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL"

PRAZO DE EXECUÇÃO DO PROJETO: 36 MESES.

PARTÍCIPES

OUTORGANTE: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS – FAPEMIG, com sede na Avenida José Cândido da Silveira, n. 1500, bairro Horto, na cidade de Belo Horizonte/MG, inscrita no CNPJ sob o n. 21.949.888/0001-83, neste ato representada por seu Diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação, **PAULO SÉRGIO LACERDA BEIRÃO**, conforme ato de nomeação do Sr. Governador publicado no Diário Oficial do Estado em 12/06/2018, inscrito no CPF n. 091.849.456-72, conforme delegação prevista na Portaria PRE Nº 64/2019, publicada no "Minas Gerais" de 12/10/2019.

OUTORGADA EXECUTORA: UFJF - UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA com sede na **RUA JOSÉ LOURENÇO KELMER, S/N - CAMPUS UNIVERSITÁRIO, SÃO PEDRO**, na cidade de **JUIZ DE FORA/MINAS GERAIS**, inscrito(a) no CNPJ sob o n. 211.957.550.001-69, neste ato representado(a) por seu(ua) **REITOR, MARCUS VINÍCIUS DAVID**.

OUTORGADA GESTORA: FADEPE - FUNDAÇÃO DE APOIO E DESENVOLVIMENTO AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, com sede na **AV. DR. PAULO JAPIASSU COELHO, Nº 545, CASCATINHA, JUIZ DE FORA/MINAS GERAIS** inscrito(a) no CNPJ sob o n. **00703697000167**, neste ato representado(a) por seu(ua) **DIRETOR EXECUTIVO, JOSÉ HUMBERTO VIANA LIMA JÚNIOR**.

COORDENADOR(A): PAULA SILVA DE CARVALHO CHAGAS, CPF: 03625806770, residente e domiciliado(a) **RUA DEPUTADO LAHYR TOSTES 151, B. SPINA VILLE, SÃO PEDRO - JUIZ DE FORA/ MINAS GERAIS**, mantendo vínculo com a **UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**.

Considerando a Chamada FAPEMIG 06/2019 a qual tem por objetivo financiar projetos de

iniciação tecnológica, que permitam ao discente aplicar/testar as teorias acadêmicas por meio da execução de projetos de cunho prático e possibilitar a participação das equipes discentes em competições tecnológicas de caráter educacional.

Resolvem firmar o presente Termo de Outorga, doravante denominado TO, que será regido pelas cláusulas e condições seguintes:

A expressão “**PARTÍCIPES**” será utilizada para referir-se, conjuntamente, à **OUTORGANTE**, à **OUTORGADA EXECUTORA**, à **OUTORGADA GESTORA** e ao **COORDENADOR**.

A expressão “**OUTORGADOS**” será utilizada para referir-se, conjuntamente, à **OUTORGADA EXECUTORA**, à **OUTORGADA GESTORA** e ao **COORDENADOR**.

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

Constitui objeto deste TO, o apoio pela **OUTORGANTE**, por meio de financiamento do montante previsto na Cláusula Segunda, ao projeto de pesquisa científica, tecnológica e/ou de inovação identificado no preâmbulo deste instrumento, desenvolvido pelo **COORDENADOR**, em parceria com a **OUTORGADA EXECUTORA**, observado o plano de trabalho aprovado, parte integrante e indissociável deste TO.

PARÁGRAFO ÚNICO: Integrará o Plano de Trabalho, as informações mínimas que nele deverão constar, nos termos do art. 78 do Decreto n. 47.442/2018, ainda que encaminhadas em documentos apartados.

CLÁUSULA SEGUNDA – DO VALOR DO APOIO E CONDIÇÕES

O valor do presente TO é fixado em **R\$ 68.456,14 (SESSENTA E OITO MIL, QUATROCENTOS E CINQUENTA E SEIS REAIS E QUATORZE CENTAVOS)**, destinado à cobertura de despesas, conforme especificado no plano de trabalho e mediante disponibilidade financeira.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: O valor do recurso constante nesta Cláusula inclui a parcela de até 7% (sete por cento) do montante concedido para o desenvolvimento do Projeto, percentual este que será destinado em favor da **OUTORGADA GESTORA**, a título de despesas operacionais, nos termos do art. 10 da Lei n. 10.973/2004, do art. 70 do Decreto n. 47.442/2018 e das Deliberações do Conselho Curador da FAPEMIG n. 133 de 04 de dezembro de 2018, conforme proposta e plano de trabalho.

PARÁGRAFO SEGUNDO: A implementação de(s) eventual(is) bolsa(s) só poderá ser realizada, após a liberação da primeira parcela dos recursos financeiros.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Será admitido, sem necessidade de elaboração de Termo Aditivo, o remanejamento de recursos financeiros para itens de custeio constantes no plano de trabalho aprovado, nos termos e da Instrução Normativa n. 02/2014 da **OUTORGANTE** ou outra que vier sucedê-la.

PARÁGRAFO QUARTO: Os recursos financeiros previstos neste TO limitam-se ao valor constante na presente Cláusula, não se responsabilizando a **OUTORGANTE** pelo aporte de quaisquer outros recursos em decorrência de modificação do projeto original ou por fatos supervenientes que necessitem de suplementação a qualquer título.

PARAGRAFO QUINTO: As despesas previstas neste TO, à conta da **OUTORGANTE**, correrão pela(s) dotação(ões) orçamentária(s) **, 2071.19.573.50.4105.0001**
449020 1 10 1, 2071.19.573.50.4105.0001.335043.1.10.1,
2071.19.573.50.4105.0001.339020.1.10.1, 2071.19.573.50.4105.0001.445042.1.10.1,
2071.19.573.50.4105.0001.449039.1.10.1, para o presente exercício ou por outra(s) que a(s) suceder (em).

CLÁUSULA TERCEIRA – DA LIBERAÇÃO DOS RECURSOS

A liberação dos recursos será feita diretamente à **OUTORGADA GESTORA**, de forma integral ou em parcelas, e sua utilização se dará conforme previsto no detalhamento dos itens do plano de trabalho aprovado pela **OUTORGANTE**.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A liberação dos recursos dar-se-á após a publicação do extrato deste TO no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais e mediante disponibilidade orçamentária e financeira da **OUTORGANTE**.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Na hipótese do repasse em parcelas, a primeira será feita nas mesmas condições do parágrafo anterior e, as subseqüentes, conforme detalhamento dos itens do plano de trabalho e mediante disponibilidade financeira da **OUTORGANTE**.

CLÁUSULA QUARTA – DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS

Após a liberação dos recursos, os saldos financeiros, enquanto não utilizados, deverão ser aplicados pela **OUTORGADA GESTORA** em caderneta de poupança ou em fundo de aplicação financeira de curto prazo ou operação de mercado aberto lastreada em títulos da dívida pública, na forma descrita no Parágrafo 4^o, do art. 116, da Lei n. 8.666/1993 e no §1^o do art. 87 do Decreto n. 47.442/2018.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: Os valores oriundos da **OUTORGANTE** serão repassados à

OUTORGADA GESTORA, por meio de depósito bancário em contas específicas e individualizadas para a execução do presente TO, abertas em instituição bancária oficial.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Os rendimentos de ativos financeiros serão aplicados no objeto do presente TO, em item que conste no plano de trabalho aprovado e deve ser justificado e comprovado na prestação de contas financeira, os quais estão sujeitos às mesmas condições exigidas para os recursos transferidos.

PARÁGRAFO TERCEIRO: A utilização dos rendimentos para alteração de quantidades ou aquisição de novos itens deverá ser previamente aprovada pela **OUTORGANTE**.

PARÁGRAFO QUARTO: Os rendimentos de aplicações financeiras dos recursos não poderão ser computados como contrapartida ou outros aportes das **OUTORGADAS**.

PARÁGRAFO QUINTO: No caso de conclusão, rescisão ou extinção do presente TO, os saldos financeiros remanescentes, inclusive os provenientes das receitas obtidas das aplicações financeiras realizadas, serão devolvidos à **OUTORGANTE**.

CLÁUSULA QUINTA – DO PRAZO DE VIGÊNCIA E DE EXECUÇÃO

A vigência do presente TO será de **48 MESES**, a contar da data de sua publicação, sendo o prazo de execução do projeto de **36 MESES**, previsto no preâmbulo deste instrumento, também contados da data da publicação do Diário Oficial do Estado de Minas Gerais.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A vigência do presente TO poderá ser prorrogada mediante assinatura de Termo Aditivo, após solicitação e justificativa dos **OUTORGADOS**, além da anuência da **OUTORGANTE**.

PARÁGRAFO SEGUNDO: O prazo de execução deste projeto poderá ser alterado mediante solicitação e justificativa dos **OUTORGADOS** e após autorização da **OUTORGANTE**, por meio de comunicação escrita, e desde que o novo prazo não ultrapasse a vigência deste TO, adequado o plano de trabalho.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Os pedidos de alteração do prazo de execução ou de vigência deverão ser apresentados, com antecedência mínima de 60 (sessenta) dias antes da data do seu encerramento.

PARÁGRAFO QUARTO: Excepcionalmente, a critério da **OUTORGANTE**, será admitido o recebimento de proposta de alteração da **OUTORGADA** em prazo inferior ao estipulado no

parágrafo anterior, desde que dentro da vigência do TO, mediante a apresentação de justificativa do atraso na solicitação da proposta de aditamento.

PARÁGRAFO QUINTO: A prorrogação do prazo de vigência do TO e do prazo de execução do presente projeto não importará no aporte de novos recursos, além dos já previstos na Cláusula Segunda.

PARÁGRAFO SEXTO: Os prazos de vigência do TO e de execução do presente Projeto, no caso de atraso na liberação dos recursos ocasionado pela **OUTORGANTE**, serão prorrogados de ofício pela **OUTORGANTE**, limitado ao período verificado ou previsto para liberação, com a devida readequação da duração das etapas de execução, por meio da apresentação de cronograma de execução atualizado a ser inserido pelo coordenador no sistema Everest.

CLÁUSULA SEXTA- DAS OBRIGAÇÕES DOS PARTICÍPES

São obrigações dos **PARTICIPES** o cumprimento de todas as Cláusulas presentes neste TO, bem como o seguinte:

- **DOS PARTICÍPES:**

- Aceitar os termos e condições do presente TO assinando-o eletronicamente por meio do Sistema Eletrônico de Informações - SEI, com senha individual e intransferível, da qual se responsabiliza pelo sigilo;
- Ter conduta ética e íntegra, respeitada a Lei anticorrupção n.º 12.846, de 2013;
- Submeter-se à fiscalização do Tribunal de Contas do Estado e pelos órgãos de controle competentes;
- Observar os procedimentos e regras dispostos no Manual da FAPEMIG, na Cartilha de Prestação de Contas, bem como na legislação aplicável ao presente Instrumento.

- **DOS OUTORGADOS**

- Arcar, o **OUTORGADO** responsável, por quaisquer ônus advindos das relações diretas ou indiretas com terceiros estranhos ao presente TO;
- Explicitar o número do processo correspondente em toda correspondência enviada à **OUTORGANTE** referente ao presente TO, via correio regular ou eletrônica;
- Manter a guarda dos documentos originais relativos à execução do presente TO, pelo prazo de 10 (dez) anos contados do dia útil subsequente ao término do prazo para apresentação da prestação de contas, exibindo-os à **OUTORGANTE**, quando solicitado.

- **DA OUTORGANTE:**

- Realizar o monitoramento e a avaliação do desenvolvimento do projeto, por meio da análise dos relatórios de monitoramento de metas, ou documento similar, apresentados pelo **COORDENADOR** ou pela **OUTORGADA EXECUTORA**, conforme plano de trabalho;
- Realizar a análise da prestação de contas financeira, apresentada pela **OUTORGADA GESTORA**, conforme a legislação aplicável, as diretrizes estabelecidas pelo Manual da FAPEMIG e a Cartilha de Prestação de Contas.

- **DO COORDENADOR:**

- Responsabilizar-se integralmente pela perfeita execução do projeto e adequada utilização dos recursos concedidos pela **OUTORGANTE**, de acordo com sua finalidade e em estrita observância das cláusulas deste TO, do Manual da FAPEMIG e demais normas da **OUTORGANTE**, não os destinando, em hipótese alguma, a fins diversos, ainda que parcialmente;
- Responsabilizar-se pela demonstração dos resultados obtidos por meio da elaboração e apresentação de Relatório Técnico-Científico à **OUTORGANTE**, por meio de Sistema Eletrônico por esta disponibilizado;
- Fazer expressa referência à **OUTORGANTE**, além de fornecer 1 (um) exemplar da obra publicada, sempre que, em virtude do apoio deferido, for produzido livro, revista ou qualquer outro trabalho técnico ou científico;
- Divulgar o presente apoio da **OUTORGANTE** nas palestras, seminários e cursos, ou na promoção do produto resultado do evento através de publicações científicas, artigos em jornais e/ou revistas, *folders*, *banners*, cartazes, quadros, folheto, dentre outros, sob pena de inadimplência das obrigações ora pactuadas, observada em ano eleitoral a Lei Federal 9.504/97.

- **DA OUTORGADA EXECUTORA:**

- Propiciar condições adequadas de espaço, infraestrutura, pessoal de apoio técnico e administrativo para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, acompanhando as atividades realizadas pelo **COORDENADOR**;
- Envidar os melhores esforços para o fiel cumprimento das obrigações dispostas no presente TO, sendo subsidiariamente responsável pelas obrigações assumidas pelo **COORDENADOR**;
- Responsabilizar-se solidariamente pelas obrigações assumidas pelo **COORDENADOR**, em caso de negligência na fiscalização e no acompanhamento da execução do Projeto.

- **DA OUTORGADA GESTORA:**

- Manter-se constituída na forma de fundações de direito privado, sem fins lucrativos, regidas pelo Código Civil brasileiro e por estatutos cujas normas expressamente disponham sobre a observância dos princípios da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade, da economicidade e da eficiência;
- Adotar regulamento específico de aquisições e contratações de obras e serviços, nos

termos do art. 84 do Decreto 47.442/2018, observados os demais dispositivos legais aplicáveis;

- Manter os recursos repassados, em contas bancárias específicas e atualizadas, abertas exclusivamente para execução das ações deste Termo;
- Utilizar recursos exclusivamente para o cumprimento da finalidade prevista no Plano de Trabalho do Projeto;
- Observar as vedações contidas nos incisos VII e VIII, do art. 6º da Lei n. 22.929/2018;
- Observar a publicidade de seus atos, conforme estabelecido no art. 8º da Lei nº 22.929, de 2018, salvo no que diz respeito às informações classificadas como sigilosas e de segredo industrial;
- Manter-se credenciada junto à **OUTORGANTE** durante o prazo de vigência deste TO.

CLÁUSULA SÉTIMA – DA PRESTAÇÃO DE CONTAS TÉCNICO-CIENTÍFICA

O **COORDENADOR** obriga-se a realizar a prestação de contas técnico-científica do projeto, no prazo de até 60 (sessenta) dias após encerrado o seu prazo de execução, ou pela rescisão deste TO por qualquer motivo, devendo a prestação de contas observar as diretrizes previstas no Manual da FAPEMIG e as demais normas da **OUTORGANTE**, a Chamada Pública identificada no preâmbulo, bem como na legislação aplicável.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A prestação de contas técnico-científica será realizada por meio de relatório contendo os resultados obtidos, em formulário eletrônico disponível na página da **OUTORGANTE**, ou outro(s) documento(s) que vier(em) a substituí-lo, além do envio de cópia das publicações e dos produtos gerados no projeto.

PARÁGRAFO SEGUNDO: O **COORDENADOR** também deverá enviar um PITCH (vídeo de curta duração de aproximadamente 3 min.), contendo uma síntese do(s) resultado(s) mais significativos do projeto desenvolvido, menção ao apoio da **FAPEMIG**, quando da apresentação do relatório técnico final, e que será utilizado como material de divulgação. Anexo ao Formulário de Síntese de Resultados (FSR) deverá ser enviado documento autorizando a divulgação do PITCH.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Na hipótese da não aprovação integral ou parcial da prestação de contas técnico-científica, o **COORDENADOR** deverá efetuar a devolução dos recursos recebidos, integral ou proporcionalmente, conforme o caso, sem prejuízo da correção monetária devida.

PARÁGRAFO QUARTO: A **OUTORGADA EXECUTORA** acompanhará a execução e a apresentação da prestação de contas técnico-científica pelo **COORDENADOR**, inclusive responsabilizando-se pela cobrança e pela aplicação de sanções no caso de inadimplência.

CLÁUSULA OITAVA – DA PRESTAÇÃO DE CONTAS FINANCEIRA

A **OUTORGADA GESTORA** obriga-se a realizar a prestação de contas financeira do projeto, no prazo de até 60 (sessenta) dias após encerrado o prazo de sua execução, ou pela rescisão deste TO por qualquer motivo, devendo a prestação de contas observar as diretrizes previstas no Manual da FAPEMIG, a Cartilha de Prestação de Contas Financeira, as demais normas da **OUTORGANTE**, como a Chamada Pública identificada no preâmbulo, bem como a legislação aplicável.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: Na hipótese de não aprovação integral ou parcial da prestação de contas financeira, a **OUTORGADA GESTORA** deverá efetuar a devolução proporcional dos recursos recebidos, devidamente corrigidos.

PARÁGRAFO SEGUNDO: O **COORDENADOR** e a **OUTORGADA EXECUTORA** poderão ser responsabilizados solidariamente pela devolução dos recursos em decorrência da reprovação parcial ou integral da prestação de contas financeira, caso a sua ação ou omissão tenha concorrido para a reprovação.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Na prestação de contas final, o saldo apurado na conta vinculada, inclusive com os rendimentos de aplicação financeira, deverá ser devolvido à **OUTORGANTE**, por meio de DAE – Documento de Arrecadação Estadual (ver página da **OUTORGANTE**, www.fapemig.br), devidamente identificado com o número do projeto, no campo de informações do DAE.

CLAUSULA NONA – DAS METAS E DA AVALIAÇÃO

Os **OUTORGADOS** atestam que o Plano de Trabalho, ou documento equivalente disponível na plataforma Everest, integra o presente TO independente de transcrição, e contém a especificação das metas a serem atingidas, com indicadores que permitem avaliar o seu cumprimento ao longo do tempo.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A **OUTORGANTE** reserva-se ao direito de, a qualquer tempo, monitorar a execução das metas e atividades, conforme definido no Plano de Trabalho e, após a conclusão dos trabalhos, verificar o cumprimento das condições fixadas no TO.

PARÁGRAFO SEGUNDO: O **COORDENADOR** deverá encaminhar à **OUTORGANTE**, anualmente, relatório de monitoramento informando o andamento da execução física do objeto.

CLÁUSULA DÉCIMA – DO SIGILO E DA CONFIDENCIALIDADE

Como forma de garantir a proteção dos direitos relativos à propriedade intelectual, porventura decorrentes do projeto, identificado no preâmbulo deste TO, obrigam-se os **PARTÍCIPES** a manter sigilo e a confidencialidade das informações pertinentes à pesquisa, de forma a assegurar o atendimento ao requisito “novidade” exigido pela legislação.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A **OUTORGADA EXECUTORA** deverá celebrar Termo de Sigilo e de Confidencialidade com cada um de seus respectivos servidores /empregados e demais envolvidos direta ou indiretamente no desenvolvimento do projeto, identificado no preâmbulo deste TO, como forma de garantir o sigilo e a confidencialidade das informações a ele relacionadas.

PARÁGRAFO SEGUNDO: A obrigação de sigilo e de confidencialidade prevista na presente Cláusula perdurará até que os direitos dos envolvidos tenham sido devidamente protegidos e cessará na hipótese deste projeto não originar direitos relativos à propriedade intelectual.

PARÁGRAFO TERCEIRO: A Cláusula de sigilo e de confidencialidade não será objeto de renúncia por qualquer dos **PARTÍCIPES** e demais envolvidos direta ou indiretamente no desenvolvimento do projeto, enquanto vigentes os objetivos e finalidades deste TO e suas cláusulas correspondentes, resguardando-se irrestritamente eventuais direitos de propriedade intelectual.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA – DOS DIREITOS RELATIVOS À PROPRIEDADE INTELECTUAL

Os direitos relativos à propriedade intelectual, porventura resultantes de atividades realizadas em decorrência do Projeto financiado pelo presente TO serão objeto de proteção, em conformidade com a legislação vigente, e terão como cotitulares a **OUTORGADA EXECUTORA**, e a **OUTORGANTE** respeitados os direitos do autor, inventor ou melhorista e as proporções dos recursos alocados pelas instituições envolvidas no desenvolvimento de cada tecnologia.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A exploração comercial dos direitos de propriedade intelectual e os contratos de licença de exploração deverão ser ajustados de comum acordo entre os cotitulares do direito, nos Contratos de Cotitularidade e de Transferência de Tecnologia.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Qualquer cotitular do direito e/ou qualquer membro de sua equipe, somente poderá explorar diretamente os resultados advindos do projeto objeto deste TO, mediante comum acordo entre os demais cotitulares, expresso em termo escrito e assinado por todos.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Os direitos sobre a propriedade intelectual observará a legislação vigente, notadamente a legislação de propriedade intelectual, em especial a Lei n. 9.279/96 (Lei de Propriedade Industrial), Lei n. 9.609/98 (Lei de Programas de Computador), Lei n. 9.610/98 (Lei de Direitos Autorais), Lei n. 9.456/97 (Lei de Proteção de Cultivares), Decreto n. 2.553/98 (que dispõe sobre a obrigatoriedade de premiação a inventores de instituições públicas), Lei n. 10.973/04 (Lei de Inovação), Decreto n. 9.283/18 (Regulamenta a Lei n. 10.973/04), Lei n. 13.243/16, Lei Estadual n. 17.348/08 (Lei Mineira de Inovação), Decreto n. 47.442/18, bem como Deliberação n. 72/13 da FAPEMIG, e demais legislações aplicáveis à propriedade intelectual.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA - DOS RESULTADOS ECONÔMICOS

Os ganhos econômicos auferidos em eventual exploração comercial de pesquisas e inovações resultantes do projeto identificado no preâmbulo deste TO, inclusive na hipótese de transferência do direito de exploração a terceiros, serão partilhados entre os cotitulares do direito, na proporção equivalente ao montante do valor agregado, investido na pesquisa, inovações e proteção à propriedade intelectual, cujos percentuais serão definidos nos respectivos Contratos de Cotitularidade e de Transferência de Tecnologia.

PARÁGRAFO ÚNICO: É assegurada ao pesquisador participação mínima de 5% (cinco por cento) e máxima de 1/3 (um terço) nos ganhos econômicos, resultantes de contratos de transferência de tecnologia e de licenciamento para outorga de direito de uso ou de exploração de criação protegida da qual tenha sido o autor, inventor ou melhorista, nos termos da Lei Federal n. 10.973/2004 (Lei de Inovação), da Lei Federal n. 13.243/2016, da Lei Estadual n. 17.348/2008 (Lei Mineira de Inovação), do Decreto Estadual n. 47.442/2018 e da Deliberação n. 72/2013 da FAPEMIG.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA – DOS EQUIPAMENTOS

Os bens móveis adquiridos com recursos da **OUTORGANTE** destinados ao projeto ora financiado poderão ser doados aos órgãos e entidades da Administração Pública Direta e Indireta, ou poderão ter o uso permitido às entidades privadas, nos termos da Portaria FAPEMIG n. 34/2019.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A doação de que trata o caput efetivar-se-á automaticamente desde a aquisição do bem em favor da entidade pública executora do projeto, nos termos do artigo 13 da Lei Federal n. 13.243/2016 c/c incisos XV, do art. 79 do Decreto Estadual n. 47.442/2018.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Em caso de reprovação da prestação de contas final, o valor referente ao bem porventura doado deverá ser ressarcido à **OUTORGANTE**.

PARÁGRAFO TERCEIRO: A permissão de uso de que trata o caput efetivar-se-á, por meio da formalização de termo de permissão de uso, a ser emitido após a aprovação, pelo Ordenador de Despesas, da Prestação de Contas Final do Projeto

PARÁGRAFO QUARTO: A doação/permissão de que trata esta Cláusula será feita mediante encargo, que consiste na obrigatoriedade da utilização dos bens somente nas atividades correlatas com as finalidades da **FAPEMIG**, relacionadas a pesquisa, ciência, tecnologia e inovação e não será permitida a doação, permissão ou venda, pela **OUTORGADA EXECUTORA**, a terceiros.

PARÁGRAFO QUINTO: Em caso de desvio ou inutilização dos bens, a **OUTORGADA** responsável deverá ressarcir à **OUTORGANTE**, o valor correspondente, mediante prévio procedimento administrativo para apuração de dolo ou culpa, sendo ainda possível a reposição do bem, com características compatíveis, para o cumprimento de sua finalidade.

PARÁGRAFO SEXTO: Compete à **OUTORGADA EXECUTORA** responsabilizar-se pela adequada guarda, manutenção e utilização dos bens adquiridos com recursos deste TO, assegurando o seu uso nas atividades de pesquisa objeto deste projeto, bem como comunicar à **OUTORGANTE** quaisquer fatos que possam interferir na posse, na propriedade ou no valor do bem adquirido em decorrência do presente TO.

PARÁGRAFO SÉTIMO: A **OUTORGANTE** poderá dar outra destinação aos bens adquiridos com os recursos provenientes deste TO, na hipótese dos **OUTORGADOS** descumprirem o presente Termo, ou caso o interesse público justifique a destinação diversa aos referidos bens.

CLÁUSULA DÉCIMA QUARTA – DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

As normas de concessão, execução, pagamento, acompanhamento e prestação de contas do presente TO são as previstas nas Leis Federais n. 13.243/2016, n. 10.973/2004 e, no que couber, a Lei n. 8.666/1993, Lei Estadual nº 22.929/2018, Decreto Estadual n. 47.442/2018 e demais legislações aplicáveis ao presente instrumento, além do regramento constante no Manual da FAPEMIG e demais normas internas da **OUTORGANTE**, que poderão ser alteradas a critério desta, bem como as prescritas na Chamada Pública identificada no preâmbulo, aplicando-se também os princípios que regem a atuação da administração pública, em especial os princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. Aplicam-se também ao presente TO, de forma subsidiária, o Decreto Federal n. 8.241/2014 e o Decreto Estadual n. 46.319/2013.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA – DA INADIMPLÊNCIA

A violação de qualquer cláusula do presente TO importará em suspensão do apoio concedido, e, eventual, rescisão deste TO, além da devolução dos recursos recebidos, devidamente corrigidos e acrescidos de juros legais e retirada dos bens adquiridos, sem prejuízo de outras sanções legais cabíveis.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA – DA DENÚNCIA E DA RESCISÃO

O presente TO poderá ser denunciado a qualquer tempo, por quaisquer dos partícipes, mediante notificação com antecedência mínima de trinta dias, em face de superveniência de impedimento que o torne formal ou materialmente inexecutável.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: Constituem motivos para rescisão unilateral do TO, a critério da **OUTORGANTE** as hipóteses previstas no art. 66 do Decreto Estadual n. 46.319/13, podendo ainda a **OUTORGANTE** cancelar ou suspender, a seu exclusivo critério e a qualquer tempo, os benefícios definidos, sem que disso resulte direito algum a reclamação ou indenização por qualquer das partes, com relação à **OUTORGANTE**.

PARÁGRAFO SEGUNDO: No caso de descumprimento de quaisquer de suas cláusulas e condições, poderá o **PARTÍCIPE** prejudicado dar por findo o presente TO, independentemente de prévia interpelação judicial ou extrajudicial, respondendo o **PARTÍCIPE** inadimplente pelos prejuízos ocasionados, salvo hipótese de caso fortuito ou de força maior, devidamente demonstrados.

CLÁUSULA DÉCIMA SÉTIMA – DA ADESÃO ÀS CLÁUSULAS E CONDIÇÕES

Os **OUTORGADOS** declaram que aceitam, sem restrições, o presente apoio como está deferido e se responsabilizam pelo fiel cumprimento do presente TO em todas as suas cláusulas e condições.

CLÁUSULA DÉCIMA OITAVA – DA FISCALIZAÇÃO

A **OUTORGADA GESTORA**, **OUTORGADA EXECUTORA** e a **OUTORGANTE** deverão indicar, expressamente, um responsável para controlar e fiscalizar a execução do presente instrumento, nos termos da Lei Estadual 22.929/2018, podendo a indicação ser feita no Plano de Trabalho ou em documento apartado, o qual passará a fazer parte integrante e indissociável do presente TO.

CLÁUSULA DÉCIMA NONA – PRAZO PARA ASSINATURA

Os **PARTÍCIPE**S terão prazo máximo de 10 (dez) dias para realizar a assinatura eletrônica do presente TO, a contar da sua disponibilização via SEI, sob pena de cancelamento do apoio nele previsto.

CLÁUSULA VIGÉSIMA – DA PUBLICAÇÃO

O extrato deste TO será publicado no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, por conta e ônus da **OUTORGANTE**.

CLÁUSULA VIGÉSIMA PRIMEIRA – DO FORO

Para dirimir quaisquer dúvidas ou litígios decorrentes do presente TO, fica eleito o foro da Comarca de Belo Horizonte ou, sendo qualquer dos **OUTORGADOS** entidade pública federal, fica eleita a Justiça Federal da Seção Judiciária de Minas Gerais – Belo Horizonte.

Belo Horizonte, **17 de Dezembro de 2019.**

OUTORGANTE

REPRESENTANTE LEGAL

OUTORGADA EXECUTORA

MARCUS VINÍCIUS DAVID

OUTORGADA GESTORA

JOSÉ HUMBERTO VIANA LIMA JÚNIOR

COORDENADOR

PAULA SILVA DE CARVALHO CHAGAS

Detalhamento dos Itens do Orçamento Aprovado

PROCESSO : APQ-00654-19

TÍTULO : DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROESTIMULADOR FUNCIONAL PORTÁTIL PARA O AUXÍLIO NA MARCHA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL

DESENVOLVEDORA : UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

COORDENADOR : PAULA SILVA DE CARVALHO CHAGAS

1) MATERIAL PERMANENTE E EQUIPAMENTO IMPORTADO

SISTEMA INERCIAL PARA ANÁLISE DE MARCHA

Qtd. [Soli.] : 1 SubTotal [Soli.] : R\$ 51.505,29

Qtd. [Reco.] : 1 SubTotal [Reco.] : R\$ 51.505,29

2) BOLSA DE DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

BOLSA DE DESENVOLVIMENTO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (BDCTI-VI)

Qtd. [Soli.] : 1 Meses [Soli.] : 18 SubTotal [Soli.] : R\$ 10.800,00

Qtd. [Reco.] : 1 Meses [Reco.] : 12 SubTotal [Reco.] : R\$ 7.200,00

3) DESPESAS ACESSÓRIAS DE IMPORTAÇÃO

DESPESAS PARA IMPORTAÇÃO DO SISTEMA INERCIAL DE MARCHA

Qtd. [Soli.] : 1 SubTotal [Soli.] : R\$ 5.075,97

Qtd. [Reco.] : 1 SubTotal [Reco.] : R\$ 5.075,97

4) SOFTWARE

PEDI-CAT

Qtd. [Soli.] : 3 SubTotal [Soli.] : R\$ 1.200,00

Qtd. [Reco.] : 1 SubTotal [Reco.] : R\$ 400,00

5) SOFTWARE

GMFM-APP

Qtd. [Soli.] : 3 SubTotal [Soli.] : R\$ 1.200,00

Qtd. [Reco.]: 1

SubTotal [Reco.]: R\$ 400,00

6) DESPESAS OPERACIONAIS

DESPESAS OPERACIONAIS

Qtd. [Soli.]: 1

SubTotal [Soli.]: R\$ 4.186,88

Qtd. [Reco.]: 1

SubTotal [Reco.]: R\$ 3.874,88

Observação : Soli. = Solicitado / Reco. = Recomendado



Documento assinado eletronicamente por **Paula Silva de Carvalho Chagas, Usuário Externo**, em 17/12/2019, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ HUMBERTO VIANA LIMA JUNIOR, Usuário Externo**, em 17/12/2019, às 11:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcus Vinicius David, Usuário Externo**, em 17/12/2019, às 18:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **10081543** e o código CRC **4F4AD8B7**.

Referência: Processo nº 2070.01.0011022/2019-12

SEI nº 10081543

ANEXO B - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA UFJF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROESTIMULADOR BRASILEIRO PARA ATIVAR O MÚSCULO GASTROCNÊMIO PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL

Pesquisador: Paula Silva de Carvalho Chagas

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 59362122.0.0000.5147

Instituição Proponente: Faculdade de Fisioterapia

Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.555.246

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

"INTRODUÇÃO: A Paralisia Cerebral (PC) apresenta como principal alteração o comprometimento motor, como o padrão equino da marcha. Encontra-se no mercado um eletroestimulador portátil, o WalkAide®, que tem como objetivo estimular o tibial anterior (TA). Por causa das contraturas e/ou encurtamentos do tríceps sural (TS), há uma diminuição da sua capacidade de movimentação, gerando uma hiperativação do TA. A estimulação do TS provê a força necessária para melhora dos padrões cinemáticos da marcha, levando o aumento da impulsão na fase de apoio terminal, maior amplitude de movimento, gerando aumento da velocidade e do comprimento do passo. Além disso, em países de renda baixa à média, como o Brasil, o WalkAide® ainda não é acessível à população. OBJETIVOS: Desenvolver um eletroestimulador brasileiro portátil com objetivo de estimular o tríceps sural, avaliar o seu uso e a satisfação dos participantes em relação ao equipamento. MÉTODOS: Estudo quasi-experimental, quali-quantitativo e de teste do protótipo com intuito de desenvolver um Sistema de Eletroestimulação Funcional - FES configurado para

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

UF: MG

Telefone: (32)2102-3788

Município: JUIZ DE FORA

CEP: 36.036-900

E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.555.246

crianças com PC. O FES é um sistema que possui um acelerômetro responsável por iniciar a eletroestimulação do nervo peroneal por meio de um canal bipolar e, conseqüentemente, contrair o músculo gastrocnêmio durante a marcha. O aparelho é portátil e aplicado diretamente na perna abaixo do na fossa poplíteia fixado por um manguito. Será desenvolvido e produzido em parceria com alunos e professores do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – IFET, MG e da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. O aparelho encontra-se em fase final de produção, sendo realizado os últimos ajustes e posteriormente será cedido para o estudo. Na primeira fase, serão convidadas a participar 6 adolescentes e/ou jovens adultos com idades entre 13 a 21 anos e de ambos os sexos, 3 com desenvolvimento normal e 3 com diagnóstico de PC unilateral ou bilateral, do tipo espástica, com classificação I ou II no Gross Motor Function Classification System (GMFCS) para realizar os testes dos protótipos. A segunda fase, será a fase de teste dos efeitos do uso do eletroestimulador na marcha em 24 crianças e adolescentes com PC unilateral ou bilateral, do tipo espástica, com Gross Motor Function Classification System (GMFCS) I ou II. Com os seguintes instrumentos: M. P. S. Plataform®, para a avaliação da descarga de peso semi-estática e dinâmicas; MyoMotion Clinical – Noraxon, para medir parâmetros espaço temporais e cinemáticos da marcha; Gross Motor Function Measure (GMFM), para mensurar alterações na função motora ampla de crianças com PC; Pediatric Evaluation Disability Inventory Computer Adaptive Test (PEDI-CAT), teste Adaptativo de Computador, para avalia a funcionalidade de crianças e jovens, de 0 a 21 anos, com diferentes condições de saúde; Entrevistas Qualitativas Semiestruturadas, que serão realizadas com os pais ou cuidadores e com os participantes com objetivo de obter descrições em relação a marcha, uso de equipamentos auxiliares, como órteses e o próprio eletroestimulador e a percepção do efeito imediato do eletroestimulador. Essas avaliações serão realizadas com e sem o uso do eletroestimulador. RESULTADOS ESPERADOS: Espera-se um auxílio ortótico com efeitos terapêuticos, estimulando o controle das contrações do músculo gastrocnêmio contribuindo para melhora cinemática da marcha, alterações no padrão de ativação muscular do lado parético, na iniciação e duração do passo, no torque impulsivo do tornozelo e na ativação elétrica ideal para marcha."

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **E-mail:** cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 5.555.246

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo primário

Testar a viabilidade e os efeitos do uso de um eletroestimulador nacional portátil para ativação do músculo gastrocnêmio (uma das porções do tríceps sural) durante a marcha, em jovens adultos com paralisia cerebral nível I e II do Gross Motor Function Classification System (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS).

Objetivo secundário

Avaliar os efeitos da eletroestimulação funcional do músculo gastrocnêmio sobre os parâmetros espaço-temporais da marcha como tempo de apoio simples, tempo de apoio duplo, tempo do ciclo da marcha, velocidade da marcha, do passo e da passada. Avaliar os efeitos do uso do eletroestimulador nos parâmetros cinemáticos da marcha nos movimentos de flexão plantar, dorsiflexão, flexão do joelho e quadril nas fases de balanço e impulsão da marcha. Avaliar os efeitos ortóticos na distribuição das pressões plantares na postura semi-estática e na dinâmica e do arco-index com o uso do eletroestimulador. Avaliar a função motora grossa e o desempenho funcional da capacidade de mobilidade da marcha antes e depois do uso do eletroestimulador nas crianças e adolescentes com PC. Avaliar a percepção dos participantes sobre a usabilidade do equipamento."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Riscos:

Esta pesquisa apresenta risco mínimo, tais como: risco de queda da própria altura; leve sensação de desconforto e ou dor durante o uso do eletroestimulador e cansaço. Para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a todo momento o avaliador estará do lado dos adolescentes e/ou jovens adultos minimizando o risco de quedas. Durante o uso do eletroestimulador iremos a solicitar que os adolescentes e/ou jovens adultos nos informem a ocorrência de qualquer desconforto e quando estivermos programando a intensidade do eletroestimulador sempre estaremos atentos a aumentar gradualmente a intensidade, sem que isso possa gerar desconforto ou dor ao participante. Durante a avaliação faremos tempo de intervalo para que ele (a) possa se recuperar de algum cansaço decorrente das atividades.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.555.246

Ainda assim, caso necessário a equipe da pesquisa garantirá o acesso a assistência médica aos participantes da pesquisa.

10

Benefícios:

O uso do eletroestimulador poderá levar a melhora da dorsiflexão e a eversão do pé, substituindo o uso das órteses convencionais, apresentando melhores vantagens estéticas, conforto, praticidade e menor dispêndio energético do usuário. Além da possibilidade de desenvolvimento de um equipamento nacional e de baixo custo.”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Após a realização das adequações, o projeto está bem estruturado, apresenta o tipo de estudo, número de participantes, critério de inclusão e exclusão, forma de recrutamento. As referências bibliográficas são atuais, sustentam os objetivos do estudo e seguem uma normatização. O cronograma mostra as diversas etapas da pesquisa, além de mostra que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo CEP. O orçamento lista a relação detalhada dos custos da pesquisa que serão financiados com recursos próprios conforme consta no campo apoio financeiro. A pesquisa proposta está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens IV.6, II.11 e XI.2; com a Norma Operacional CNS 001 de 2013. Itens: 3.4.1-6, 8, 9, 10 e 11; 3.3 - f; com o Manual Operacional para CEPS Item: VI - c.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO e o TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, ambos em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, c, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **E-mail:** cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 5.555.246

forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa:31/07/2024.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1940811.pdf	06/07/2022 16:33:47		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Eleetroestimulador.pdf	06/07/2022 16:30:13	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Responsaveis_Eleetroestimulador.pdf	06/07/2022 16:29:59	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_ELETROESTIMULADOR.pdf	06/07/2022 16:29:38	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N**Bairro:** SAO PEDRO**CEP:** 36.036-900**UF:** MG**Município:** JUIZ DE FORA**Telefone:** (32)2102-3788**E-mail:** cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.555.246

Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Mateus_Coimbra_da_Silva.pdf	06/07/2022 16:22:46	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	TERMO_DE_AUTORIZACAO_PARA_U TILIZACAO_DE_IMAGEM_ELETROES TIMULADOR.pdf	05/07/2022 23:30:28	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_eletroestimulador_assina da.pdf	05/07/2022 23:25:43	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Victor_Augusto_de_Andrade.pdf	05/06/2022 23:16:14	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Silvana_Terezinha_Faceroli.pdf	05/06/2022 23:16:02	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Sara_Del_Vecchio.pdf	05/06/2022 23:15:48	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Ricardo_Morais_Ribeiro.pdf	05/06/2022 23:15:02	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Danielly_Reale_Grimaldi.pdf	05/06/2022 23:14:50	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Marco_Antonio_Cavalcanti_Garcia .pdf	05/06/2022 23:14:29	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Diogo_Simoes_Fonseca.pdf	05/06/2022 23:14:16	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Paula_Silva_de_Carvalho_Chaga s.pdf	05/06/2022 23:13:59	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	Curriculo_do_Sistema_de_Curriculos_L attes_Jessica_Do_Val_Rodrigues.pdf	05/06/2022 23:13:32	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	SEI_GOVMG_10081543_Termo_de_Ou torga.pdf	31/05/2022 20:26:30	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito
Outros	QUESTIONARIO_SOBRE_A_PERCEP CAO_DO_USO_DE_UM_ELETOESTI MULADOR_PORTATIL.pdf	31/05/2022 20:24:15	JESSICA DO VAL RODRIGUES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@uff.br



ufjf

UFJF - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE JUIZ DE FORA -
MG



Continuação do Parecer: 5.555.246

JUIZ DE FORA, 01 de Agosto de 2022

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

UF: MG

Telefone: (32)2102-3788

Município: JUIZ DE FORA

CEP: 36.036-900

E-mail: cep.propp@ufjf.br