

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**CAMILA ARAÚJO SANTOS SANTANA**

Desempenho sensorial e motor em crianças e jovens com paralisia cerebral:  
inter-relações e perspectivas para a intervenção fisioterapêutica

São Carlos  
Junho de 2020

**CAMILA ARAÚJO SANTOS SANTANA**

Desempenho sensorial e motor em crianças e jovens com paralisia cerebral:  
inter-relações e perspectivas para a intervenção fisioterapêutica

Dissertação apresentada ao programa de  
Pós-Graduação em Fisioterapia da  
Universidade Federal de São Carlos  
para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Carolina de Campos

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eloisa Tudella

São Carlos  
Junho de 2020



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Camila Araújo Santos Santana, realizada em 30/06/2020.

#### Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Ana Carolina de Campos (UFSCar)

Profa. Dra. Natalia Duarte Pereira (UFSCar)

Profa. Dra. Raquel de Paula Carvalho (UNIFESP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

### ***Dedicatória***

---

*Dedico esta dissertação a todas as pessoas com paralisia cerebral, em especial a todos os voluntários e familiares que participaram de estudo. Muito obrigada por toda a confiança, troca de experiências e aprendizado compartilhado.*

*Dedico também a todas as pessoas que trabalham e se dedicam para a produção de conhecimento e melhora da qualidade de vida de pessoas com deficiência.*

## ***Agradecimentos***

*Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte da minha trajetória pessoal e profissional até aqui, que confiaram, acreditaram e torceram por mim. Aos meus pais Marcos Albert e Maria Soledade, ao meu irmão Marcos Eduardo, e minha avó Maria José por, cada um de uma maneira especial, terem contribuído para que eu seja a pessoa que eu sou hoje. Aos meus sogros e cunhada por sempre me apoiarem em todos os momentos necessários. Em especial, agradeço ao meu marido André por ter sido a pessoa mais decisiva para que eu ingressasse nesse mundo acadêmico, por ter feito eu descobrir o meu potencial e acreditar nele, e sempre estar ao meu lado me apoiando em todas as situações. Todas as minhas conquistas sempre também serão suas.*

*Agradeço especialmente também a Professora Eloisa Tudella por todo apoio e confiança durante toda a minha trajetória na UFSCar, e por ter me convencido realizar o mestrado. Você sempre fará parte dos rumos profissionais que segui e continuarei seguindo na minha carreira profissional. Agradeço às colegas de laboratório Carolina, Beatriz e Mariana, que se dedicaram e foram fundamentais para a execução deste trabalho, e aos outros colegas pelo conhecimento compartilhado.*

*E agradeço excepcionalmente a minha orientadora Professora Ana Carolina, por ter me acolhido como sua aluna, me orientado e me acompanhado com maestria durante estes dois anos e meio. Trabalhar com você foi um imenso presente e privilégio pessoal e profissional. Obrigada por acreditar em mim, me ajudar a explorar meu potencial e compartilhar todo o seu conhecimento de uma forma tão única e rica. Você se tornou uma grande fonte de inspiração na minha vida, e poder continuar trabalhando ao seu lado continuará sendo um imenso aprendizado e motivo de felicidade em vários sentidos.*

*Por fim, agradeço ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da UFSCar, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao Programa Emerging Leaders in America do Governo do Canadá, pelo suporte estrutural e financeiro durante o período de realização deste estudo.*



*“I can change the world  
 With my own two hands  
 Make it a better place  
 With my own two hands  
 Make it a kinder place  
 With my own two hands  
 I can make peace on earth  
 With my own two hands  
 I can clean up the earth  
 With my own two hands  
 I can reach out to you  
 With my own two hands  
 I'm going to make it a brighter place  
 With my own two hands  
 I'm going to make it a safer place  
 With my own two hands  
 I'm going to help the human race  
 With my own two hands  
 I can hold you  
 With my own two hands  
 I can comfort you  
 With my own two hands  
 But you've got to use  
 Use your own two hands  
 Use your own  
 Use your own two hands”*

With my own two hands  
 Jack Johnson and Ben Harper

## RESUMO

**Santana, C. A. S. (2020). *Desempenho sensorial e motor em crianças e jovens com paralisia cerebral: inter-relações e perspectivas para a intervenção fisioterapêutica*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, Brasil.**

A paralisia cerebral (PC) caracteriza-se principalmente por distúrbios da postura e do movimento, porém, déficits somatossensoriais são frequentes e tem sido descritos como limitantes para o desempenho motor. O sistema somatossensorial compreende receptores e vias neurais relacionados ao tato e posição do corpo, sendo fundamental para o controle motor. Contudo, as relações entre componentes sensoriais e motores em PC não são bem compreendidas, e tampouco se sabe se essas possíveis relações podem intermediar os efeitos de intervenções. Desta forma, foi realizado o estudo 1, que se trata de uma revisão de literatura que objetivou verificar qual é o estado da evidência até o momento com relação às inter-relações entre componentes somatossensoriais e motores em indivíduos com paralisia cerebral. Os resultados mostraram que diversos estudos observaram relações diretas entre os aspectos sensoriais e motores nesta população, porém há lacunas na literatura e variabilidade de resultados. Ainda, devido ao baixo rigor metodológicos dos estudos avaliados não é possível conhecer de forma precisa como estes componentes interagem e as implicações clínicas dos achados, sendo necessários mais estudos nesta temática. Baseando-se nos achados com relação às influências do sistema sensorial no sistema motor e no fato de que a maioria dos estudos presentes na literatura que abordam este tema são focados na função dos membros superiores, desenvolveu-se o estudo 2. O estudo 2 foi composto pelo desenvolvimento e avaliação da viabilidade e efeitos de um treino sensório-motor de curto prazo com foco predominantemente sensorial direcionado para os membros inferiores de crianças e adolescentes com paralisia cerebral. Este estudo exploratório teve um desenho randomizado e controlado, em que 8 participantes foram alocados para receber o treino desenvolvido para o estudo, e 8 receberam um treino convencional predominantemente motor, ambos aplicados por 3 dias consecutivos, com duração total de 180 minutos. Os resultados deste estudo mostraram que o protocolo de treino desenvolvido foi viável e bem aceito na prática, porém não foi observada superioridade deste protocolo com relação ao protocolo controle. Contudo, foram observadas relações significativas entre a discriminação tátil e propriocepção avaliadas nos membros inferiores com o desempenho motor (estabilidade postural e marcha); houve indícios de que os aspectos sensoriais e motores podem ser influenciados por um protocolo de treino sensório-motor, podendo os resultados deste estudo servir como base para a ampliação e desenvolvimento de intervenções sensório-motoras em indivíduos com paralisia cerebral.

**Palavras chave:** paralisia cerebral; discriminação tátil; propriocepção; função motora; membros inferiores.

## **Abstract**

**Santana, C. A. S. (2020). *Sensory and motor performance in children and youth with cerebral palsy: interrelationships and perspectives for physical therapy interventions*. Master's degree project. Federal University of São Carlos, Brazil.**

Cerebral palsy (CP) is mainly characterized by disorders of movement and posture. However, somatosensory deficits are often reported and known to be involved in limitations related to motor performance. The somatosensory system includes peripheral receptors and neural pathways related to touch and body position, being central to motor control. However, the relations between sensory and motor components are not well known, as it is not clear if these relations may mediate the effects of interventions in individuals with CP. Thus, we conducted the study 1, which is a literature review that aims to verify the state of the evidence concerning the interrelationships between somatosensory and motor components in individuals with cerebral palsy. The results have shown the direct relationships between sensory and motor aspects in this population, however, there are literature gaps and variability in results reported. Moreover, the low methodological rigor of the included studies limits the understanding of interactions between these components and clinical implications. being necessary that further studies be conducted. Based on the findings regarding the influence of the sensory system on the motor performance, and since most studies addressing this topic are focused on the upper limbs, study 2 was conducted. Study 2 is about the development and evaluation of the viability and effects of a short-term sensorimotor training with predominantly sensory focus directed at the lower limbs of children and adolescents with cerebral palsy. This exploratory study had a randomized controlled design, where 8 participants were allocated to receive the sensorimotor training developed for this study, and 8 received a conventional, predominantly motor training; both protocols were applied for 3 consecutive days, with total duration of 180 minutes. The results of this study show that the developed training protocol was feasible and well-accepted in practice, but was not superior to the control protocol. However, we found significant relationships between tactile discrimination and proprioception of the lower limbs with motor components (postural stability and gait) and tendencies were observed showing that sensory and motor aspects might be influenced by a sensorimotor training protocol. The results of this study can serve as the basis for the expansion and development of sensorimotor protocols directed to the lower limbs in individuals with cerebral palsy.

**Keywords:** cerebral palsy; tactile discrimination; proprioception; motor function; lower limbs.

## Lista de Figuras

### *Estudo 1*

Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos. .... 18

### *Estudo 2*

Figura 1: Desenho experimental.....	37
Figura 2 Avaliação do senso de posição estática. Posicionamento com (foto à esquerda) e sem (direita) o auxílio da visão.....	39
Figura 3: Avaliação do registro (Monofilamentos) (foto à esquerda) e percepção tátil (Disk-Criminator) (direita) no dermatomo de teste (L5).....	40
Figura 4: Avaliação da marcha com caminha linear utilizando o G-Walk.....	41
Figura 5: Avaliação da estabilidade postural na plataforma de força na posição pés alinhados ao quadril, olhos abertos, olhando para um ponto fixo.....	41
Figura 6: Descrição das atividades táteis do treino sensório-motor.....	43
Figura 7: Descrição das atividades proprioceptivas do treino sensório-motor.....	44
Figura 8: Resumo do protocolo de treino sensório-motor.....	45
Figura 9: Viabilidade prática segundo o QFQ sobre o protocolo de treino sensório-motor segundo os participantes do GSM.....	47
Figura 10: Valores da mediana para o limiar de percepção tátil (LPT) nos diferentes momentos de avaliação.....	48
Figura 11: Classificação do registro tátil para os grupos treino sensório-motor (GSM) e grupo controle (GC) nas avaliações pré, pós e retenção. Os valores indicam o número de participantes com cada classificação.....	49
Figura 12: Valores da mediana do erro angular segundo o teste de Friedman nos grupos treino (GSM) e controle (GC) nas avaliações pré, pós e retenção.....	50
Figura 13: Valores de mediana e desvio-padrão da variável velocidade de deslocamento do centro de pressão.....	52
Figura 14: Valores de mediana e desvio-padrão da variável Área de oscilação.....	53
Figura 15: Valores de mediana e desvio-padrão da variável amplitude de deslocamento antero-posterior.....	54
Figura 16: Valores de mediana e desvio-padrão da variável Amplitude de deslocamento médio-lateral.....	55
Figura 17: Resultados dos testes de correlação de Spearman para associações significativas entre variáveis sensoriais e motoras.....	56

## **Lista tabelas**

### ***Estudo 1:***

Tabela 1: Dados extraídos dos estudos incluídos. ....	18
---	----

### ***Estudo 2:***

Tabela 1: Caracterização da amostra do estudo.....	46
Tabela 2: Variáveis da marcha .....	50
Tabela3. Resultados do MANOVA para variáveis de oscilação do centro de pressão.....	52

## **Lista de Anexos**

Anexo 1- Gross Motor Function Classification System... ..	73
Anexo 2- Aprovação Conselho de Ética em Pesquisa.....	77
Anexo 3. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. ....	78
Anexo 4. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	82
Anexo 5. Termo uso de imagem.....	88

## **Lista de Apêndices**

Apêndice 1. Randomização. ....	89
Apêndice 2. Artigo Protocolo submetido. ....	90
Apêndice 3. Ficha de caracterização do participante .....	91
Apêndice 4. Questionário de feedback qualitativo .....	92

## **Lista de abreviaturas e siglas**

PC: Paralisia cerebral

GSM: Grupo sensório-motor

GC: Grupo controle

LD: Lado dominante

LND: Lado não dominante

GMFCS: Gross motor classification system

MACS: Manual ability classification system

## Sumário

<b>1. Contextualização.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Delineamento dos estudos .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Estudo 1. Relações da propriocepção e discriminação tátil com a função motora de indivíduos com paralisia cerebral: uma revisão sistemática.....</b>	<b>14</b>
1. Introdução.....	14
2. Métodos .....	15
3. Resultados.....	17
4. Discussão.....	27
5. Limitações do estudo .....	34
6. Conclusão.....	34
<b>4. Estudo 2. Efeitos de um treino sensório-motor de curto prazo sobre aspectos sensoriais e motores em crianças e jovens com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório.....</b>	<b>35</b>
1. Introdução.....	35
2. Metodologia.....	36
3. Análise dos dados.....	45
4. Resultados.....	46
5. Discussão.....	57
6. Conclusão.....	64
<b>5. Referências .....</b>	<b>65</b>
<b>6. Anexos.....</b>	<b>73</b>
<b>7. Apêndices.....</b>	<b>89</b>

## 1. Contextualização

Descrita pela primeira vez em 1861 por Little e chamada de “paresia cerebral”, a hoje chamada de paralisia cerebral (PC) é uma condição neurodesenvolvimental que se apresenta desde a infância e persiste por toda a vida. Uma das definições mais comumente utilizadas de PC é a descrita inicialmente em 1964 por Bax que diz: “*paralisia cerebral é uma desordem do movimento e da postura, devido à um defeito ou lesão ocorrida no cérebro imaturo*”. Contudo, outros comprometimentos de grande prevalência nesta população como comprometimentos comportamentais, cognitivos e sensoriais não foram incluídos nesta definição (Rosenbaum et al., 2007).

Em 1992 o termo “paralisia cerebral” foi reconhecido por Mutch e colaboradores como um termo guarda-chuva que compreende um grupo de desordens não progressivas, mas em constante mudança, contudo o foco desta descrição ainda continuou nos aspectos motores (Rosenbaum et al., 2007). Em 2007, foi reconhecido em um *workshop* para revisão da definição que “paralisia cerebral” é um termo clínico descritivo, tendo chegado a um consenso de definição mais abrangente, considerando os novos conhecimentos sobre a condição adquiridos ao longo dos anos sendo definida então por Rosenbaum e colaboradores como: “*paralisia cerebral descreve um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento do movimento e postura, causando limitação de atividade, que são atribuídas à um distúrbio não progressivo ocorrido no cérebro fetal em desenvolvimento ou cérebro infantil. As desordens motoras da paralisia cerebral são frequentemente acompanhadas por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação, comportamentais, epilepsia, e por problemas musculoesqueléticos secundários*”.

Esta definição é a mais utilizada atualmente para definir a PC, que considera que os distúrbios de sensação podem afetar a visão, audição e outras modalidades sensoriais em decorrência primariamente ao distúrbio cerebral no qual a PC é atribuída, e secundariamente como consequência das limitações de atividade que restringem o aprendizado e o desenvolvimento de experiências perceptuais (Rosenbaum et al., 2007). Assim, visto que movimentos ativos são necessários para gerar experiências sensoriais, as quais são elemento fundamental para o desenvolvimento motor e sensorial, a redução de experiências sensório-motoras em indivíduos com PC ao longo do desenvolvimento traz inevitavelmente prejuízos relacionados a estas duas funções (Taub et al., 1980; Parham & Mailloux, 2001; Cascio et al., 2011; Wamsley et al., 2017).

Boa parte das informações sensoriais são promovidas pela movimentação ativa, e envolve o sistema somatossensorial, o qual será abordado nesta dissertação. O sistema somatossensorial inclui os receptores, vias e centros neurais que captam e processam informações sobre o toque (mecanorreceptores superficiais da pele), posição (receptores profundos das articulações e músculos), dor e temperatura (Kaas et al., 2012).

As informações sensoriais aferentes são um componente essencial para o desenvolvimento do sistema nervoso, possibilitando uma apropriada organização sináptica no cérebro, tendo contribuição direta para o aprendizado motor nos estágios iniciais do desenvolvimento, e promovendo a base para a aquisição futura de habilidades mais complexas (Cascio, 2011; Maitre et al., 2012; Zarkou et al., 2020). Durante a marcha, por exemplo, é necessário que ocorra uma avaliação e seleção contínua do fluxo de feedback proprioceptivo multissensorial, possibilitando, conforme a informação aferente, que a tarefa locomotora seja ajustada adequadamente (Dietz, 2002). Desta forma, o desenvolvimento motor é dependente de uma integração bidirecional das vias sensoriais e motoras (McLaughlin et al., 2005).

O fluxo de estímulos sensoriais aferentes e motores eferentes pode levar à expansão da zona cerebral de representação cortical referente à parte do corpo em questão (Elbert et al., 1994; Braun et al., 2000). Contudo, movimentos autogerados são necessários para o desenvolvimento da percepção, sendo que a adaptação sensorial envolve o desenvolvimento de um novo e estável padrão sensório-motor depende da prática ativa (Bermejo et al., 2020), podendo a integração apropriada entre as vias sensório-motoras ter grande significância funcional para o indivíduo (Taub et al., 2014).

No entanto, quando observamos os estudos e tratamentos realizados na população com PC, a maioria ainda são direcionados aos déficits motores, com a utilização de treinos com enfoque principalmente motor (Begnoche et al., 2007; Martin et al., 2010; Auld et al., 2016), sendo escassos os estudos que dão suporte a intervenções com ênfase aos aspectos sensoriais na população com PC (Aman et al., 2015; Audi et al., 2017; Yu et al., 2018). Neste sentido, uma estratégia comum com foco apenas sensorial é a Integração Sensorial, que devido à falta de evidências científicas que comprovem sua eficácia em indivíduos com PC, vem sendo uma abordagem desaconselhada para esta população (Novak et al., 2013; Novak et al., 2020).

Neste contexto, identifica-se a necessidade de aprofundar a exploração das inter-relações entre componentes sensoriais e motores na PC, assim como desenvolver e testar o efeito de intervenções sensório-motoras com foco em aspectos sensoriais, abrangendo outros aspectos relevantes para esta população. Desta forma, foram desenvolvidos dois estudos conforme o descrito a seguir.

## 2. Delineamento dos estudos

O estudo 1, intitulado: *“Relações da propriocepção e discriminação tátil com a função motora de indivíduos com paralisia cerebral: uma revisão sistemática”* trata-se de uma revisão de literatura que objetiva responder a seguinte pergunta: Quais são as relações observadas entre as funções sensoriais e motoras em indivíduos com paralisia cerebral? . Para respondê-la, foi realizada uma pesquisa em quatro bases de dados com relação aos estudos publicados em inglês até a data de Fevereiro de 2020, que avaliassem diretamente a correlação entre aspectos sensoriais (discriminação tátil e propriocepção) e aspectos motores em indivíduos com paralisia cerebral.

No total, 457 estudos foram identificados, sendo incluídos para a revisão final 12 estudos. Indivíduos com paralisia cerebral unilateral foram os mais avaliados entre os estudos, sendo o membro superior o foco dos 12 estudos incluídos. Entre estes, 6 estudos avaliaram ambos aspectos de discriminação tátil e propriocepção e correlacionaram-os com aspectos motores. Todos os estudos avaliados observaram correlações significativas entre os aspectos sensoriais e motores. Foram observadas por exemplo correlações entre a propriocepção e a habilidade manual, e entre a discriminação tátil com a força manual. Desta forma, observa-se que algumas funções sensoriais podem estar relacionadas com algumas funções motoras em indivíduos com PC.

O estudo 2, intitulado: *“Efeitos de um treino sensório-motor de curto prazo sobre aspectos sensoriais e motores em crianças e jovens com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório”*, baseou-se em evidências levantadas sobre a relação entre aspectos sensoriais e motores em indivíduos com PC. A partir destes achados, foi desenvolvido um protocolo de treino sensório-motor de curto prazo com ênfase nos aspectos sensoriais (propriocepção e discriminação tátil) com foco nos membros inferiores, que foi testado quanto a sua viabilidade e efeitos preliminares em crianças e adolescentes com paralisia cerebral classificadas pelo Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) entre os níveis I e III. A influência do treino proposto foi avaliada ao nível sensorial quanto aos seus impactos na propriocepção (senso de posição e senso de movimento), discriminação tátil (registro e percepção tátil), e no nível motor quanto à estabilidade postural e parâmetros da marcha. Os resultados deste estudo poderão servir como base para a ampliação e desenvolvimento de intervenções sensório-motoras em indivíduos com paralisia cerebral.

### **3. Estudo 1 - Relações da propriocepção e discriminação tátil com a função motora de indivíduos com paralisia cerebral: uma revisão sistemática.**

#### **1. Introdução**

Descrevendo um grupo de desordens do movimento e postura, a paralisia cerebral (PC) é consequência de um distúrbio não progressivo ocorrido no cérebro fetal ou infantil. Distúrbios de sensação, percepção, entre outros, também estão presentes junto aos comprometimentos motores observados (Rosenbaum et al., 2007). A quantidade de déficits sensoriais observados na população com PC são variadas e envolvem aspectos como discriminação tátil, propriocepção e estereognosia (Auld et al., 2012).

Com avanços nas técnicas de imagem como ressonância magnética, tem sido possível mensurar com mais precisão que entre 70 e 90% das crianças com PC apresentam anormalidades estruturais no cérebro (Ashwal et al., 2004). De forma geral, frequentemente a lesão ocorre em áreas peri-ventriculares afetando a substância branca (Bax et al., 2005), o que compromete a transmissão adequada das informações pelos tratos talamocortical e corticoespinal (Hoon et al., 2009).

Lesões ocorridas nas fibras desses tratos podem resultar em uma ampla variedade de comprometimentos sensório-motores que interferem na execução do movimento, como por exemplo no controle motor do membro superior em atividades básicas como preensão de objetos (Gupta et al., 2017). Neste contexto, o padrão de tônus e movimentos estereotipados observados em crianças com PC durante a execução de movimentos espontâneos ao longo do desenvolvimento podem resultar em um *feedback* sensorial anormal, o que acaba alterando a organização cortical, e ocasionando déficits secundários de processamento somatossensorial (Coq et al., 2008). Assim, hipotetiza-se que os déficits somatossensoriais ocorrerem primariamente devido às lesões causadas nas áreas corticais e subcorticais, e secundariamente pela pouca oportunidade de exploração causada pelas limitações motoras, gerando *feedbacks* alterados durante tarefas motoras (Clayton et al., 2003).

Neste contexto, sabe-se que a plasticidade somática ocorre juntamente com o aprendizado de novos movimentos, e a plasticidade do córtex somatossensorial refletem a aquisição e manutenção de novos estados sensoriais que guiam movimentos subsequentes. Assim, há evidências da ocorrência de um processo de neuroplasticidade paralela entre o córtex

motor e somatossensorial que liga a sensação do movimento e o movimento em si (Cuppone et al., 2018). Desta forma, as funções motoras e sensoriais estabelecem uma relação bidirecional, com a ocorrência de neuroplasticidade no sistema motor e somatossensorial durante o aprendizado de funções motoras (Nasir et al., 2013; Ostry & Gribble, 2016).

Apesar da íntima relação entre o desempenho motor e as funções sensoriais estar embasada teoricamente, até o momento não foram encontrados na literatura estudos que sintetizem e mostrem o nível de evidência sobre os achados diretos dessas relações. Desta forma, foi realizada uma revisão sistemática na literatura com objetivo de fornecer uma síntese da evidência disponível sobre esse tema em indivíduos com PC, possibilitando a análise dos achados e de suas implicações funcionais.

## 2. Métodos

A metodologia usada foi baseada nas recomendações de Brown et al. (2012); Sidaway et al. (2018), e da *American Academy of Cerebral Palsy and Developmental Medicine* (AACPD) para se realizar revisão sistemática. O conteúdo da revisão está disposto seguindo as recomendações do guia PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009). Foi consultado um bibliotecário da biblioteca comunitária da Universidade Federal de São Carlos para dar suporte na escolha dos termos de busca a serem utilizados. O desenvolvimento da pergunta do estudo e critérios de elegibilidade foram guiados com base nos elementos da estratégia PICO (Brown et al., 2012; Sidaway et al., 2018), sendo a pergunta definida como: Qual a relação observada entre as funções sensoriais e motoras em indivíduos com paralisia cerebral?

### *Estratégia de busca*

Foi realizada uma busca sistemática na literatura de quatro bases de dados eletrônicas, sendo: Embase, CINAHL, PsycINFO, e Medline, abrangendo todos os anos de publicação até a data de 14 de Fevereiro de 2020, incluindo apenas estudos publicados na língua inglesa. Os termos que compuseram a estratégia de busca foram adaptados de acordo com os descritores padrão fornecidos por cada base de dados, sendo baseados de acordo com as seguintes categorias de interesse: A) paralisia cerebral; B) funções sensoriais; C) Tátil; D) propriocepção; e E) funções motoras. Os detalhes da estratégia de busca completa realizada na base de dados Embase estão descritos a seguir: A) *Cerebral Palsy*: Cerebral Palsy/ or cerebral palsy.mp. AND B) *Sensory functions*: sensory function.mp. or Sensation/ or Perceptual Disorders/ or somatosensory disorders.mp. or Somatosensory Disorders/ AND C) *Touch*: Touch/ or Touch

Perception/ or touch perception.mp. or tactile discrimination.mp. AND D) *Proprioception*: proprioception.mp. or Proprioception/ AND E) *Motor function*: movement.mp. or "movement (physiology)"/ or Motor Skills/ or motor skills.mp. or Motor Activity/ or motor function.mp. or motor performance/ or Movement Disorders/ or motor dysfunction/.

Uma busca manual foi realizada nas referências dos artigos incluídos com objetivo de identificar outros possíveis estudos relevantes que possam não ter sido identificados na busca inicial.

### *Crítérios de inclusão*

Os critérios de inclusão foram: 1- Amostra com indivíduos diagnosticados com paralisia cerebral; 2- Qualquer faixa etária; 3- Avaliar funções motoras e sensoriais (essencialmente função tátil e proprioceptiva) e correlacionar estatisticamente os achados entre estas duas funções; 4- Publicados em Inglês; 5- Qualquer ano de publicação; 6- Ser artigo científico; 7- qualquer desenho metodológico.

### *Crítérios de exclusão*

Não foram realizadas buscas na “literatura cinza” pois o objetivo do estudo tinha foco em identificar apenas artigos científicos publicados em revistas científicas indexadas em bases de dados da área da saúde.

Os critérios de exclusão utilizados foram: 1- População de interesse principal não ser de indivíduos com paralisia cerebral; 2- Documentos com outras metodologias como, resumos, teses, capítulos de livros, e opiniões de especialistas, entre outros; 3- Não correlacionar os variáveis sensoriais com as motoras; 4- Não avaliar os componentes sensoriais específicos de propriocepção e função tátil.

### *Extração dos dados*

O software de apoio para realização de revisão sistemática Covidence (Veritas Health Innovation, Melbourne-Austrália) foi utilizado para armazenar e manejar os dados durante o desenvolvimento da revisão. Através dele, dois revisores independentes verificaram a elegibilidade dos estudos com leitura dos títulos e resumos, texto completo, e extração de dados. Um terceiro revisor ficou encarregado de independentemente, baseado nos critérios de inclusão e exclusão resolver os conflitos entre os dois revisores principais durante o processo de seleção.

### *Aspectos éticos*

A presente revisão sistemática encontra-se com registro em fase de análise na base de dados internacional de registros prospectivos de revisões sistemáticas na área da saúde (PROSPERO) sobre o código 187528. Como o estudo de revisão não envolve relação direta com seres humanos, não foi necessário a aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos para a realização deste.

### **1. Resultados**

As buscas realizadas resultaram em 456 artigos no total, dos quais 11 contemplavam todos os critérios e foram incluídos na revisão. A busca manual resultou em 1 novo artigo (Auld et al., 2012), totalizando 12 artigos incluídos na revisão.

A busca não teve restrição de ano de publicação. Assim, dentre os estudos incluídos 2 foram publicados antes do ano 2000, 4 publicados entre o ano 2000 e 2010, e 6 entre o ano de 2010 e Fevereiro de 2020. O fluxograma com resumo do processo de seleção conforme orientado pelo grupo PRISMA está na figura 1.

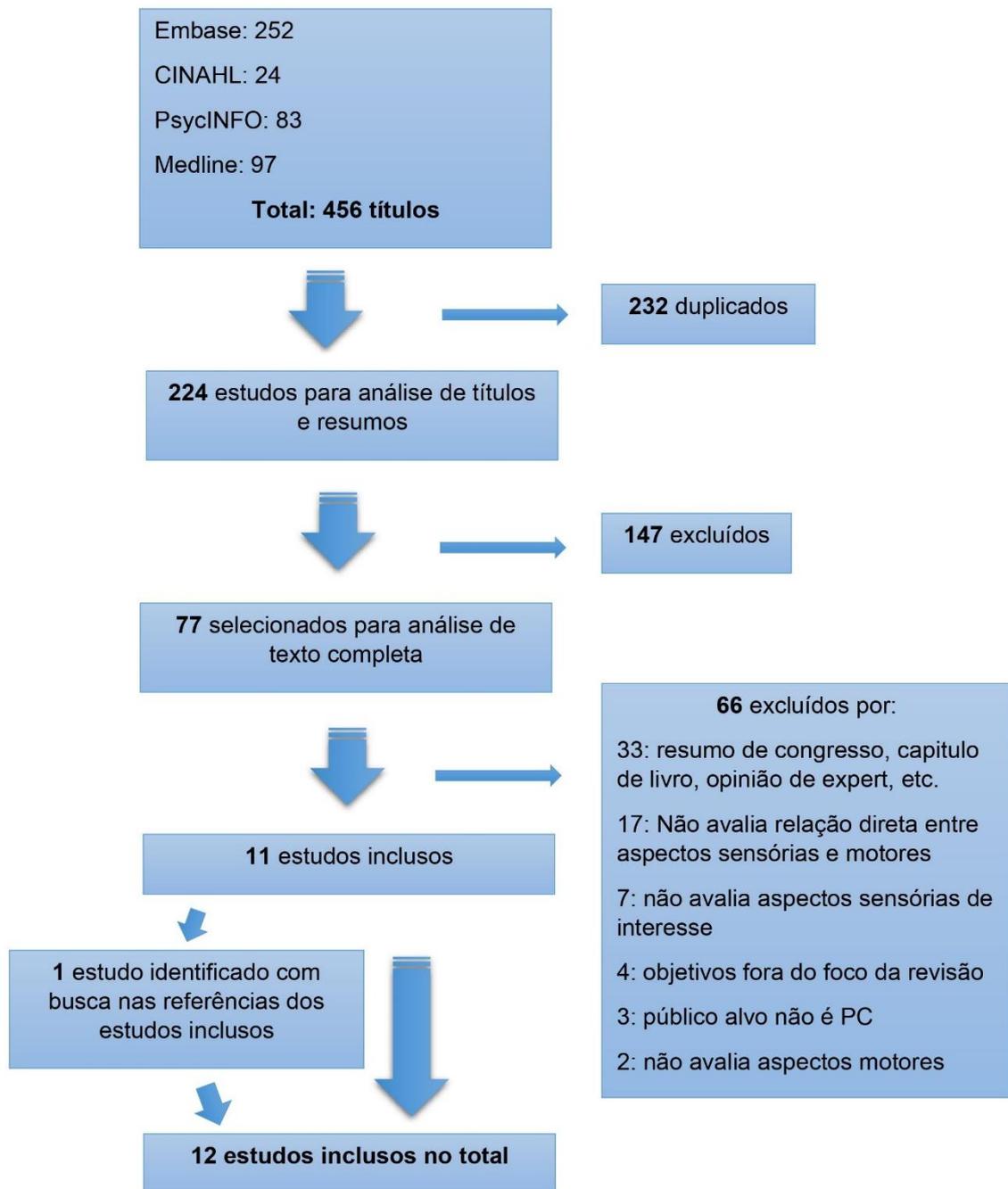


Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos.

### *Característica dos estudos*

A descrição dos estudos está resumida na tabela 1. Com relação ao desenho metodológico dos estudos, 10 eram estudos observacionais (1-10), e apenas 2 analisaram efeitos de intervenção (11 e 12). Todos os estudos incluídos avaliaram a função motora e sensorial dos membros superior.

Tabela 1: Dados extraídos dos estudos incluídos.

Autor / Ano/ Desenho do estudo	Amostra	Variáveis motoras/ instrumentos	Variáveis sensoriais/ Instrumentos	Principais correlações
<b>Estudos observacionais</b>				
<b>I-Arnould et al., 2014</b>	<b>Grupo de interesse primário:</b> PC unilateral e bilateral Faixa etária: 6-16 anos GMFCS: I-V N=136	<p><b>Força de preensão</b> (Dinamômetro): força muscular exercida com as mãos</p> <p><b>Destreza manual grossa</b> (teste de Box and Block): número de blocos transportados em 1 minuto</p> <p><b>Destreza manual fina</b> (Teste de Purdue Peg board): número de pinos em 30 segundos</p> <p><b>Habilidade manual</b> (Questionário ABIL Kids)</p>	<p><b>Estereognosia</b> (Ayres Southern California Integration Test- item Manual Perception): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão</p> <p><b>Propriocepção</b> (Movimento passivo): Identificação da direção do movimento sem auxílio da visão</p> <p><b>Tato de pressão</b> (Monofilamentos de Semmes–Weinstein): monofilamento mais fino percebido sem auxílio da visão</p>	<p>A destreza motora grossa (duas mãos) e estereognosia (mão dominante) foram as únicas habilidades que contribuíram diretamente para a habilidade manual</p> <p><b>Associações bivariadas:</b></p> <p>Estereognosia foi moderadamente relacionada com todas as habilidades motoras e sensoriais de ambas as mãos, exceto para tato de pressão na mão dominante.</p> <p>Para a mão não dominante foi encontrada alta associação entre a força de preensão e a destreza manual grossa. Foram encontradas associações fracas (estereognosia e destreza manual fina) a moderadas (propriocepção, tato de pressão, força de preensão e destreza manual grossa) entre as mãos para cada habilidade manual.</p> <p>A destreza manual grossa foi indiretamente relacionada à habilidade manual devido à sua influência na estereognosia.</p> <p>A força de preensão teve influência direta na destreza manual grossa e indireta na estereognosia.</p>

Continuação da tabela 1...

<p>2- Klingels et al., 2012 <i>primário:</i></p>	<p><i>Grupo de interesse</i> PC unilateral Faixa etária: 5-15 anos MACS: I-III N=81</p>	<p><b>Amplitude de movimento passiva</b> (Goniômetro): amplitude de cada grupo muscular nos MMSS</p> <p><b>Tônus muscular</b> (Escala de Ashworth modificada): tônus de grupos musculares</p> <p><b>Força Muscular</b> (Teste manual): grupos musculares MMSS</p> <p><b>Força de preensão</b> (Dinamômetro): força muscular exercida com as mãos</p> <p><b>Função unilateral do MMSS</b> (Escala de Melbourne Unilateral Upper Limb (MUUL):</p> <p><b>Função Bimanual do MMSS</b> (Escala Assisting Hand Assessment (AHA) e questionário Abilhand-Kids)</p>	<p><b>Exterocepção:</b> sensação tátil da mão</p> <p><b>Propriocepção</b> (movimento passivo): Identificação da direção do movimento dos MMSS</p> <p><b>Discriminação de dois pontos</b> (Estesiometro): mínima distância percebida entre dois pontos</p> <p><b>Estereognosia</b> (identificação de objetos): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão</p>	<p>Correlações moderadas entre função unilateral e exterocepção, propriocepção, discriminação de dois pontos, e estereognosia</p> <p>Correlações moderadas entre função bimanual (Abilhand teste) e exterocepção, propriocepção, discriminação de dois pontos, e estereognosia.</p> <p><b>Modelos de regressão significativos</b></p> <p>Melbourne assessment: com força do punho (68%); estereognosia (6%); propriocepção (2%). AHA: força do punho (70%) e força de preensão (6%). Ambos os testes com variância de 76%.</p> <p>Abilhand: força do punho (39%) e estereognosia (7%). Com variância de 46%.</p>
<p>3- Auld et al., 2012</p>	<p><i>Grupo de interesse</i> PC Unilateral Faixa etária: 8-17 anos GMFCS: I-II N=52</p>	<p><b>Função unilateral do MMSS</b> (Escala de Melbourne Unilateral Upper Limb (MUUL) e teste de Jebsen-Taylor Test of Hand Function</p>	<p><b>Registro Tátil</b> (Monofilamentos de Semmes-Weinstein): monofilamento mais fino percebido</p>	<p>Registro e todos os aspectos de percepção espacial da mão afetada foram moderadas e fortemente relacionados com a função manual nos testes uni e bilaterais.</p>

Continuação da tabela 1...

	(JTTHF)	<i>Função bimanual do MMSS</i> (questionário Assisting Hand Assessment (AHA))	<i>Percepção espacial tátil</i> (Monofilamentos de Semmes-Weinstein e Disk-Criminator): identificação de localização do ponto tocado e menor distância observada com o Disk-criminator	
			<i>Estereognosia</i> (Identificação de objetos): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão	
			<i>Percepção de textura</i> (Perspex board (AsTex): Criança começava na parte áspera da tábua e era orientada a parar quando textura se tornasse macia	
<b>4-Kinnucan et al., 2010</b>	<i>Grupo de interesse primário:</i> PC Unilateral faixa etária: 6 –16 anos GMFCS/MACS: não reportado N= 41	<i>Função motora</i> (Teste de Jebsen-Taylor)	<i>Estereognosia</i> (identificação de objetos): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão	Correlações negativas entre estereognosia e função motora nas atividades com objetos pequenos, objetos leves e pesados na mão afetada
<b>5-Bumin et al., 2008</b>	<i>Grupo de interesse primário:</i> PC Unilateral faixa etária: 8 – 12 anos MACS: I-III	<i>Proficiência motora</i> (escala BOTMP): testes de função manual e dupla-tarefa	<i>Integração sensorial</i> (Ayres Southern California Sensory Integration Test): cópia de um	Relação significativa entre integração sensorial e itens de qualidade da escrita:



## Continuação da tabela 1...

<p><b>Tarefa:</b> produzir com grande amplitude, movimentos de desenho em linha reta num tablet digital (com e sem visão).</p>	<p>GMFCS/MACS: não reportado N= 8</p> <p><b>Grupo c ontrole:</b> Indivíduos com desenvolvimento típico Faixa etária: 19-28 anos</p> <p>N=8</p> <p>N total: 16</p>	<p><b>Habilidade manual</b> (A3 WACOM digitizer + caneta electrónica): tempo de movimento, fluência, força</p>	<p><b>Propriocepção passiva</b> (Atividade de bola no trilho): erro de posição entre dois momentos</p>	<p>movimento na condição mais complexa da atividade de Habilidade manual.</p> <p>Os participantes com maior erro no teste de propriocepção passiva apresentaram maior variabilidade para o desvio lateral no teste de habilidade manual.</p> <p>A força axial na caneta na condição mais complexa foi maior nos participantes com maior erro no teste de propriocepção passiva e ativa.</p>
<p><b>8-Krumlind-Sundholm et al., 2002</b></p>	<p><b>Grupo de interesse primário:</b> PC unilateral Faixa etária: 5 - 18 anos GMFCS/MACS: não reportado N= 25</p> <p><b>Grupo c ontrole:</b> Indivíduos com desenvolvimento típico Faixa etária: 5 - N=19</p> <p>N total: 44</p>	<p><b>Destreza manual</b> (Teste Pick-up): tempo para retirar cubos de uma caixa</p> <p><b>Espasticidade</b> (Escala modificada de Ashworth)</p> <p><b>Performance Bimanual:</b> uso do lado não dominante durante 8 atividades cotidianas.</p>	<p><b>Limiar de pressão</b> (Monofilamentos de Semmes-Weinstein):</p> <p><b>Discriminação entre dois pontos</b> (Clips de metal): mínima distância percebida em duas distâncias pré-estabelecidas</p> <p><b>Estereognosia</b> (identificação de objetos): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão</p> <p><b>Sensibilidade funcional</b> (Teste Pick-up): diferença na performance com e sem presença da visão</p>	<p>Destreza foi correlacionada com limiar de pressão discriminação de dois pontos, estereognosia, e sensibilidade funcional</p> <p>O desempenho bimanual se correlacionou com a discriminação de dois pontos</p>

## Continuação da tabela 1...

<p><b>9- Gordon e t al., 1999</b></p> <p><b>Tarefa:</b> apreender e levantar um instrumento de preensão com diferentes superfícies de contato.</p>	<p><b>Grupo de interesse primário:</b> PC unilateral Faixa etária: 8-14 anos GMFCS/MACS: não reportado N=15</p> <p><b>Grupo controle:</b> Indivíduos com desenvolvimento típico Faixa etária: 8-14 anos N=15</p> <p>N total: 30</p>	<p><b>Força de preensão</b> (Dinamômetro): força muscular exercida com as mãos</p> <p><b>Destreza manual</b> (Jebsen–Taylor Test of Hand Function): tempo para realizar atividades</p> <p><b>Espasticidade</b> (Escala de Ashworth modificada): resposta muscular durante movimento de flexão e extensão</p>	<p><b>Discriminação entre dois pontos</b> (Disk-Criminator): mínima distância percebida entre dois pontos</p> <p><b>Sensibilidade de pressão</b> (Monofilamentos de Semmes–Weinstein):</p> <p><b>Estereognosia</b> (Southern California Integration Test- item Manual Perception): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão</p>	<p>Discriminação de dois pontos, estereognosia e destreza manual correlacionaram-se significativamente com a força de preensão.</p> <p>Em indivíduos com PC a espasticidade e discriminação de dois pontos foram os preditores individuais mais fortes de adaptação à força de preensão.</p> <p>Discriminação de dois pontos e força de preensão explicam 53% da variação força de preensão</p>
<p><b>10- Cooper et al., 1995</b></p>	<p><b>Grupo de interesse primário:</b> PC unilateral Faixa etária: 4-18 anos GMFCS/MACS: não reportado N=9</p> <p><b>Grupo controle:</b> Indivíduos com desenvolvimento típico Faixa etária: 4 -19 anos N=41</p> <p>N total 50</p>	<p><b>Amplitude de movimento passiva</b> (Goniômetro): Membro superior</p> <p><b>Tônus muscular no membro superior</b> (Escala Einstein Neonatal Neurobehavioural Assessment)</p> <p><b>Padrão de preensão</b> (Teste Functional Evaluation of the Congenitally Anomalous Hand): preensão ao segurar um estojo</p> <p><b>Força de preensão e pinça manual</b> (Dinamômetro e medidor de pinça manual):</p>	<p><b>Sensibilidade de pressão</b> (Monofilamentos de Semmes Weinstein)</p> <p><b>Discriminação entre dois pontos</b> (Disk-Criminator): mínima distância percebida entre dois pontos</p> <p><b>Estereognosia</b> (Identificação de objetos): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão</p> <p><b>Propriocepção</b> (Movimento passivo): Identificação da direção do movimento</p>	<p>A função sensorial se correlacionou com a função motora em 6 participantes</p>

Continuação da tabela 1...

		força muscular exercida com as mãos		
		Variáveis adicionais:	<b>Direcionalidade</b> (Monofilamentos de Semmes Weinstein): Identificação da direção do movimento	
		<b>Exame clínico neurológico</b> (médico neuro pediatra): reflexos, tônus muscular, lateralidade e qualidade dos movimentos		
		<b>Potenciais evocados somatossensoriais</b> (Grass Model 10 Evoked Response System): informações ascendentes		
Estudos de intervenção				
<b>11- Alvez-pinto et al., 2017</b>	<b>Grupo de interesse primário 1:</b> Adolescentes com PC (todos os tipos) Faixa etária: 11-17 anos GMFCS/MACS: I-IV. N= 9	<b>Habilidade manual</b> (teste com Piano): duração do pressionamento de teclas nos dedos; intervalo de tempo entre pressionamentos consecutivos de teclas; pressão das teclas.	<b>Vibração</b> (Tecla de piano): identificação da vibração nos dedos	Correlações significativas para ambas as mãos entre a regularidade do pressionamento de teclas e o desempenho no teste de vibração
<b>Intervenção:</b> Treino de Piano				mudança significativa no desempenho da segunda para a terceira sessão com relação a capacidade de localizar vibrações nos dedos, estando mais clara no grupo de adolescentes com PC e adultos com PC.
<b>Frequência:</b> Por 2 vezes por semana, durante 4 semanas, totalizando 8 horas de treino.	<b>Grupo de interesse primário 2:</b> Adultos com PC (todos os tipos) GMFCS/MACS: I-IV. Faixa etária: 34-52 anos  N=7	<b>Dessincronização do poder na banda alfa relacionada a eventos</b> (Emotiv): velocidade para pressionar o botão correto		Para os controles a capacidade de localização era praticamente máxima desde o início.

Continuação da tabela 1...

	<p><b>Grupo con trole:</b> Adolescentes com desenvolvimento típico Faixa etária: 7-17 anos N=6  N total: 22</p>			
<p><b>12-Robert et al., 2013</b></p> <p><b>Intervenção:</b> Treino de tarefa orientada para membro superior, com ou sem restrição de tronco</p> <p><b>Frequência:</b> Treinos de 1 hora, 3 vezes por semana, durante 5 semanas, totalizando 15 horas de treino</p>	<p><b>Grupo de interesse primário:</b> PC unilateral Faixa etária: 6–11 anos MACS: II–IV N= 16  Alocadas aleatoriamente para o grupo com (N=8) ou sem restrição de tronco (N=8).</p>	<p><b>Cinemática do movimento</b> (IREDs): alcance e preensão; tronco</p> <p><b>Amplitude de movimento passiva (Melbourne assessment):</b> membro superior</p>	<p><b>Estereognosia</b> (Identificação de objetos): número de objetos reconhecidos com o tato sem auxílio da visão</p> <p><b>Toqu e leve</b> (Monofilamentos de Semmes–Weinstein): limiar tátil percebido</p> <p><b>Propriocepção</b> (Movimento passivo): Identificação da amplitude do movimento</p>	<p>Houve uma associação significativa entre propriocepção, limiar tátil e retenção da melhora na velocidade final para o alvo próximo após a intervenção (<math>R^2 = 0,34</math>, <math>F_{2,13} = 4,832</math>, <math>p = 0,027</math>).</p> <p>Não houve relação entre os aspectos cinemáticos do movimento (índice de curvatura, amplitude de movimento do ombro e cotovelo), aspectos sensoriais e o aprendizado motor.</p>

PC: paralisia cerebral; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; MACS: Manual ability Classification System.

A maioria dos estudos (N=8) (Klingles et al., 2012; Auld et al., 2012; Kinnucan et al., 2010; Bumin et al., 2008; Krumlinde-Sundholm et al., 2002; Gordon et al., 1999; Cooper et al., 1995; Robert et al., 2013) avaliaram apenas indivíduos com PC espástica unilateral, 3 estudos (Arnould et al., 2014; Arnoul et al., 2007; Alvez-Pinto et al., 2017) incluíam indivíduos com PC uni e bilateral, e 1 estudo (VanRoon et al., 2005) avaliou indivíduos com PC bilateral. O tamanho amostral, incluindo todos os estudos revisados, é de 647 indivíduos, incluindo indivíduos com PC e indivíduos com desenvolvimento típico, sendo o estudo de Arnould et al. (2014) o estudo com maior número amostral (136 indivíduos) e os estudos de VanRoon et al. (2005) e Robert et al. (2013) os com menores números amostrais (16 indivíduos cada). A faixa etária dos participantes entre todos os estudos variou entre 5 e 52 anos de idade, contudo a maioria dos participantes eram crianças e adolescentes. Todos os estudos incluídos encontraram alguma correlação significativa entre as funções sensoriais e motoras.

### ***Aspectos sensoriais***

Com relação aos aspectos sensoriais de interesse, isoladamente a discriminação tátil foi avaliada em 4 estudos (Auld et al., 2012; Kinnucan et al., 2010; Gordon et al., 1999; Alvez-Pinto et al., 2017) exclusivamente a propriocepção foi avaliada em 2 estudos (Bumin et al., 2008; VanRoon et al., 2005), tendo os outros 6 estudos (Arnould et al., 2014; Klingels et al., 2012; Arnould et al., 2007; Krumlinde-Sundholm et al., 2002; Cooper et al., 1995; Robert et al., 2013) avaliado ambas as funções sensoriais. A discriminação tátil, como denominada nesta revisão, foi avaliada em 9 estudos com a utilização de 4 diferentes instrumentos, sendo o Monofilamentos de Semmes-Weinstein o mais utilizado, seguido pelo Disk-Criminator. A propriocepção foi avaliada de 3 formas diferentes, sendo a realização de movimento passivo a forma mais utilizada para avaliar essa função.

Ao analisar os estudos incluídos, foi observado que a estereognosia frequentemente também foi avaliada (9 estudos). Como a estereognosia é uma habilidade sensório-motora que desempenha função na identificação de objetos sem auxílio da visão, sendo composta pela integração de aspectos sensoriais, como propriocepção e discriminação tátil, os achados desta variável também serão discutidos nesta revisão (Maugiere et al., 1983).

### ***Aspectos motores***

A função motora mais avaliada foi a força manual (5 estudos), com a utilização do Dinamômetro. A segunda função motora mais avaliada foi a habilidade manual, utilizando o teste de Box and Blocks e questionário Abilhand; amplitude de movimento utilizando o

Goniômetro; nível de espasticidade com a escala de Ashworth; e análise do movimento (instrumentos de cinemática), sendo avaliados em 3 estudos cada uma dessas habilidades.

### **3. Discussão**

O objetivo desta revisão sistemática foi fazer uma síntese dos estudos publicados até Fevereiro de 2020 que avaliaram as correlações entre os aspectos sensoriais e motores em indivíduos com paralisia cerebral, a fim de compreender possíveis mecanismos e implicações envolvendo estes dois aspectos nesta população.

É de longa data a discussão das inter-relações entre funções sensoriais e motoras em indivíduos com PC (Twitchell, 1966), a qual ao longo dos anos teve o reconhecimento de que as alterações na atividade do córtex somatossensorial presentes nesta população podem afetar negativamente a consolidação da memória e retenção do aprendizado motor (Kumar et al., 2018). Porém, de acordo com os resultados obtidos nesta revisão, a partir da década de 90 as investigações diretas das relações sensório-motoras começaram a ocorrer, com aumento no número de estudos publicados nos últimos 10 anos, o que indica um crescente interesse da comunidade científica no entendimento de quais são as contribuições do sistema somatossensorial para o desempenho motor de indivíduos com PC a fim de se realizar avaliações e estratégias de tratamento com abordagens mais abrangentes.

Baseando-se nas definições presentes na literatura que descrevem as especificidades de cada função sensorial, a discriminação tátil pode ser dividida em registro e percepção do estímulo tátil (Moberg et al., 1991; Auld et al., 2011), e a propriocepção pode ser dividida em senso de posição estática e senso de movimento (Montgomery & Connolly, 2003; Wooten et al., 2018). No entanto, observa-se que os termos são descritos nos estudos sem levar em consideração estas especificações, sendo que apenas no estudo de Auld et al. (2012) a discriminação tátil foi descrita de forma mais específica com a utilização dos termos registro e percepção tátil.

No total, 7 diferentes denominações foram utilizadas entre os estudos para avaliar funções de discriminação tátil, sendo: discriminação de dois pontos (Auld et al., 2012; Gordon et al., 1999; Cooper et al., 1995; Alvez-Pinto et al., 2017), sensibilidade de pressão (Cooper et al., 1995; Alvez-Pinto et al., 2017), pressão tátil (VanRoon et al., 2005), limiar de pressão (Gordon et al., 1999), toque leve (Robert et al., 2013), e registro e percepção tátil (Auld et al., 2012). A propriocepção também não foi frequentemente dividida e referida como senso de posição estática e senso de movimento. Desta forma, a distinção de qual componente está sendo avaliado em futuros estudos, com base em suas especificidades, informará com mais precisão qual é o componente de principal interesse entre os estudos.

Os estudos revisados contemplaram participantes de diversos níveis de comprometimento da

função motora grossa e função manual. Contudo, observa-se que nenhum dos estudos revisados publicados até 2007 (6 estudos) utilizaram o *Gross Motor Classification System* (GMFCS), publicado em 1997, nem o *Manual Ability Classification System* (MACS), publicado em 2006, para determinar de forma padronizada os níveis funcionais dos participantes. Somente estudos publicados após 2007 utilizaram ao menos um dos dois sistemas de classificação para descrever a amostra, e apenas um estudo dentre todos os incluídos (Alves- Pinto et al., 2017) utilizou os dois sistemas de classificação em sua descrição. Dois estudos (Alves-Pinto et al., 2017 e Klingels et al., 2012) investigaram a influência do nível de comprometimento motor nos resultados observados, destacando que um maior nível de comprometimento motor resulta em deficiências sensoriais mais notáveis. Neste contexto, é necessário que publicações futuras incluam na caracterização de suas amostras sistemas de classificação funcional reconhecidos, possibilitando o entendimento de para qual grupo de indivíduos seus resultados podem ser aplicados.

A maioria dos estudos incluíam participantes com PC espástica unilateral. Embora este tipo de comprometimento motor não seja o mais prevalente, fatores como menor quantidade de deficiências associadas neste subgrupo (Cans., 2000) podem contribuir para maior facilidade de recrutamento em projetos de pesquisa. De qualquer forma, é importante que futuros estudos considerem com mais frequência a inclusão de participantes abrangendo as outras topografias, como PC bilateral, e tipos de tônus, como discinético e atáxico (Cans., 2000) a fim de que fornecer evidências para todos os subgrupos de indivíduos com PC.

Todos os 12 estudos incluídos nesta revisão avaliaram a relação entre os aspectos sensoriais e motores nos membros superiores, talvez por considerar que nesta região sejam mais críticas as questões somatossensoriais (Bonita et al., 2010) ou devido à utilização dos membros superiores em atividades de vida diária que envolvem controle motor fino. Durante a fase de seleção foram identificados estudos que abordaram as relações sensoriais e motoras envolvendo os membros inferiores, contudo as avaliações apenas incluíam como componente sensorial variáveis envolvendo a visão, e não os componentes de tato e propriocepção, que são o foco deste estudo, sendo então por esse e/ou outros critérios de exclusão não incluídos.

Assim, observa-se a necessidade de estudos com foco nos membros inferiores que também avaliem os aspectos somatossensoriais de propriocepção e tato, para que se analise como estes aspectos sensoriais podem contribuir para funções motoras, como equilíbrio e locomoção, que também são funções de grande impacto que afetam diretamente os níveis de funcionalidade e participação na população com PC.

Com relação ao desenho metodológico, a maioria dos estudos que contemplavam os critérios e foram incluídos nesta revisão são estudos com desenho metodológico do tipo observacional, os quais totalizaram 10 estudos (1-10), e apenas 2 estudos (11-12) como

metodologia experimental, realizando algum tipo de intervenção a fim de avaliar os efeitos destas nas variáveis de interesse. Contudo, nenhum dos dois estudos experimentais são descritos como ensaios clínicos randomizados. Alves-pinto et al. (2017) não randomizou aleatoriamente os participantes entre os diferentes grupos de interesse. Robert et al. (2013) alocou aleatoriamente seus participantes para um dos dois grupos de interesse, porém descreve seu desenho metodológico como estudo prospectivo de participante único devido à heterogeneidade da amostra.

Como o objetivo de revisões de literatura é reunir os estudos disponíveis relacionados a um tema para que se entenda qual é o estado da evidência com relação a este, é essencial que se considere qual foi a metodologia empregada para que se possa compreender os resultados. Neste contexto, ensaios randomizados controlados correspondem inicialmente às maiores qualidades de evidência, e os estudos observacionais às menores qualidades de evidência devido suas limitações metodológicas não possibilitarem um claro entendimento de todos os fatores envolvidos com a questão de interesse e resultados obtidos (Guyatt et al., 2008). Contudo, devido a pergunta de estudo definida para esta revisão ser ampla e abrangente com relação aos tipos de intervenções que os estudos poderiam conter, estudos exploratórios e com metodologia observacional compuseram grande parte dos resultados obtidos. Adicionalmente, a não realização da análise qualitativa dos estudos incluídos limita a definição do nível de evidência para os resultados obtidos nesta revisão. Desta forma, é importante que sigam as investigações com estudos mais detalhados abordando as relações entre os aspectos sensoriais e motores em indivíduos com PC a fim de que se possa avançar na compreensão das possíveis influências que os aspectos sensoriais podem ter nos aspectos motores nesta população. Isto colaborará com o desenvolvimento de estratégias de avaliação e intervenção que possam favorecer ganhos funcionais para estes indivíduos.

### ***Aspectos sensoriais e função motora***

#### *Tato*

A discriminação tátil foi o aspecto sensorial de foco dos estudos de Auld et al. (2012) e Gordon et al. (1999). Kinnucan et al. (2010) também avaliaram somente o tato, mas com relação à estereognosia.

Neste contexto, Gordon e colaboradores (1999) observaram que a discriminação de dois pontos, avaliada com o Disk-Criminator, contribuiu para a execução dos ajustes finos durante a realização da força de preensão, destacando a importância de uma adequada percepção tátil para que o ajuste da força de preensão contra o objeto seja realizado corretamente, uma vez que possibilita a percepção das propriedades do objeto. Auld et al. (2012) relatam que déficits de

percepção espacial avaliados com o Disk-Criminator e Monofilamentos de Semmes-Weinstein contribuíram para 30% da variação na performance motora dos membros superiores, sendo a percepção espacial e o registro tátil moderadamente relacionados com os testes motores uni e bimanual realizados. Porém, ainda neste estudo, os autores relatam que a percepção de textura não foi relacionada com a função motora dos membros superiores.

No estudo de Kinucan et al. (2010), foram observadas correlações inversas entre a estereognosia e o tempo de execução de atividades motoras com o membro mais afetado nos itens de atividade com objetos leves, objetos pesados, pequenos objetos, jogo de damas e cartas. Neste estudo, os participantes com maior tempo para realizar o teste de Jebsen-Taylor apresentaram os menores desempenhos no teste de estereognosia. Vale destacar que a estereognosia permite a identificação de objetos com as mãos sem o auxílio da visão, sendo composta pela integração de aspectos sensoriais como propriocepção e discriminação tátil (Gordon et al., 1999; Auld et al., 2011).

O feedback sensorial fornece informações para os atos motores, servindo de base para correções motoras e ajustes a perturbações durante a manipulação de objetos (Johansson & Flanagan, 2010). Assim, as informações sensoriais atuam na identificação, classificação e discriminação do objeto, influenciando diretamente na interação motora com este (Beckler et al., 2019) e com o ambiente, e assim impactando os níveis de atividade realizados (Auld et al., 2016). Neste contexto, é possível observar com base nos resultados desta revisão indícios de que alterações na percepção tátil nas mãos pode ser um importante fator contribuindo para as dificuldades motoras observadas nos membros superiores de indivíduos com PC, uma vez que compromete a percepção das características dos objetos, podendo então impactar a habilidade dos movimentos e ajustes que precisam ser realizados durante a manipulação.

### *Propriocepção*

VanRoon et al.(2005) e Bummin et al. (2008) realizaram avaliações apenas sobre a propriocepção. No estudo de VanRoon et al. (2005) foi observado que as informações proprioceptivas foram utilizadas para a correção do movimento durante a execução da tarefa de desenhar com a caneta, sendo que os participantes com maiores dificuldades de propriocepção apresentaram mais erros durante essa tarefa. VanRoon et al. (2005) destacaram que a força de preensão do grupo PC foi maior nas condições com visão e sem a visão, sendo que no grupo controle houve um aumento da força de preensão exercida na caneta apenas durante a condição sem visão. Adicionalmente, Bummin et al. (2008) relataram que comprometimentos na propriocepção, dentre outros fatores como coordenação visuo-motora, também parecem impactar a habilidade de escrita manual, sendo observado que as crianças com pouca

propriocepção apresentaram pobre coordenação manual.

O feedback proprioceptivo é essencial para a execução de vários processos reflexos e voluntários de controle motor, sendo que comprometimentos relacionados às informações proprioceptivas podem ter grandes consequências para o equilíbrio e controle motor fino (Cuppone et al., 2015). Esta relação direta é reforçada pelos resultados observados nos estudos acima, tendo comprometimentos de propriocepção afetado diretamente atividades envolvendo a escrita, uma habilidade que exige bastante destreza manual. O uso aumentado do feedback visual também tem sido descrito em estudos que avaliam o controle postural em indivíduos com PC (Donker et al., 2008), no entanto, nenhum destes estudos foi incluído nesta revisão por não testarem diretamente componentes do sistema somatossensorial.

### *Tato e propriocepção*

Avaliando ambos os aspectos sensoriais de tato e propriocepção, foram incluídos os estudos de Arnould et al.(2014), Klingels et al.(2012), Arnould et al. (2007), Krulinde et al. (2002), e Cooper et al. (1995).

No estudo de Klingels et al.(2012), foi observado que a discriminação de dois pontos e estereognosia foram as funções sensoriais mais afetadas na população do estudo. A propriocepção e estereognosia, juntamente com fatores motores, estavam relacionados com a capacidade unimanual conforme escala de Melbourne, e para a capacidade motora bimanual avaliada com a escala Abilhand-Kids a estereognosia e força do punho explicaram 46% da variância observada na performance. krumlinde-Sundholm et al. (2002) observaram que os diferentes testes de avaliação tátil estavam significativamente relacionados com a atividade unimanual (destreza, avaliada com o Pick-up teste) no lado não dominante, sendo que os Monofilamentos de Semmes–Weinstein mostraram menores relações que os outros testes. Os autores destacam que, para a performance bimanual, as avaliações sensoriais que não envolvem a função motora, como a discriminação de dois pontos, mostraram correlações mais fracas, o que demonstraria que a sensibilidade tátil não influencia de forma decisiva a função do membro não dominante durante atividades bimanuais.

Cooper et al. (1995), relataram que 88,8% dos indivíduos com PC unilateral apresentaram déficits sensoriais no membro superior dominante e não dominante em comparação com os indivíduos típicos. O membro não dominante, que é o mais acometido pela lesão, se mostrou o mais comprometido, sendo a propriocepção e estereognosia os aspectos sensoriais mais afetados. Neste estudo, a severidade dos déficits motores não refletiu a extensão dos comprometimentos sensoriais. No estudo de Arnould et al.(2007), apesar de menos prevalentes que os motores, os comprometimentos sensoriais também foram observados na população com PC. Para a mão dominante e não dominante a habilidade manual foi moderadamente relacionada com os comprometimentos motores e estereognosia, porém não foram observadas relações significativas entre propriocepção e pressão tátil com habilidade manual. Em 2014, Arnould e colaboradores observaram fracas relações entre a discriminação de dois pontos e propriocepção com as habilidades manuais em ambos os membros. A força de preensão no membro dominante foi relacionada com melhor estereognosia.

Observa-se que o nível de habilidade manual em indivíduos com PC não depende apenas dos comprometimentos motores que são presentes nesta população. Os comprometimentos sensoriais também estão presentes e não devem ser negligenciados, uma vez que é observada a relação direta de alguns componentes sensoriais, como propriocepção e estereognosia, com o nível das habilidades motoras, como capacidade de preensão manual. Contudo, possivelmente devido ao pequeno número amostral, e aos diferentes níveis funcionais e variáveis avaliadas, ainda são observadas variabilidades entre os resultados dos estudos, o que impossibilita o claro entendimento de como e quais funções sensoriais mais impactam os parâmetros motores nesta população.

### ***Efeito das intervenções nas funções sensoriais e motoras***

Apenas dois estudos incluídos aplicaram protocolos de intervenção, após os quais a relação entre os aspectos sensoriais e motores foi avaliada.

Alves-pinto et al. (2017) realizaram um treino manual no piano com duração total de 8 horas em adolescentes e adultos com PC, e adolescentes com desenvolvimento típico. Foi observado um efeito do treino entre as diferentes sessões com relação à habilidade de localizar as vibrações com os dedos, especificamente entre a segunda e terceira sessão. Estes efeitos foram mais claros para o grupo dos adolescentes e adultos com PC com ambas as mãos, sendo que os participantes do grupo controle já apresentavam uma habilidade de localização quase máxima desde antes do treino. Contudo, nem todos os participantes que realizaram o treino com pista vibratória e visual melhoraram a percepção das mãos e dedos após o treino.

Os adolescentes com PC apresentaram um padrão menos regular de pressão das teclas do que os indivíduos com desenvolvimento típico com a mesma faixa etária, tendo os adultos com PC apresentado também um maior padrão de variabilidade de pressão das teclas. Adicionalmente, observou-se uma grande variabilidade de performance nas diferentes avaliações entre os indivíduos dos grupos com PC, que tiveram uma melhor coordenação na segunda sessão (após início de treino), porém entre a segunda e terceira sessão as mudanças foram nulas ou mínimas.

Robert et al.(2013) realizaram um treino orientado à tarefa como foco em membro superior com e sem restrição de tronco em indivíduos com PC com duração total de 15 horas. Indivíduos de ambos os grupos apresentaram melhoras na performance e qualidade da performance. O grupo com restrição de tronco, que por meio de uma faixa tinha o tronco preso à cadeira, o que limitava os movimentos de flexão, inclinação, e rotação do tronco, mostrou melhora na performance motora, porém a restrição do tronco não se mostrou um elemento essencial para o aprendizado motor. Associações significativas foram observadas entre propriocepção, limiar tátil e a retenção dos ganhos na velocidade de alcançar o alvo próximo.

Com relação ao aprendizado motor, não foram observadas relações entre as variáveis sensoriais, o índice de curvatura, e amplitude de movimento de ombro e cotovelo, o que indica que uma menor percepção sensorial pode afetar o aprendizado motor. Os autores discutem que quando o alcance manual foi realizado com perturbações visuo-motoras, os erros sensoriais e de compensação podem ter promovido o aprendizado motor com base em mapas sensoriais pré-existentes, sendo que os indivíduos que apresentaram maior integridade sensorial foram os que tiveram melhor aprendizado.

Os resultados dos efeitos dos treinos mostram mais uma vez a íntima ligação entre as funções sensoriais e motoras nos indivíduos com PC. Uma vez que a informação somatossensorial contribui para o aprendizado motor, o efeito de um treino sensorio-motor pode em teoria ser percebido em aspectos sensoriais e motores (Cuppone et al., 2018). No entanto, vale a pena ressaltar que as intervenções aplicadas nestes estudos ainda têm ênfase predominantemente nas funções motoras, e não permitem que se conheça o impacto de intervenções com ênfase no treino sensorial nestes aspectos.

### *Considerações finais*

Seguindo a visão da classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde (CIF) proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2001), diversos aspectos devem ser observados e considerados quando se planeja uma intervenção ou avaliação, pois uma função motora ou sensorial (função corporal) é resultado da interação com outros fatores como a

própria condição de saúde, níveis de atividade e participação social vivenciados, e componentes pessoais e do ambiente. Adicionalmente, os aspectos sensoriais podem ser difíceis de ser mensurados isoladamente, visto que influenciam e são influenciados por diversos fatores. Porém, são componentes importantes da capacidade funcional de cada indivíduo e devem ser considerados como tal durante o planejamento e avaliação de intervenções na população com PC.

Os achados de inter-relações significativas entre a função sensorial e motora nos indivíduos com PC reforçam a ideia de que as avaliações e intervenções devem ser expandidas de forma que possam abranger todas as funções corporais afetadas nestes indivíduos. Além disso, é marcante a carência de estudos que abranjam as relações entre função sensorial e motora com foco nos membros inferiores, com análise de como estes aspectos se comportam com relação às habilidades motoras como a marcha e a manutenção da postura em pé, funções que tem grande impacto para os níveis de funcionalidade e participação. Desta forma, é essencial que futuros estudos levem em consideração tal lacuna.

É necessário, ainda, o desenvolvimento de mais estudos com maior rigor metodológico, como ensaios clínicos randomizados, com amostras representativas, métodos detalhados, mensurações sensível às diferentes funções sensoriais e motoras de interesse, assim como análises sobre a dosagem e tempo de retenção dos efeitos observados de acordo com cada perfil de comprometimento presente na população com PC.

#### **4. Limitações do estudo**

O presente estudo tem como limitação a falta da análise qualitativa dos artigos incluídos com utilização de escalas padronizadas. A restrição das variáveis de interesse pode ter limitado a inclusão de outros estudos que tinham outros aspectos além dos somatossensoriais como a visão, de serem avaliados. Adicionalmente a inclusão de publicações apenas na língua inglesa pode ter excluídos estudos que avaliaram as questões de interesse, mas que foram publicados em outra língua.

#### **5. Conclusão**

Os achados dos estudos observacionais realçam a contribuição dos aspectos sensoriais para a função motora em indivíduos com PC, indicando que os mesmos não devem ser negligenciados ao planejar avaliações abrangentes. Os estudos experimentais sugerem perspectivas de que intervenções aplicadas em um destes aspectos avaliados possam repercutir sobre o outro. No entanto, até o momento não há evidências científicas suficientes a este

respeito, e tampouco se tais efeitos de um treino podem resultar em mudança permanentes na função.

#### **4. Estudo 2. Efeitos de um treino sensório-motor de curto prazo sobre aspectos sensoriais e motores em crianças e jovens com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório**

##### **1. Introdução**

Definida com um grupo de desordens do desenvolvimento do movimento e postura, a paralisia cerebral (PC) traz como consequências limitações nas atividades devido à lesão não progressiva ocorrida no cérebro fetal ou infantil. As desordens motoras da PC frequentemente são acompanhadas de distúrbios sensoriais, de cognição, comunicação, percepção, comportamentais e/ou convulsões (Rosenbaum et al., 2007). Estima-se que 17 milhões de pessoas no mundo tenham paralisia cerebral ([worldcpday.org](http://worldcpday.org)). Em países desenvolvidos a taxa para cada 1.000 nascidos vivos varia entre 1 e 5, porém em países em desenvolvimento estes números provavelmente são maiores devido piores condições de atenção à gestante e ao recém-nascido ([paralisiacerebral.org.br](http://paralisiacerebral.org.br)).

Diversos estudos têm descrito a presença de déficits somatossensoriais em crianças com PC unilateral e bilateral. No membro superior, estes incluem alterações na propriocepção, estereognosia e discriminação tátil (Clayton et al., 2003; Wingert et al. 2009; Auld et al., 2012; Kurz et al., 2013). Tais deficiências sensoriais parecem impactar o desempenho da preensão manual (Bleyenheuft & Gordon, 2013), além de se relacionarem com a severidade do comprometimento motor, ou seja, quanto maior o comprometimento motor, mais disfunções somatossensoriais foram observadas (De Campos et al., 2014).

No membro inferior, também foi verificada a existência de alterações na representação cortical somatossensorial dos pés, as quais podem contribuir para dificuldades motoras, em especial durante a marcha (Kurz et al., 2011; Arpin et al., 2013). Além disso, crianças com PC unilateral apresentaram diminuição da propriocepção na articulação do tornozelo, a qual parece estar correlacionada com a diminuição da velocidade da marcha, uma vez que crianças que apresentaram melhor propriocepção em membros inferiores foram capazes de andar mais rápido e apresentaram menos oscilações posturais, demonstrando a existência de uma relação entre a performance sensorial e motora em membros inferiores, assim como visto nos membros superiores (Damiano et al., 2013).

No entanto, no que diz respeito à PC, a maioria dos tratamentos são direcionados aos

déficits motores com a utilização de treinos com enfoque motor (Begnoche et al., 2007; Martin et al., 2010; Auld et al., 2016), sendo escassos os estudos com intervenções sensório-motoras com ênfase nos aspectos sensoriais na população com PC (Aman et al., 2015; Audi et al., 2017; Yu et al., 2018), e principalmente quando relacionado aos membros inferiores e locomoção (Clark et al., 2017).

Assim, devido à ausência de pesquisas e protocolos com estas finalidades, estudos de caráter exploratório são necessários para identificar a viabilidade das novas intervenções (Hallingberg et al., 2018). Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos de um protocolo de treino sensório-motor de curto prazo com foco nos membros inferiores sobre o desempenho sensorial bilateralmente e motor em indivíduos com PC. Hipotetiza-se que o treino sensório-motor favoreça as funções sensoriais abordadas neste treino, e possivelmente cause modificações também nos aspectos motores de interesse.

## **2. Metodologia**

### **Desenho experimental**

Foi realizado um ensaio clínico randomizado controlado de caráter exploratório, com avaliador cego. O tamanho amostral foi estimado baseado no mínimo tamanho amostral necessário para se realizar estudos de fase 1 de acordo com Whitehead et al. (2016), sendo de em 20 participantes, 10 em cada grupo experimental. Após processo de seleção, concluíram os treinos 16 indivíduos no total, sendo 8 em cada grupo. Os participantes foram aleatoriamente alocados para o grupo de treino sensório-motor ou grupo controle (descrição do processo de randomização no Apêndice 1). O fluxograma com o resumo das fases realizadas no estudo encontra-se na figura 1.

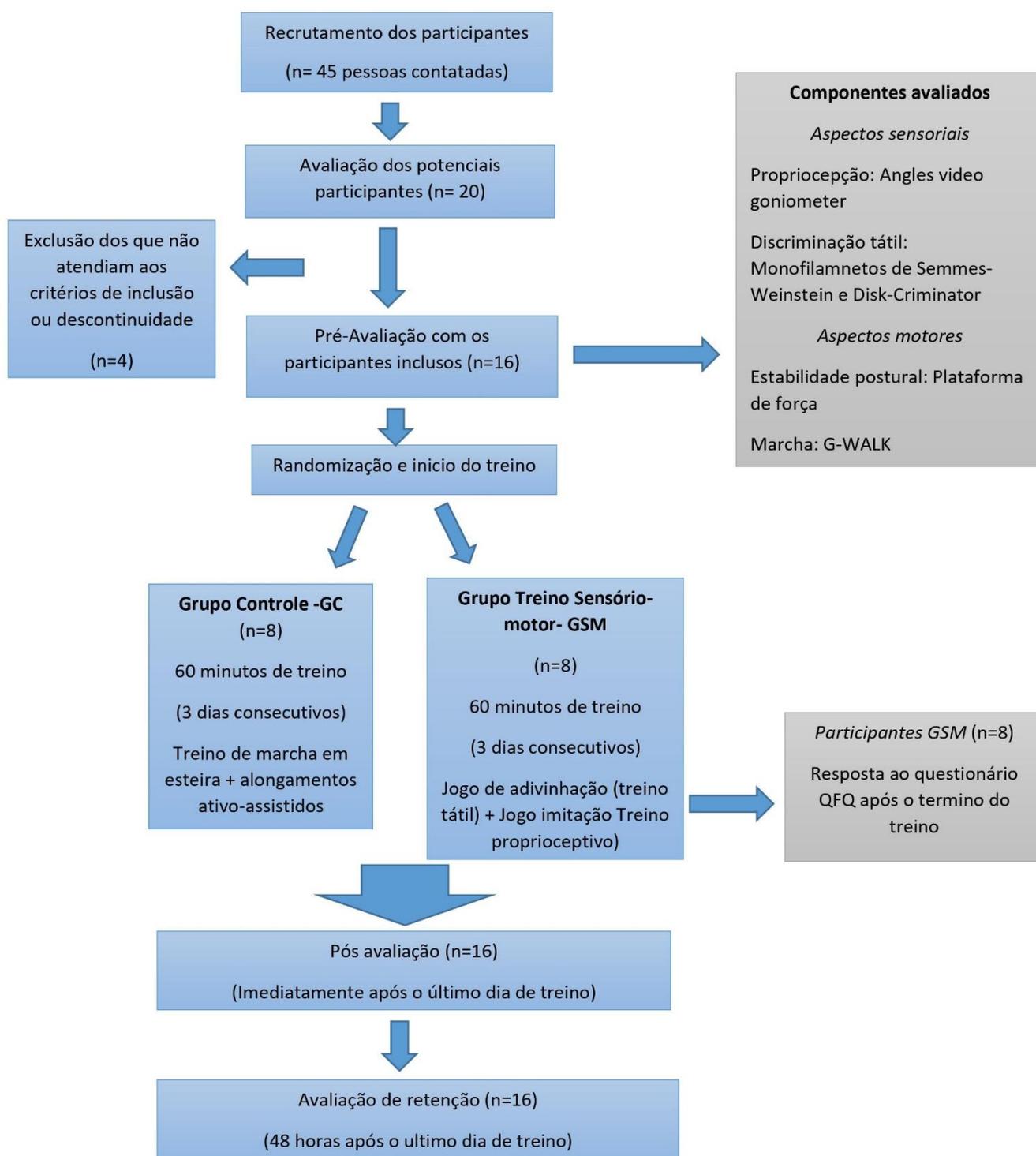


Figura 1: Desenho experimental.

Os participantes de ambos os grupos foram orientados a não realizar outras intervenções fisioterapêuticas além do treino do estudo durante o período de participação. A fim de minimizar possíveis vieses, os participantes não tiveram conhecimento das hipóteses do estudo (Page & Persch, 2013).

Os critérios utilizados para seleção dos participantes foram:

**Critérios de Inclusão:** foram incluídos participantes com diagnóstico de Paralisia cerebral unilateral ou bilateral, com idade entre 5 e 20 anos e nível do *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) entre I e III (Palisano et al., 2007) (anexo 1). Os participantes deviam ser capazes de compreender e executar comandos simples possibilitando a realização das atividades propostas, sendo este critério baseado inicialmente no relato dos familiares ou de profissionais que acompanhassem o caso, e confirmado posteriormente durante primeiro contato pessoal com o participante na primeira avaliação. Os participantes de ambos os grupos que estivessem realizando tratamento fisioterapêutico de rotina deveriam concordar com a interrupção do mesmo durante a participação no estudo.

**Critérios de exclusão e descontinuidade:** não foram incluídos participantes que apresentassem aversão à algum teste de avaliação ou procedimento de treino, ou os que apresentassem algum déficit sensorial de origem periférica, causado por lesão traumática, congênita ou de outra natureza. Ainda, não foram incluídos os que tivessem quaisquer condições neurológicas, musculoesqueléticas ou cardiorrespiratórias não relacionadas à PC, que pudessem interferir na sua capacidade de realizar as atividades propostas.

Foram excluídos também os que estivessem realizando qualquer tipo de intervenção fisioterapêutica intensiva durante o período de participação no estudo, os que foram submetidos à cirurgia ortopédica nos membros inferiores no ano anterior, ou a aplicação de toxina botulínica nos quatro meses anteriores ao estudo, bem como os que a qualquer momento tenham sido submetidos à cirurgia de rizotomia dorsal seletiva. Foi descontinuada a participação dos que faltaram em ao menos uma sessão de treino, ou deixaram de atender a qualquer um dos critérios citados anteriormente durante a realização do estudo.

### **Aspectos éticos**

Todos os aspectos éticos deste estudo estavam em conformidade com a Declaração de Helsinki e de acordo com as Resoluções nº466/2012 e nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, estando o estudo aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (nº 2.953.894, CAAE: 89792518.9.0000.5504) (anexo 2).

Os participantes alfabetizados, com idade inferior a 18 anos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (anexo 3), e o responsável legal por este participante assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 4). Os participantes com idade superior a 18 anos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os participantes e responsáveis assinaram um termo de autorização de uso de imagem (anexo 5), e receberam uma cópia dos termos em questão.

O protocolo foi descrito com base nas recomendações para descrição de protocolos

intervencionais (Eldridge et al., 2010; SPIRIT Group 2013), estando o protocolo de estudo registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) sobre o código RBR-657wbq.

A aplicação dos protocolos ocorreu na Unidade Saúde Escola (USE) e as avaliações no Laboratório de Análise do Desenvolvimento infantil (LADI), ambos na Universidade Federal de São Carlos. Todos os procedimentos do estudo foram realizados por fisioterapeutas com experiência em reabilitação em neuropediatria.

## **Avaliações**

Inicialmente foram coletados os dados pessoais dos participantes conforme ficha de caracterização do participante (Apêndice 3), seguido pelas avaliações sensoriais e motoras:

### *A) Avaliações sensoriais:*

*A1) Propriocepção* (Montgomery & Connolly, 2003; Wooten et al, 2018): *A1.1) senso de movimento*: identificação da direção que a parte do corpo está sendo movida durante a realização do movimento, sem auxílio da visão. Para isso, sem descarga de peso no membro a ser testado, o avaliador de acordo com ordem randomizada pré-estabelecida, movimentava passiva e lentamente em extensão ou flexão as articulações do tornozelo, joelho (participante sentado) e quadril (participante em pé), uma de cada vez, realizando três movimentos em cada articulação. O número de respostas verbais com a direção correta é considerado. *A1.2) senso de posição estática*: avaliado pelo reposicionamento ativo, sem auxílio da visão, do membro inferior na mesma posição experienciada com a visão no momento anterior. Assim, estando o participante deitado em um colchonete, o avaliador posiciona passivamente o membro inferior do participante em uma determinada posição, mantém por 10 segundos, retorna à posição neutra, e em seguida sem o auxílio da visão o participante tenta posicionar ativamente o membro na mesma posição anterior (figura 2). O teste foi filmado e o erro angular (graus) entre a primeira e a segunda posição foi calculado utilizando o aplicativo para celular Angles-Video Goniometer© app (Harbourne et al., 2016).



Figura 2: Avaliação do senso de posição estática. Posicionamento com (foto à esquerda) e sem (direita) o auxílio da visão.

*A2) Discriminação tátil* (Moberg et al., 1991; Auld et al., 2011) (testada na região correspondente ao dermatomo L5 na sola do pé) (Figura 3): *A2.1) Registro tátil*: o registro tátil foi avaliado com o teste de monofilamentos de Semmes Weinstein. Três tentativas foram realizadas com cada monofilamento, e o mais fino monofilamento percebido em três tentativas foi considerado. Registros de monofilamentos com gramagem menor que 10g são classificados como limiar normal, e registros com percepção de gramagens maior de 10g são considerados como sensibilidade protetora diminuída (Feng et al., 2009). *A2.2) Percepção tátil*: mensurada pela discriminação entre dois pontos em diferentes distâncias um mesmo dermatomo. Para isso foi usado o Disk-Criminator, com o qual deveria ser identificada a discriminação entre um ponto e dois pontos em diferentes distâncias, apresentados em uma sequência randômica, sem o auxílio da visão. Foi utilizado neste estudo apenas um dos dois discos disponíveis no kit do Disk-Criminator (disco com menores espaçamentos), sendo que a maior distância entre dois pontos disponível no disco utilizado foi de 8 milímetros e a menor de um milímetro (ponto único). A menor distância (mm) percebida entre dois pontos em três tentativas foi considerada como o limiar de percepção tátil, sendo que os participantes que não identificaram nenhuma distância em três tentativas receberão um valor de 10 milímetros, ou seja, fora do limiar máximo para esta avaliação.



Figura 3: Avaliação do registro (Monofilamentos) (foto à esquerda) e percepção tátil (Disk-Criminator) (direita) no dermatomo de teste (L5).

#### *B) Avaliações motoras:*

*B1) Marcha* (Bourgeois et al., 2014; Vítecková et al., 2019): Cadência (passos/min), velocidade (metros/segundo), comprimento da passada (% altura), duração da fase de apoio uni podal e duplo (% do ciclo), e duração da fase de apoio e balanço (% do ciclo) foram avaliadas com o sensor inercial G- Walk (BTS Bioengineering) (Hyung et al., 2016) contido em um cinto semi elástico que foi fixado na altura da 5ª vértebra lombar durante um teste de caminhada linear em 5.5 metros de distância, em superfície plana (Figura 4).



Figura 4: Avaliação da marcha com caminha linear utilizando o G-Walk.

*B2) Estabilidade postural* (Donker et al., 2008; Pavão et al., 2017): avaliação do deslocamento antero-posterior e latero-lateral; velocidade e área da oscilação postural; e oscilação do centro de pressão (área por segundo), utilizando uma plataforma de força portátil (BERTEC – FP4060-05) em 4 diferentes posições em pé: 1) pés separados alinhados com o quadril, olhos abertos olhando para um ponto fixo à sua frente (PSOA); 2) pés separados alinhados com o quadril, olhos fechados (PSOF); 3) pés juntos, olhos abertos olhando para um ponto fixo à sua frente (PJOA); 4) pés em semi tandem, olhos abertos olhando para um ponto fixo à sua frente (ST). (Figura 5). Foram realizadas três tentativas de 30 segundos em cada posição. O valor da média entre as tentativas em cada posição foi considerado.



Figura 5: Avaliação da estabilidade postural na plataforma de força na posição pés alinhados ao quadril, olhos abertos, olhando para um ponto fixo.

No total foram realizadas 3 avaliações, sendo 1) imediatamente antes do início do treino (Pré-avaliação (Pré)); 2) imediatamente após a última sessão de treino (Pós-avaliação (Pós)) e 48 horas após a última sessão de treino (Retenção (Ret)). Como a viabilidade de protocolos exploratórios precisa ser testada, baseado nas recomendações de Orsmond et al. (2015) foi

elaborado o Questionário de Feedback Qualitativo (Questionário QFQ) contendo 5 questões de múltipla escolha sobre aspectos do treino a fim de verificar os aspectos do treino com os participantes do GSM na Pós avaliação (Apêndice 4).

## **Protocolos dos grupos experimentais**

### *Grupo controle (GC)*

Como a maioria dos protocolos de intervenção realizados com indivíduos com PC são treinos com foco na função motora, foi escolhido como protocolo de treino para o grupo controle treinos tradicionais comumente utilizados em estratégias de reabilitação (Corsi et al., 2019). Assim os participantes do grupo controle realizaram alongamentos ativos assistidos de membros inferiores com foco nos músculos quadríceps, tríceps sural, iliopsoas, adutores de quadril e isquiotibiais por 30 minutos, seguido por marcha em esteira com velocidade auto selecionada durante 30 minutos. O treino do GC a mesma carga horária e duração que o grupo de treino sensório-motor, sendo 60 minutos por dia, durante 3 dias consecutivos, em 1 semana de protocolo.

### *Grupo treino sensório-motor (GSM)*

O protocolo de treino sensório-motor desenvolvido neste estudo foi baseado em diferentes aspectos descritos na literatura (Carey et al., 1993; Carey et al., 2005; Carey et al., 2011; McLean et al., 2017; Auld et al., 2017 e Wooten et al., 2018) sendo composto de atividades táteis (Figura 6) e proprioceptivas (Figura 7) com foco nos membros inferiores. Como intervenções engajadoras e motivadoras são essenciais para o aprendizado (Novak et al., 2013), o protocolo de treino sensório-motor foi desenvolvido em um formato de jogos. Ainda, a partir de princípios descritos por Auld et al. (2017), a realização da exploração com auxílio da visão ocorreu sempre no início das atividades a fim de favorecer a discriminação tátil (registro e percepção).

### Atividades táteis- *Jogo de adivinhação*



A trilha sensorial (1,74 metros de comprimento) é composta por tapetes de EVA e diversas placas removíveis contendo diferentes estímulos táteis. Cinco placas com texturas diferentes são colocadas na trilha sensorial, e entre cada textura há um tapete sem textura. A semelhança entre as texturas que compõem a trilha será aumentada gradualmente em cada sessão de treino.

O jogo de adivinhação é composto por duas etapas consecutivas: exploração e discriminação.

1) *Exploração*: o participante ficará um minuto em pé sobre uma placa com textura e explorará esta com os pés, ao mesmo tempo que explora esta textura visualmente (calibração intra e trans modal). Em seguida, o terapeuta retirará esta placa e fornecerá uma miniatura com a mesma textura para ser explorada com as mãos e auxílio da visão. Durante toda esta etapa ocorrerá um feedback verbal entre o participante e o terapeuta sobre as características do estímulo.

2) *Discriminação*: a placa com a textura a ser adivinhada, a qual foi previamente explorada, será colocada aleatoriamente na trilha sensorial entre outras quatro texturas não exploradas. O participante caminhará pela trilha explorando cada textura com os pés e terá que adivinhar qual é a textura correta para aquela rodada. Nesta etapa durante a caminhada na pista, o participante estará utilizando um dispositivo que bloqueia o contato visual com a trilha, isolando a função sensorial nos pés para apenas tátil. A versão em miniatura da textura que deve ser adivinhada é posicionada sobre este dispositivo, permitindo ao participante conferir novamente a textura com as mãos se desejar.

O participante caminhará na trilha duas vezes. A primeira vez será usada para sentir e explorar todas as texturas. Na segunda vez, o participante deverá adivinhar a textura certa para aquela rodada parando sobre a placa com a textura selecionada. Com o objetivo de intensificar a percepção do paciente sobre os diferentes estímulos táteis, uma escala visual adaptada para crianças com cinco diferentes expressões faciais é apresentada ao final de cada rodada de adivinhação para que o participante gradue a sensação associada com cada textura explorada escolhendo a expressão facial que mais representa a sensação percebida com relação a textura em questão. O número total de texturas exploradas dependerá do tempo que cada participante necessitará para cada rodada de adivinhação em 30 minutos.

Figura 6: Descrição das atividades táteis do treino sensório-motor.

### Atividades proprioceptivas- Jogo de imitação



As atividades proprioceptivas serão baseadas em posturas de Yoga para crianças usando diversos cartões com figuras das posturas, que são realizadas com o auxílio de uma cadeira. O nível de dificuldade entre as posturas será aumentado gradativamente em cada dia de treino. Caso a postura selecionada for muito difícil para ser executada o terapeuta permitirá modificações ou a troca de postura.

O jogo da imitação é composto por duas etapas consecutivas: reconhecimento e imitação.

1) *Reconhecimento*: o participante ficará sentado de frente para um espelho e o terapeuta mostrará o cartão com a postura a ser imitada. O participante irá imitar a postura enquanto se olha no espelho (exploração visual). Após reproduzir a postura uma vez irá retornar a postura ortostática e o terapeuta colocará uma venda nos olhos do participante.

2) *Imitação*: Nesta etapa será solicitado que o participante reproduza a postura novamente, agora sem o suporte visual. Estando na postura será instruído que o participante realize um escaneamento corporal mental (calibração intra-modal). Após o escaneamento a postura deve ser mantida enquanto o terapeuta retira a venda dos olhos para que se verifique seu desempenho olhando no espelho e no cartão novamente. O número de posturas realizadas dependerá do tempo que cada participante despenderá realizando cada posturas durante os 30 minutos de treino.

Figura 7: Descrição das atividades proprioceptivas do treino sensório-motor.

No estudo de Auld et al. (2017) foi verificado que um treino tátil composto de uma única sessão com duração de 90 minutos promoveu melhora na discriminação tátil de membros superiores de crianças com PC, porém sem modificar a capacidade de registro tátil. Tendo em vista este dado, e considerando que o protocolo deste estudo tem caráter exploratório para verificação de viabilidade de execução prática e efeitos do treino, a carga horária total foi de 180 minutos, porém com aplicação do protocolo em apenas 1 semana, sendo este um treino de curto prazo.

Adicionalmente, com o objetivo de ser facilmente realizado durante o tempo de sessões padrão de reabilitação, o treino sensório-motor foi estruturado em um formato semanal semi-intensivo com as atividades sendo divididas em 3 dias consecutivos, com duração de 60 minutos por dia, com 30 minutos de atividade táteis e 30 minutos de atividades proprioceptivas. A

descrição detalhada do desenvolvimento do protocolo foi descrita no artigo submetido (Apêndice 2), e o resumo dos procedimentos de treino pode ser observado na figura 8.

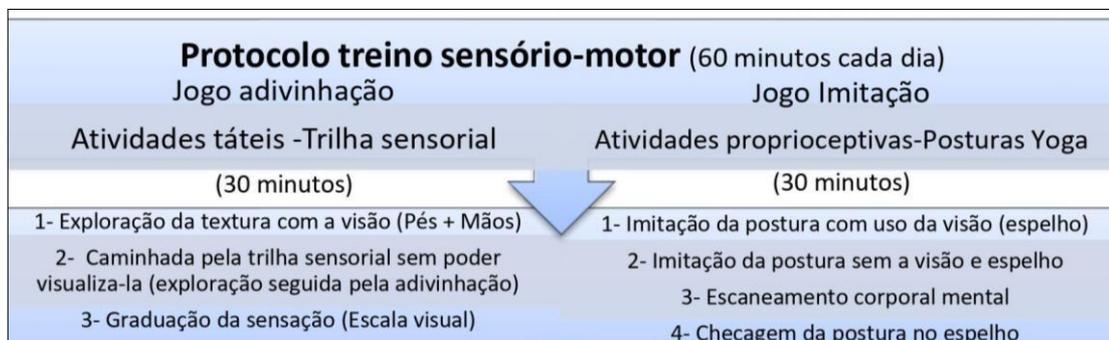


Figura 8: resumo do protocolo de treino sensório-motor.

### 3. Análise dos dados

As respostas dos participantes ao Questionário de Feedback Qualitativo foram avaliadas de forma descritiva. Para as demais variáveis, foram aplicados testes de Shapiro-Wilk para investigar a distribuição dos dados e determinar os testes adequados.

Foi aplicada Análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas para avaliar os efeitos de grupo (GSM e GC) e avaliação (pré, pós e retenção) sobre as variáveis da marcha: comprimento da passada (transformada pela função logarítmica de base 10 para apresentar distribuição normal), fase de apoio, fase de balanço, duração do apoio uni podal e duração do apoio duplo.

A Análise Multivariada de variância (MANOVA) foi empregada para testar o efeito do grupo (GSM e GC), avaliação (pré, pós e retenção) e condição (PSOA, PSOF, PJOA, ST) na análise das variáveis Velocidade total, Área de oscilação, Amplitude de deslocamento antero-posterior e Amplitude de deslocamento médio-lateral. A variável Área de oscilação foi transformada pela função logarítmica de base 10 para apresentar distribuição normal.

As variáveis sensoriais não apresentaram distribuição normal e não foram passíveis de transformação, sendo empregada a análise não-paramétrica de Friedman para comparar os resultados obtidos entre as três avaliações dentro de cada grupo, no caso das variáveis limiar de percepção tátil e erro angular (propriocepção). O teste de Qui-quadrado foi empregado para comparar a proporção de participantes classificados como tendo limiar de registro tátil normal ou diminuído em cada avaliação, considerando cada grupo separadamente. Para todas as variáveis sensoriais, foram analisados separadamente os lados dominante e não dominante de cada indivíduo, com base na preferência lateral.

Em uma análise secundária, testes de correlação de Spearman foram aplicados para investigar associações entre variáveis sensoriais e motoras de todos os participantes na pré-avaliação. As correlações serão interpretadas segundo a classificação de Cohen e Holliday (1982) (até 0,19: muito fraca; entre 0,20 e 0,39: fraca; de 0,40 a 0,69: moderada; de 0,70 a 0,89: forte; e de 0,90 a 1: muito forte). Todos os testes foram realizados no SPSS 24.0, sendo considerada significância de 5%.

#### 4. Resultados

Um total de 16 indivíduos participaram do estudo 2 (tabela 1), sendo randomizados 8 indivíduos para o GSM, os quais realizaram o treino sensório-motor desenvolvido, e 8 para o GC, no qual foram realizadas atividades com foco motor com treino de marcha em esteira e alongamentos ativos-assistidos nos membros inferiores.

Tabela 1: Caracterização da amostra do estudo.

Grupo treino sensório-motor					Grupo Controle				
Participante	Idade	Sexo	Topografia	GMFCS	Participante	Idade	Sexo	Topografia	GMFCS
P0	9	M	Uni-E	I	P3	18	F	Uni-D	I
P1	19	M	Uni-D	I	P4	7	F	Uni-E	I
P2	11	M	Uni-E	I	P6	18	M	Bilateral	III
P5	7	M	Bilateral	I	P7	4	F	Bilateral	I
P8	14	M	Uni-D	I	P9	13	M	Bilateral	II
P12	14	M	Uni-E	I	P10	10	F	Bilateral	I
P14	12	M	Uni-D	I	P11	15	F	Uni-E	I
P15	13	F	Uni-D	I	P13	16	M	Uni-E	I
N=8	12,3 ± 3,6				N=8	12,6 ± 5,1			

M: Masculino; F: Feminino; Uni: Unilateral; D: Direita; E: Esquerda; GMFCS: Gross Motor Classification System.

O questionário de feedback qualitativo (QFQ) mostrou uma boa aceitabilidade do protocolo de treino sensório-motor pelos participantes do GSM, sendo que todos os 8 participantes disseram se sentir satisfeitos e engajados com as atividades do treino, e todos relatam terem se sentido seguros e sem nenhum efeito adverso durante a realização das atividades. 2 participantes relataram que queriam que tivesse mais tempo para a realização das atividades, e 1 participante disse que achou difícil de entender como fazer as atividades (Figura

9). Com relação a aderência às atividades do protocolo após o estudo, 4 participantes se mostraram indiferentes com realizar as atividades do treino ou atividades habituais de terapia durante as sessões regulares de terapia, e 4 participantes relataram que continuariam realizando as atividades do treino sensório-motor após o estudo durante as sessões regulares de terapia. Na figura 6 está apresentada a quantidade de respostas segundo cada questão e suas alternativas de acordo com o número total dos participantes do GSM.

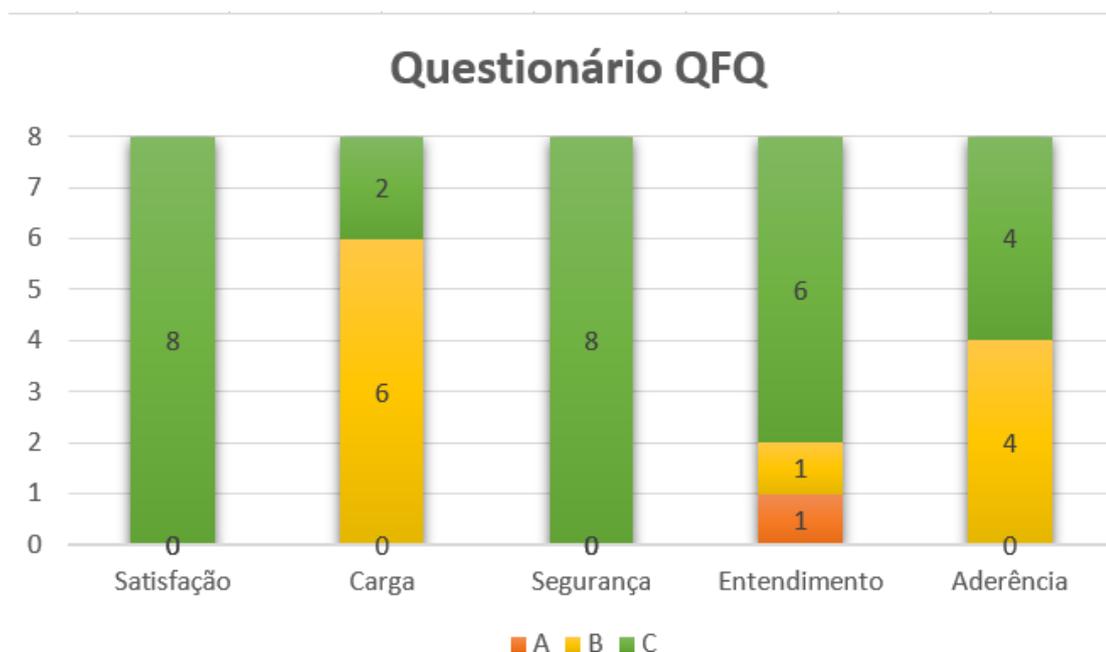


Figura 9: Viabilidade prática segundo o QFQ sobre o protocolo de treino sensório-motor segundo os participantes do GSM.. A: alternativa A; B: alternativa B; C: alternativa C.

### *Variáveis sensoriais*

A fim de observar especificidades de cada hemisfério, os dados foram analisados considerando o lado dominante e não dominante. Para o limiar de percepção tátil avaliado com o Disk-Criminator, não foram observadas diferenças significativas para o GSM no lado dominante ( $\chi^2_{r= (2)} = 2,111$ ;  $p = 0,348$ ) nem para o lado não dominante ( $\chi^2_{r= (2)} = 3,714$ ;  $p = 0,156$ ), assim como não foram observadas diferenças para o GC no lado dominante ( $\chi^2_{r= (2)} = 0,636$ ;  $p = 0,727$ ) nem para o lado não dominante ( $\chi^2_{r= (2)} = 4,560$ ;  $p = 0,102$ ) entre todas as avaliações. Os valores de medianas são apresentados na figura 10.

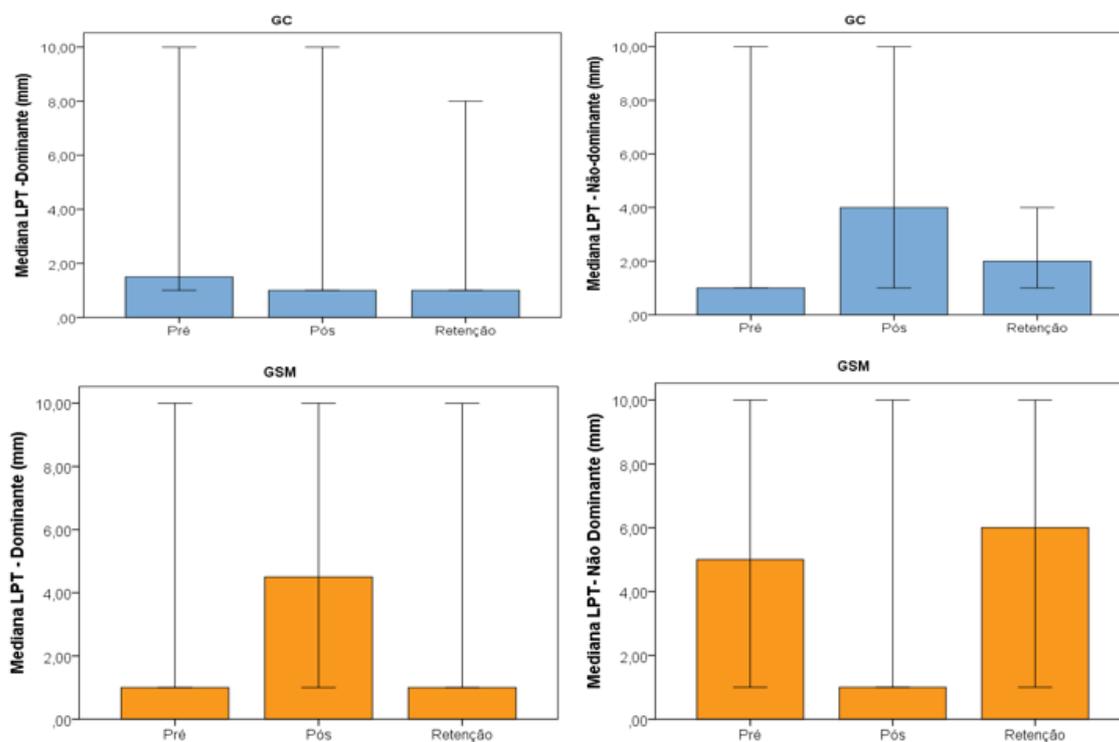


Figura 10: Valores das medianas, com intervalo de confiança de 95%, para o limiar de percepção tátil (LPT) nos diferentes momentos de avaliação.

Legenda: GC: grupo controle; GSM: grupo sensório-motor.

Para o registro tátil, avaliado com os Monofilamentos de Semmes-Weinstein, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes no GSM (lado dominante:  $\chi^2=2,286$ ;  $p=0,319$ ; lado não dominante:  $\chi^2=0,600$ ;  $p=0,741$ ) e nem no GC (lado dominante:  $\chi^2=0,600$ ;  $p=0,741$ ; lado não dominante:  $\chi^2=4,000$ ;  $p=0,135$ ). Apesar disso, é possível observar para ambos grupos, em ambos os lados, que houve aumento do número de participantes com limiar classificado como normal após os treinos, com destaque para o lado não dominante do GC, e lado dominante do GSM na pós avaliação (Figura 11).

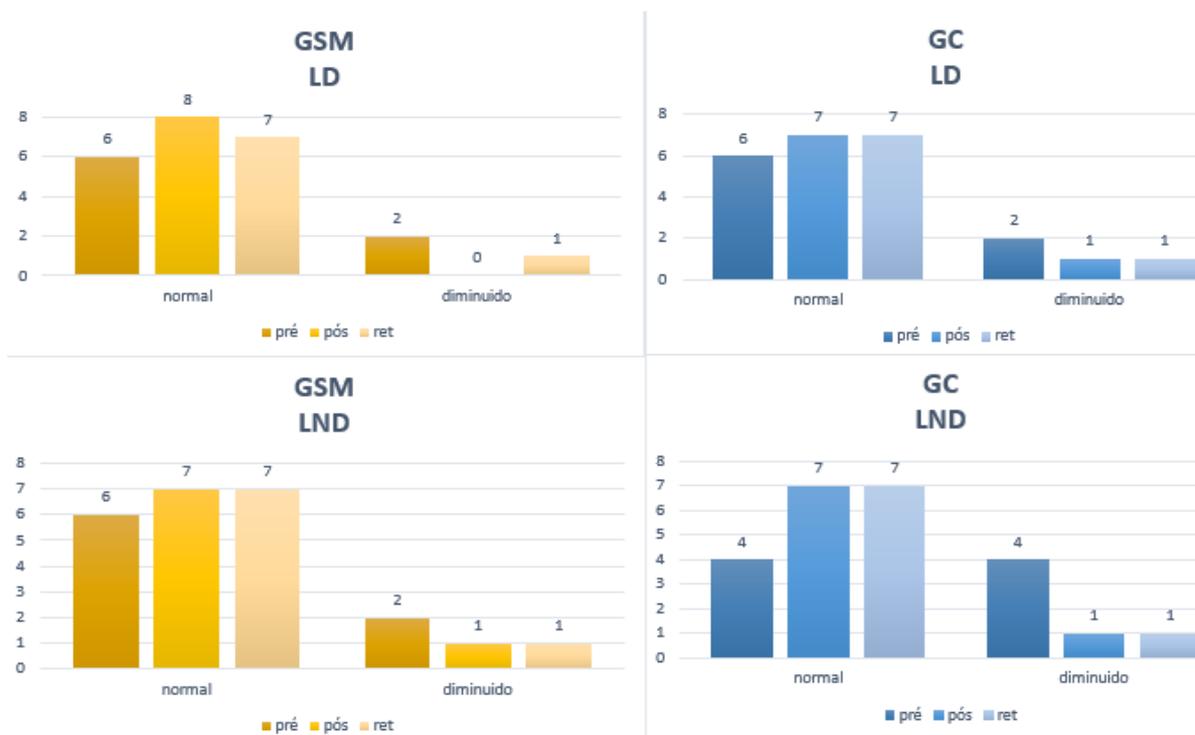


Figura 11: Classificação do registro tátil para os grupos treino sensório-motor (GSM) e grupo controle (GC) nas avaliações pré, pós e retenção. Os valores indicam o número de participantes com cada classificação. *Legenda:* LND= lado não dominante; LD= lado dominante.

O senso de posição estática também não apresentou diferenças significativas para o GSM após o protocolo no lado dominante ( $\chi^2(2) = 1,000$ ;  $p = 0,607$ ), nem para o lado não dominante ( $\chi^2(2) = 3,000$ ;  $p = 0,223$ ), assim como não foram observadas diferenças para o GC no lado dominante ( $\chi^2(2) = 0,750$ ;  $p = 0,687$ ), nem para o lado não dominante ( $\chi^2(2) = 3,000$ ;  $p = 0,223$ ). Os valores medianos do erro angular são apresentados na Figura 12.

Devido a um efeito teto, possivelmente devido às características do método de avaliação, os resultados da avaliação do senso de movimento foram excluídos da análise.

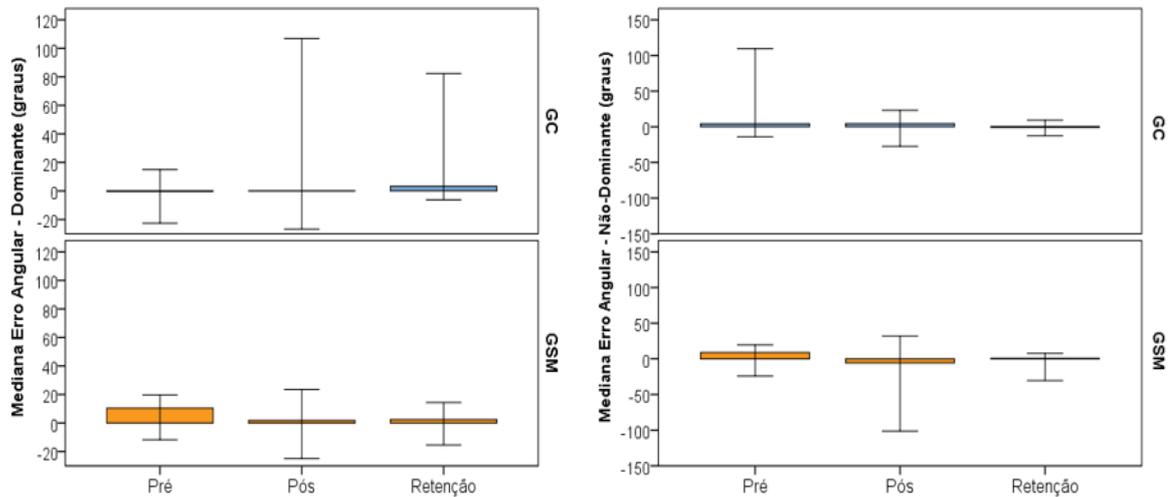


Figura 12: Valores de mediana do erro angular segundo o teste de Friedman nos grupos treino (GSM) e controle (GC) nas avaliações pré, pós e retenção. Barras representam intervalo de confiança a 95%.

### Variáveis motoras

Com relação a marcha, foi observado efeito principal da avaliação na variável comprimento da passada, além de interação significativa entre avaliação e grupo. Ambos os grupos apresentaram melhoras entre a pré e pós avaliação (Avaliação: pré > pós;  $p=0,045$  segundo comparação por método pairwise), e este aumento parece ser mais acentuado no GSM. A velocidade da marcha tende a aumentar em ambos os grupos, porém sem efeito significativo. A cadência, tempo da fase de apoio e balanço, e fase de apoio uni e bi podal, não apresentaram efeito principal do grupo, da avaliação, e nem interações, sem mostrar nenhuma tendência relevante. Os valores médios e intervalos de confiança estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2: Variáveis da marcha.

Variável	Grupo treino sensório-motor					Grupo Controle				ANOVA Efeitos e Interação
	Av.	X	EP	IC	IC	X	EP	IC	IC	
				(95%) LI	(95%) LS			(95%) LI	(95%) LS	
	1	61,1	0,9	58,9	63,2	60,2	0,9	58,1	62,4	<b>G</b> ; $F=3,351$ ;
	2	61,4	1,2	58,8	64,1	59,1	1,2	56,5	61,8	$p=0,089$
Comprimento da passada (% altura)	3	61,0	0,9	59,0	63,0	59,6	0,9	57,6	61,6	<b>A</b> ; $F=4,604$ ; $p=0,05^*$ <b>G x A</b> ; $F=6,522$ ; $p=0,023^*$



Legenda: Av: Avaliação; X: média estimada; EP: erro padrão; IC: intervalo de confiança; LI: limite inferior; LS limite superior; G: grupo; A: avaliação.

Na análise da estabilidade postural, testes multivariados revelaram efeito significativo do grupo para as variáveis velocidade total, área de oscilação, amplitude de deslocamento antero-posterior e amplitude de deslocamento médio lateral, sem efeito significativo da avaliação e de interações grupo x avaliação. Os testes de efeitos entre sujeitos esclareceram o efeito do grupo nas diferentes condições analisadas, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Resultados do MANOVA para variáveis de oscilação do centro de pressão.

Variável	MANOVA - testes multivariados	MANOVA - testes de efeitos entre sujeitos*
Velocidade total	Grupo: $F(4,29)=12,177$ ; $p<0,0001$ Avaliação: $F(8,60)=0,517$ ; $p=0,839$ Grupo x avaliação: $F(8,60)=0,452$ ; $p=0,884$	Grupo PSOA: $F(1)=0,758$ ; $p=0,390$ PSOF: $F(1)=5,845$ ; $p=0,021$ PJOA: $F(1)=2,222$ ; $p=0,146$ ST: $F(1)=10,752$ ; $p=0,003$
Área de oscilação	Grupo: $F(4,31)=2,843$ ; $p=0,041$ Avaliação: $F(8,64)=0,152$ ; $p=0,996$ Grupo x avaliação: $F(8,64)=0,238$ ; $p=0,982$	Grupo PSOA: $F(1)=1,668$ ; $p=0,205$ PSOF: $F(1)=13,585$ ; $p=0,001$ PJOA: $F(1)=7,556$ ; $p=0,009$ ST: $F(1)=5,559$ ; $p=0,024$
Amplitude ml	Grupo: $F(4,32)=3,856$ ; $p=0,011$ Avaliação: $F(8,66)=1,763$ ; $p=0,100$ Grupo x avaliação: $F(8,66)=1,763$ ; $p=0,515$	Grupo PSOA: $F(1)=3,566$ ; $p=0,068$ PSOF: $F(1)=7,740$ ; $p=0,009$ PJOA: $F(1)=6,470$ ; $p=0,016$ ST: $F(1)=8,887$ ; $p=0,005$
Amplitude ap	Grupo: $F(4,34)=2,849$ ; $p=0,039$ Avaliação: $F(8,70)=0,298$ ; $p=0,964$ Grupo x avaliação: $F(8,70)=0,398$ ; $p=0,918$	Grupo PSOA: $F(1)=4,171$ ; $p=0,048$ PSOF: $F(1)=5,811$ ; $p=0,021$ PJOA: $F(1)=9,262$ ; $p=0,004$ ST: $F(1)=5,025$ ; $p=0,031$

Legenda: ap = Antero-posterior; ml=médio-lateral; PJOA: pés juntos-olhos abertos; PSOA: pés juntos-olhos abertos; PSOF: pés separados-olhos fechados; ST: semi-tandem; \*= apenas efeitos considerados significativos nos testes multivariados foram reportados.

O efeito principal do grupo decorreu de maiores valores encontrados no grupo controle em nas avaliações pré, pós, e retenção, conforme mostra a Figura 13.

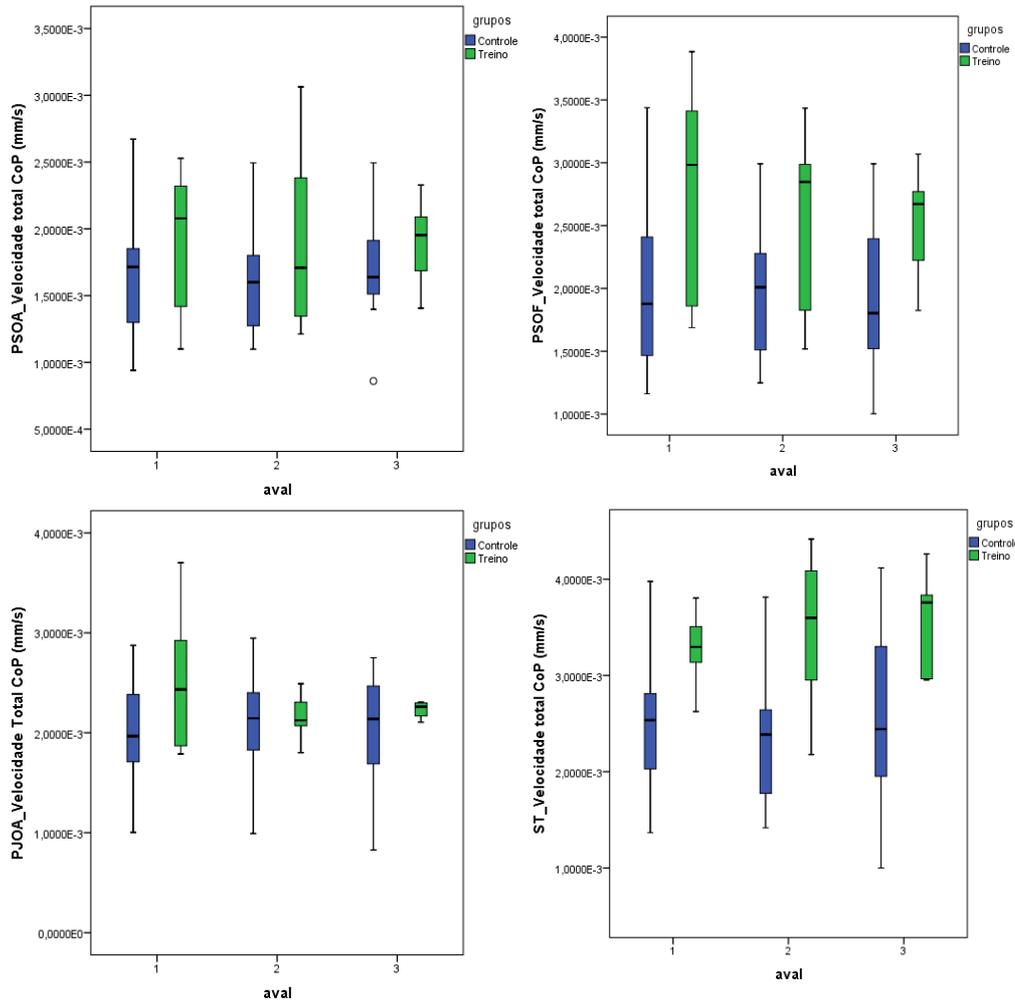


Figura 13: Valores de mediana e desvio-padrão da variável velocidade de deslocamento do centro de pressão. *Legenda:* PJOA: pés juntos-olhos abertos; PSOA: pés juntos-olhos abertos; PSOF: pés separados-olhos fechados; ST: semi-tandem.

Houve efeito principal do grupo (GC<GSM) para a área de oscilação nas posições pés separados olhos fechados ( $F= 0,260$ ;  $p= 0,09$ ), pés juntos olhos abertos ( $F= 0,197$ ;  $p= 0,016$ ), e semi tandem ( $F= 0,278$ ;  $p= 0,005$ ) (Figura 14).

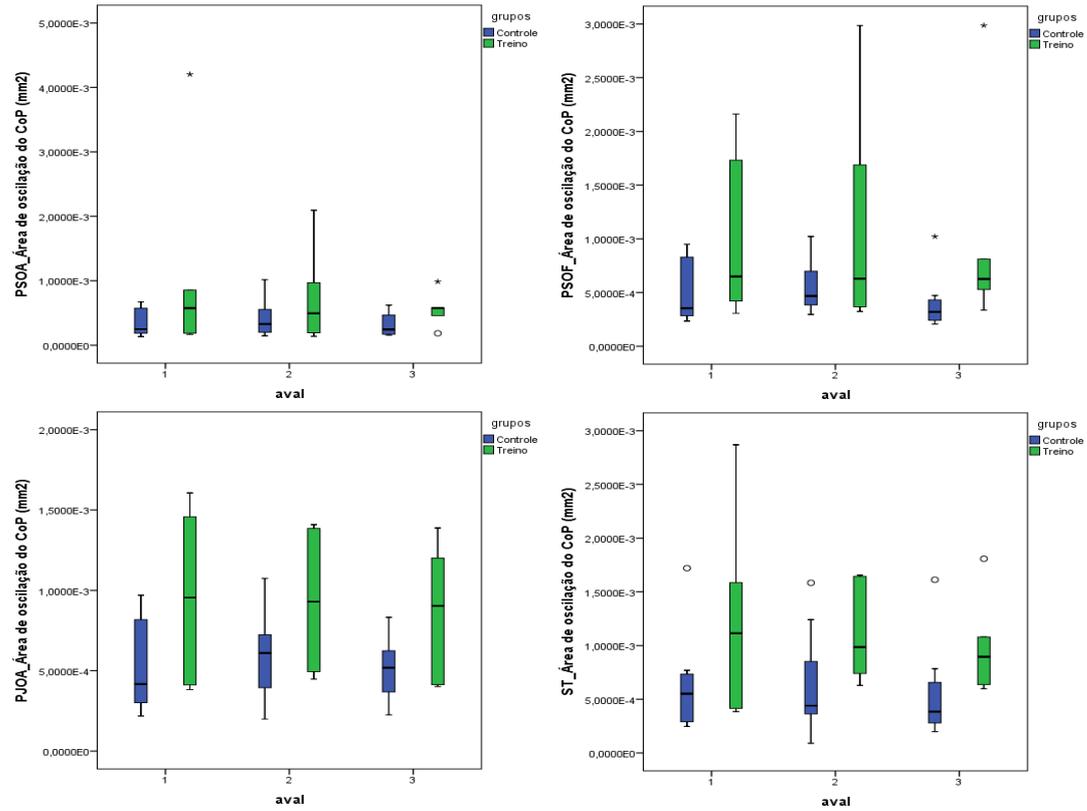


Figura 14: Valores de mediana e desvio-padrão da variável Área de oscilação. *Legenda:* PJOA: pés juntos-olhos abertos; PSOA: pés juntos-olhos abertos; PSOF: pés separados-olhos fechados; ST: semi-tandem.

Também foi observado efeito principal do grupo ( $GC < GSM$ ) (tabela 3) para as variáveis de amplitude de deslocamento antero-posterior nas condições pés separados olhos abertos ( $F = 0,131$ ;  $p = 0,48$ ), pés separados olhos fechados ( $F = 0,149$ ;  $p = 0,21$ ), pés juntos olhos abertos ( $F = 0,136$ ;  $p = 0,04$ ) e semi tandem ( $F = 0,133$ ;  $p = 0,31$ ) (Figura 15).

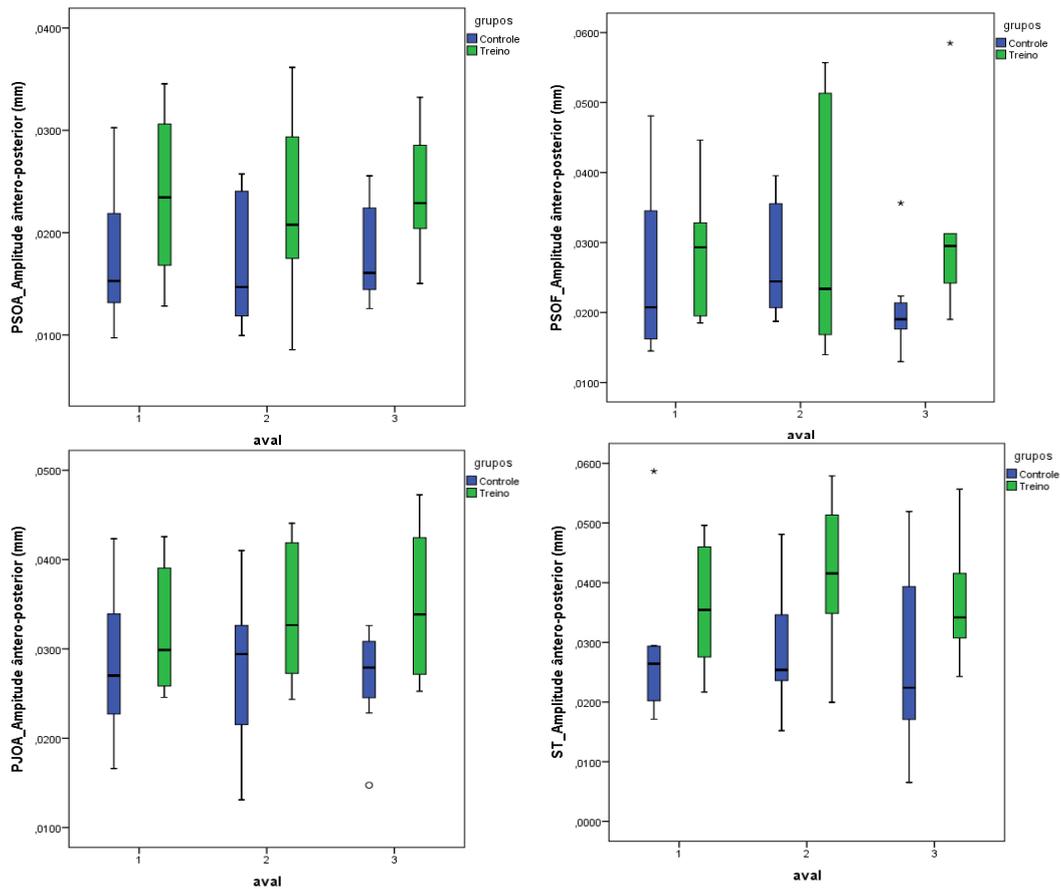


Figura 15: Valores de mediana e desvio-padrão da variável amplitude de deslocamento antero-posterior. *Legenda:* PJOA: pés juntos-olhos abertos; PSOA: pés juntos-olhos abertos; PSOF: pés separados-olhos fechados; ST: semi-tandem.

Foi observado efeito principal do grupo (GC<GSM) (tabela 3) para a variável de amplitude de deslocamento médio-lateral apresentou diferença entre os grupos nas condições pés separados olhos fechados ( $F= 0,011$ ;  $p= 0,001$ ), pés juntos olhos abertos ( $F= 0,006$ ;  $p= 0,009$ ) e semi tandem ( $F= 0,009$ ;  $p= 0,024$ ) (Figura 16) Nenhuma das variáveis de estabilidade postural mostrou efeito principal da avaliação ou interação grupo x avaliação.

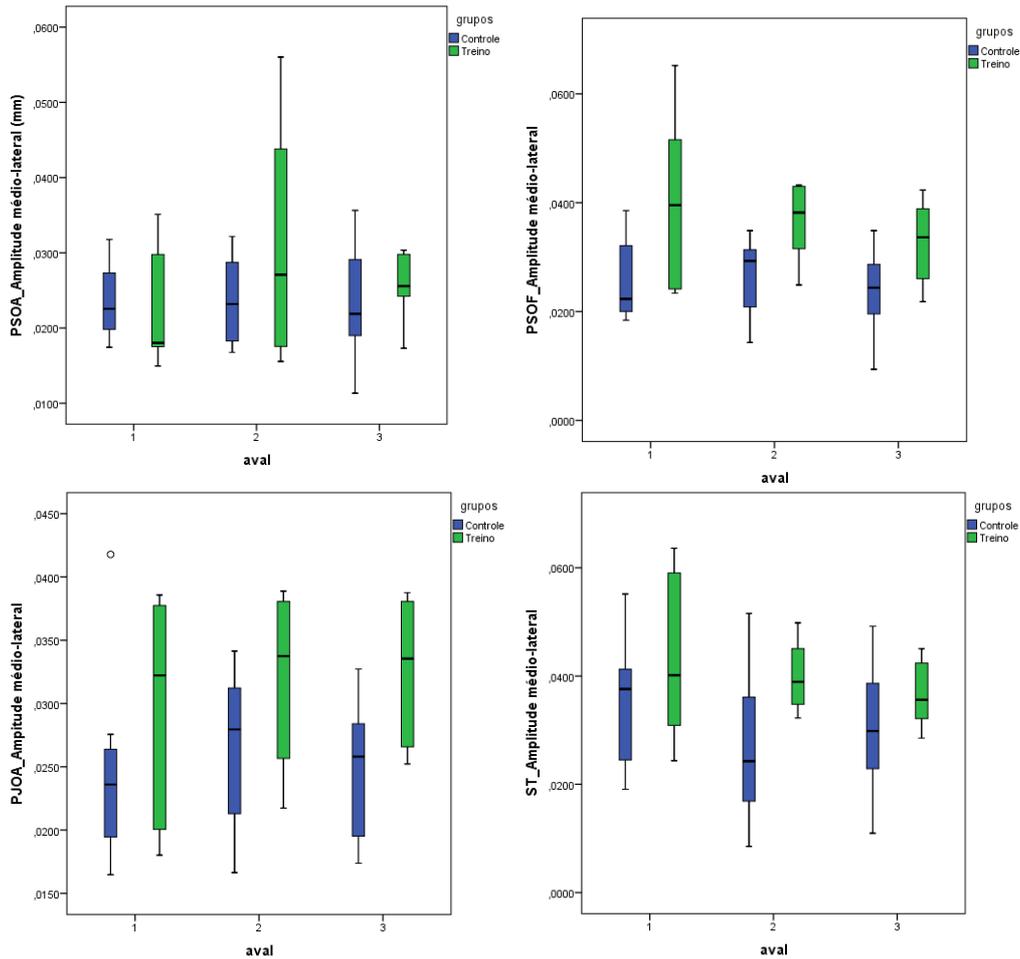


Figura 16: Valores de mediana e desvio-padrão da variável Amplitude de deslocamento médio-lateral. *Legenda:* PJOA: pés juntos-olhos abertos; PSOA: pés juntos-olhos abertos; PSOF: pés separados-olhos fechados; ST: semi-tandem.

### *Correlações entre variáveis sensoriais e motoras*

O teste de Spearman revelou diversas correlações positivas, sendo consideradas fracas as correlações entre os limiares de percepção e registro tátil com as variáveis da marcha, e moderadas a fortes as correlações do limiar de percepção tátil e do erro angular com as variáveis de oscilação do centro de pressão (figura 17).

Variáveis	Teste de Spearman
LPT (Ndom) x PSOA Velocidade Total	R= 0,591; p=0,02**
LPT (Ndom) x PSOF Amplitude ml	R=0,698; p=0,004**
LPT (Ndom) x PSOF Velocidade Total	R=0,823; p<0,0001***
LPT (Ndom) x PJOA Amplitude ml	R= 0,620; p=0,014**
LPT (Ndom) x PJOA Área	R=0,563; p= 0,029**
LPT(Ndom) x PJOA Velocidade total	R=0,825; p<0,0001***
LPT (Ndom) x ST Amplitude Ap	R= 0,520; p=0,047**
Erro angular (Dom)x PSOA Amplitude ap	R=0,536; p=0,04**
Erro angular (Dom)x PSOA Área	R= 0,621; p=0,013**
Erro angular (Dom)x PSOF Amplitude ap	R=0,639; p=0,010**
Erro angular (Dom)x ST Amplitude ml	R= 0,543; p= 0,037**
LPT (Ndom) x Apoio duplo	R= 0,322; p=0,026*
LRT (Ndom) x Cadência	R=0,326; p=0,025*

Figura 17: Resultados dos testes de correlação de Spearman para associações significativas entre variáveis sensoriais e motoras

*Legenda:* LPT= limiar de percepção tátil; PSOA= pés separados olhos abertos; PSOF= pés separados olhos fechados; PJOA= pés unidos olhos abertos; ST= semi-tandem; Dom= Dominante; NDom= Não-dominante; LRT= limiar de registro tátil; ml= médio-lateral; ap= antero-posterior; \*= correlações fracas; \*\*= correlações moderadas; \*\*\*= correlações fortes

## 5. Discussão

Este estudo exploratório objetivou analisar a viabilidade e efeitos de um treino sensório-motor de curto prazo com foco sensorial para os membros inferiores de indivíduos com paralisia cerebral. O estudo foi randomizado, com grupo controle realizando treino com foco motor, sendo avaliados aspectos motores e sensoriais em ambos os grupos.

Cada grupo foi composto de 8 indivíduos, que realizaram ao todo 3 horas de treino durante 3 dias consecutivos, em 1 semana de protocolo. De acordo com os participantes do GSM, o protocolo desenvolvido neste estudo se mostrou viável e com boa aceitabilidade prática. Após a realização do protocolo de treino sensório-motor as variáveis motoras foram as mais afetadas.

### *Viabilidade prática do protocolo*

Os resultados do questionário QFQ desenvolvido para avaliar a viabilidade prática do protocolo sensório-motor mostraram que o treino foi bem aceito e viável em sua execução prática. Critérios como segurança e efeitos adversos, e satisfação e engajamento tiveram respostas satisfatórias de todos os participantes. Alguns participantes, porém, acharam que deveria ter mais tempo para a realização das atividades durante o treino e que as regras de execução durante as atividades poderiam ser mais simples.

Sabe-se que intervenções motivadoras e que exigem atenção durante a sua realização são componentes essenciais para a modulação da neuroplasticidade, sendo as atividades de tarefa específica recompensadoras e engajadoras para os participantes as que mais tem aderência e efeitos positivos durante as sessões de terapia (Kleim et al., 2008). Desta forma, as atividades do protocolo desenvolvido neste estudo levaram em consideração o máximo possível todos estes fatores, o que pode ser observado nas características do treino e resultados reportados pelos participantes. Porém reconhecemos que as atividades tanto táteis do jogo de adivinhação, quanto proprioceptivas do jogo de imitação requerem altos níveis de atenção e concentração, o que pode ter sido desafiador para alguns participantes, sendo então que alguns indivíduos gostariam que tivesse mais tempo de duração cada sessão para que os estímulos e regras fossem processados mais lentamente.

Contudo, observamos que a intervenção em formato de jogos foi realmente um aspecto importante para a aderência dos participantes durante os dias de treino, uma vez que estes sempre queriam melhorar suas pontuações nos dias seguintes e saber da pontuação dos outros participantes do estudo.

### *Treino e aspectos sensoriais*

#### *Discriminação tátil*

Com relação à discriminação tátil, nenhum dos protocolos de treino resultou em diferenças significativas com relação ao componente percepção tátil, avaliado com o Disk-Criminator. Também não foram observadas diferenças significativas após ambos os treinos com relação ao componente de registro tátil avaliado com os Monofilamentos de Semmes-Weinstein, porém para esta variável foi possível observar tendências na distribuição das classificações do registro tátil no GSM. Em ambos os grupos, houve participantes individuais que melhoraram seu limiar, passando a apresentar limiar de registro tátil classificado como

normal.

Os resultados obtidos estão parcialmente de acordo com a literatura. De maneira similar ao presente estudo, Kuo et al. (2016) exploraram os efeitos de um treino bimanual com e sem a adição de 8 horas de estímulos sensoriais nos membros superiores de crianças com PC, e não observaram efeitos nos testes de percepção tátil e discriminação de dois pontos após as intervenções. Em contraste, no estudo de Auld et al. (2016), um treino de terapia do espelho com adição de estímulos táteis com duração de 1h e 30 minutos nos membros superiores de crianças com PC foi suficiente para provocar mudanças na percepção tátil, porém o registro tátil avaliado com os Monofilamentos de Semmes-Weinstein não sofreu alterações. A diferença entre estes estudos pode ser creditada à especificidade dos componentes do treino, uma vez que o treino do estudo de Auld et al. (2016) pode ter sido mais específico, possibilitando a observação de mudanças após curto prazo de treino.

O treino sensório-motor empregado no presente estudo, no entanto, teve maior ênfase nos aspectos sensoriais, aproximando-se do que foi proposto por Auld et al. (2016). No entanto, uma diferença importante foi a ênfase em membros inferiores. As diferentes regiões do corpo apresentam diferentes densidades de receptores e limiares de sensibilidade aos estímulos sensoriais (Kaas et al., 2012). Adicionalmente, os membros inferiores podem receber uma gama menor e menos variada de estímulos sensoriais e motores durante as atividades diárias, o que pode resultar em um padrão menos específico quando trata-se de perceber e interpretar diferentes estímulos sensoriais. Tal diferença pode explicar a ausência de influência do treino sensório motor para o GSM como um todo. Por outro lado, alguns indivíduos de ambos os grupos melhoraram sua percepção tátil, o que sugere que ambos os protocolos podem ter fornecido estímulos sensório-motores o suficiente para modificar estas capacidades.

Desta forma, pode ser que treinos com foco nos membros inferiores como o realizado no GSM podem favorecer inicialmente a interpretação de estímulos táteis mais simples na sola dos pés, como o registro tátil, e posteriormente com uma maior frequência de treino favorecer habilidades que envolvam processamentos mais complexos à nível cortical, como a percepção tátil das características dos estímulos vivenciados. Com base nos resultados, no entanto, não é possível identificar por que isso ocorreu apenas em alguns dos participantes.

### *Propriocepção*

Com relação à propriocepção, os resultados da análise da variável de senso de movimento não foram considerados para análise dos resultados neste estudo devido ao bom desempenho apresentado desde antes do início dos treinos na maioria dos participantes em ambos os grupos. Isso pode ter ocorrido devido a pouca sensibilidade do método de avaliação, uma vez que ao excesso de estímulo tátil da mão do avaliador que movimentava a articulação a ser testada durante o movimento passivo pode ter causado um estímulo proprioceptivo excessivo, ou os resultados podem ser devido ao fato de que a maioria dos participantes serem classificados com nível GMFCS I ou II, podendo então apresentar comprometimento leve neste aspecto. Quanto ao senso de posição estática, não foram observadas diferenças significativas após os treinos em ambos os grupos.

Alterações da propriocepção são frequentemente reportadas em indivíduos com PC. Goble et al. (2009), observaram que indivíduos com PC unilateral apresentaram maiores erros de propriocepção quando comparados com indivíduos típicos, e apresentaram especificamente maiores erros de propriocepção com o membro não dominante, que corresponde ao membro mais afetado pela lesão cerebral. Com relação ao efeito de intervenções, Barati et al. (2020), realizaram um treino sensório-motor com foco sensorial para os membros superiores em indivíduos com PC com duração total de 24 horas, após o qual foram observadas diferenças significativas na propriocepção para o grupo treino sensório-motor, o que não foi observado nos participantes do grupo controle que realizaram treino motor.

No nosso estudo, embora alguns participantes do GSM também tenham mostrado diminuições nas médias de erro com os membros inferiores no lado não dominante, não houve efeito significativo do treino. Uma possível explicação é que no estudo de Barati et al. (2020) foram realizadas sessões de 1 h de duração 3 vezes por semana, porém durante 8 semanas, e no presente estudo fizemos a exploração da aplicabilidade do treino durante 1 semana apenas. Assim, há indicativos de que a propriocepção seja sensível a treinos com foco sensorial tanto nos membros superiores, quanto nos membros inferiores. Acreditamos que com maior número amostral e maior tempo de treino, é possível que se observem diferenças significativas com relação a essa variável sensorial com a realização do treino sensório-motor desenvolvido neste estudo.

Adicionalmente, é relevante mencionar que diferentemente do senso de posição estática, que deve ser avaliado pelo reposicionamento ativo pelo indivíduo da parte do corpo em questão, o senso de movimento é uma variável da propriocepção difícil de ser isolada do estímulo tátil, uma vez que deve ser avaliada durante o movimento passivo. Assim, é possível que métodos de avaliação que não minimizem ao máximo o estímulo tátil oferecido durante o movimento

favoreçam resultados sem diferença entre as avaliações ou com efeitos não correspondentes ao senso de movimento isoladamente.

### *Treino e aspectos motores*

#### *Marcha*

Com relação às variáveis da marcha, foram observadas diferenças estatísticas no comprimento da passada após ambos os protocolos de treino. A interação entre grupo e avaliação parece indicar que o GSM foi particularmente afetado com relação a esta variável. A velocidade da marcha, embora de forma não significativa, tendeu a aumentar também após os dois protocolos de treino, sendo que as variáveis de duração da fase de apoio e balanço, apoio uni e bi podal e cadência não se modificaram em nenhum dos grupos.

Na revisão Corsi e colaboradores (2019) foram observados efeitos de intervenções nos aspectos espaço-temporais da marcha de indivíduos com PC, tendo evidência moderada para intervenções de treino de marcha no aumento do comprimento da passada. Sabe-se que ação motora da marcha por si só já ocasiona através da descarga de peso nos membros inferiores, um maior input sensorial, sendo o treino específico de marcha capaz de induzir mudanças na execução deste ato motor, o que pode explicar os resultados observados no grupo controle.

Contudo, treinos de marcha com a adição de estímulos sensoriais tem efeitos pouco claros. Frisk et al. (2017) realizaram um treino de marcha em esteira com perturbação no feedback sensorial nos flexores plantares em indivíduos com PC, com carga total de 7,5 horas durante 3 semanas, após o qual não foram observadas diferenças na fase de apoio e balanço em relação a duração do ciclo da marcha, porém, vale ressaltar que durante as avaliações os participantes estavam apoiando os membros superiores e realizando descarga de peso na barra de segurança da esteira. No estudo de Silva et al. (2017), foi realizado um treino de marcha em esteira para indivíduos hemiparéticos devido à acidente vascular cerebral, com e sem a adição de peso extra no membro inferior mais comprometido, com carga total de 4,5h, após o qual houve diminuição na velocidade da marcha, e tendência de melhoras no comprimento da passada para ambos os grupos.

Em 2019, Kaiser e colaboradores aplicaram um treino proprioceptivo para os membros inferiores, com menos de 4 horas de duração total, utilizando exoesqueleto em indivíduos com lesão medular incompleta, e observaram melhoras na atividade de posicionar os pés na posição alvo durante a marcha após o protocolo. No nosso estudo, o protocolo de treino sensório-motor tinha como foco principal os componentes sensoriais, sendo que tanto na atividade tátil quanto na atividade proprioceptiva, a propriocepção e percepção dos estímulos eram sempre

estimuladas através da manipulação da presença ou não da visão durante as atividades, com a realização de movimentos ativos e com descarga de peso nos membros inferiores, além de demandarem um alto nível de atenção e envolvimento, uma vez que é aplicado no formato de jogos. Em conjunto, os resultados do nosso estudo, assim como os dos estudos de Silva et al. (2017) e Qaiser et al. (2019), mostraram que o estímulo proprioceptivo e a descarga total de peso durante o treino se mostram importantes componentes que podem modificar aspectos da marcha.

Sabe-se que os ajustes realizados com os membros inferiores durante a marcha são fortemente influenciados pelo feedback sensorial percebido durante a execução deste ato motor, sendo a capacidade de propriocepção do membro um componente essencial (Dietz, 2001; Dietz, 2002). Devido às suas deficiências primárias, indivíduos com PC recebem menos informações sensoriais nos músculos flexores plantares durante o início da fase de balanço em comparação com indivíduos com desenvolvimento típico, o que pode causar dificuldades para que as informações sensoriais dos membros inferiores sejam percebidas pelos neurônios motores medulares durante a marcha, ocasionando maior dependência dos comandos motores eferentes para a ativação muscular, comando o qual também está comprometido devido à lesão cerebral nesta população (Frisk et al., 2017). Assim, protocolos de intervenção que favoreçam a interpretação dos estímulos sensoriais recebidos, como os realizados e citados aqui, podem ser uma estratégia relevante.

### *Estabilidade postural*

Com relação à estabilidade postural, foi observado efeito significativo entre os grupos em todas as quatro posições de teste, sendo estas, pés alinhados com o quadril-olhos abertos e com olhos fechados, pés unidos-olhos abertos, e semi tandem-olhos abertos. Os participantes do GSM apresentaram maiores valores em todas as variáveis antes e depois da aplicação do protocolo de treino. Este resultado pode ser explicado pelas diferentes características entre alguns participantes dos dois grupos. Alguns participantes do GC tinham comprometimento motor mais severo, o que pode ter dificultado a realização dos testes estáticos de estabilidade postural, uma vez que é possível observar que estes participantes apresentaram desde antes do início do treino menores desvios posturais em todas as variáveis analisadas.

Indivíduos com PC apresentam frequentemente durante a manutenção do controle postural um aumento da espasticidade reflexa, excesso de co-ativação dos músculos antagonistas e aumento da rigidez articular (Burtner et al., 1998). Isso pode explicar porque os indivíduos do GC tiveram menores oscilações, uma vez que podem ter usado destas estratégias para se manter em pé, não mostrando tantos desvios. Com relação ao GSM, pode ser que devido

ao fato de alguns participantes do GSM serem mais ativos, estes também tiveram dificuldades em se manter imóveis durante as posições de teste, e podem também talvez ter sido influenciados por fatores com falta de atenção e concentração durante as avaliações. Desta forma, a heterogeneidade dos grupos pode ter influenciado os resultados.

A contribuição do feedback sensorial para o controle postural tem sido extensivamente descrita na literatura. Peterka et al. (2011) relataram que a manutenção do equilíbrio em uma superfície instável requer maior contribuição do sistema vestibular, enquanto que em uma superfície estável há maior dependência dos inputs somatossensoriais. Damiano et al. (2013) relataram que indivíduos com PC uni e bilateral apresentam maiores desvios posturais na posição em pé mesmo com os olhos abertos quando comparado com indivíduos típicos, o que indica um pobre equilíbrio nesta população. Damiano et al. (2013) também relata a observação de maiores desvios do centro de massa e centro de pressão nas direções médio-lateral e antero-posterior com olhos abertos e fechados, sendo os indivíduos com PC unilateral apresentando maior velocidade e direções de desvios que indivíduos com PC bilateral, e adiciona ainda que indivíduos típicos e com PC apresentam diminuição na performance da estabilidade postural quando não há a presença da visão.

Saxena et al. (2016) observaram que em crianças com PC bilateral um treino de equilíbrio com feedback visual com duração de 2 horas não teve efeito sobre as variáveis posturais de equilíbrio em pé quando comparado com um treino com alongamentos e atividades motoras. Contudo, sabe-se que o sistema visual pode ajudar a compensar o déficit somatossensorial, porém quando a visão é removida fica mais evidente essa dependência somatossensorial para manter a estabilidade (Damiano et al., 2013). Isso foi observado no nosso estudo, uma vez que durante as condições mais desafiadoras, como sem o auxílio da visão e menores bases de suporte, os participantes apresentam maiores dificuldade em manter a estabilidade postural, mas os treinos realizados não mostraram efeitos nestas variáveis. Desta forma, sugere-se que a frequência da intervenção empregada neste estudo não foi suficiente para modificar o controle postural.

#### *Correlações entre aspectos sensoriais e motores*

Foram observadas diversas correlações entre aspectos sensoriais e motores nos indivíduos avaliados. Relações moderadas a fortes foram observadas especificamente com relação com os aspectos sensoriais de percepção tátil e senso de posição estática com as variáveis de estabilidade postural principalmente nas condições mais desafiadoras, sem o auxílio da visão e com menor base de suporte.

No estudo de Zarkou et al. (2020) foram observadas em indivíduos com PC relações

fortes entre a pressão de toque leve e o teste de marcha de 6 minutos, e entre a discriminação de dois pontos com o equilíbrio e outros aspectos de função motora grossa. O senso de posição do tornozelo foi relacionado com respostas posturais em testes motores. Após um treino de marcha com foco proprioceptivo, Qaiser et al. (2019) também observaram relações entre a propriocepção dos membros inferiores e aspectos da marcha. Achados similares entre propriocepção e equilíbrio também foram descritos por Damiano et al. (2013), estudo no qual foi observado que indivíduos com PC com pior propriocepção tendem a andar mais devagar. As correlações observadas no nosso estudo corroboram com os achados da literatura, reforçando que, assim como comumente observado nos membros superiores, o desempenho motor envolvendo os membros inferiores também são afetados pela condição sensorial dos indivíduos com PC, merecendo atenção especial durante avaliações e tratamentos.

Aproximadamente 1/3 das variações na performance motora dos membros superiores de indivíduos com PC são afetadas por aspectos sensoriais (Auld et al., 2012). Apesar de se terem estudos mostrando a importância dos aspectos sensoriais para as funções motoras, estas ainda continuam em segundo plano (Cooper et al., 1995; Aman et al., 2015), e mais especificamente sem a inclusão de investigações abrangendo os membros inferiores (Clark et al., 2017). Desta forma, é necessário que se olhe para os comprometimentos presentes nos indivíduos com PC de uma forma mais holística e global, abrangendo o máximo de fatores possível para que as terapias sejam eficazes e resultem em melhoras na funcionalidade e participação destes indivíduos.

## **6. Conclusão**

Este estudo exploratório objetivou analisar a viabilidade e efeitos de um treino sensório-motor com foco em aspectos sensoriais direcionados aos membros inferiores de crianças e adolescentes com paralisia cerebral. Uma das hipóteses do estudo o treino seria bem tolerado pelos participantes na prática, e que devido às suas características, os aspectos sensoriais de foco do treino apresentariam melhoras, assim como os aspectos motores de estabilidade postural e marcha. Nossa hipótese foi parcialmente confirmada, sendo o protocolo bem aceito na prática, porém a maior parte das variáveis de interesse não foram modificadas de forma significativa após o treino de curto prazo.

Apesar das limitações presentes no estudo, foram observados resultados que merecem atenção de novas pesquisas com relação à estas inter-relações entre aspectos sensoriais e motores. Adicionalmente, o protocolo aqui apresentado pode servir de base para o aprimoramento e desenvolvimento de intervenções com foco nos membros inferiores para indivíduos com PC, e merece ser testado em futuros estudos com maior carga horária.

## 6. Referências

- About Cerebral Palsy. World Cerebral Palsy day, 2020. Available at: [worldcpday.org](http://worldcpday.org). Accessed on: 20, july, 23/2020.
- Alves-Pinto, A., Ehrlich, S., Cheng, G., Turova, V., Blumenstein, T., & Lampe, R. (2017). Effects of short-term piano training on measures of finger tapping, somatosensory perception and motor-related brain activity in patients with cerebral palsy. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 13, 2705-2718. <https://doi.org/10.2147/NDT.S145104>
- Aman, J. E., Elangovan, N., Yeh, I., & Konczak, J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*. doi:10.3389/fnhum.2014.01075
- Arnould, C., Penta, M., & Thonnard, J. (2007). Hand impairments and their relationship with manual ability in children with cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(9), 708-714. doi:10.2340/16501977-0111
- Arnould, C., Bleyenheuft, Y., & Thonnard, J.-L. (2014). Hand Functioning in Children with Cerebral Palsy. *Frontiers in Neurology*, 5. doi:10.3389/fneur.2014.00048
- Arpin, D. J., Stuber, W., Stergiou, N. & Kurz, M. J. (2013). Motor control of the lower extremity musculature in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 1134-1143
- Ashwal, S., Russman, B. S., Blasco, P.A., et al. (2004). Practice parameter: diagnostic assessment of the child with cerebral palsy: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurology*, 62, 851-63.
- Auld, M. L., Boyd, R. N., Moseley, G. L., & Johnston, L. M. (2011). Tactile Assessment in Children with Cerebral Palsy: A Clinimetric Review. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 31(4), 413-439. doi: 10.3109/01942638.2011.572150
- Auld, M. L., Boyd, R. N., Moseley, G. L., Ware, R. S., & Johnston, L. M. (2012). Impact of Tactile Dysfunction on Upper-Limb Motor Performance in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(4), 696-702. doi:10.1016/j.apmr.2011.10.025
- Auld, M. L., Johnston, L. M., Russo, R. N. & Moseley, G. L. (2016). A Single Session of Mirror-based Tactile and Motor Training Improves Tactile Dysfunction in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Replicated Randomized Controlled Case Series. *Physiotherapy Research*, DOI: 10.1002/pri.1674
- Auld, M. L. & Johnston, L. M. (2017). Perspectives on tactile intervention for children with cerebral

palsy: a framework to guide clinical reasoning and future research. *Disability and Rehabilitation*, doi: 10.1080/09638288.2017.1312571

Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., et al. (2005) Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol.*, 47, 571-576.

Barati, A. A., Rajabi, R., Shahrbanian, S., & Sedighi, M. (2020). Investigation of the effect of sensorimotor exercises on proprioceptive perceptions among children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Hand Therapy*. doi:10.1016/j.jht.2019.12.003

Begnoche, D. M. P. T. & Pitetti, K. H. (2007). Effects of Traditional Treatment and Partial Body Weight Treadmill Training on the Motor Skills of Children With Spastic Cerebral Palsy, A Pilot Study. *Pediatric Physical Therapy*.

Beckler, D. T., Thumser, Z. C., Schofield, J. S., & Marasco, P. D. (2019). Using sensory discrimination in a foraging-style task to evaluate human upper-limb sensorimotor performance. *Scientific Reports*, 9(1). doi:10.1038/s41598-019-42086-0

Bermejo, F., Hüg, M. X., & Di Paolo, E. A. (2020). Rediscovering Richard Held: Activity and Passivity in Perceptual Learning. *Frontiers in Psychology*, 11. doi:10.3389/fpsyg.2020.00844

Bleyenheuft, Y., & Gordon, A. M. (2013). Precision grip control, sensory impairments and their interactions in children with hemiplegic cerebral palsy: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 3014-3028.

Bourgeois, A. B., Mariani, B., Aminian, K., Zambelli, P. Y., Newman, C. J. (2014). Spatio-temporal gait analysis in children with cerebral palsy using, foot-worn inertial sensors. *Gait & Posture*, 39(1), 436-442. Braun, C., Schweizer, R., Elbert, T., Birbaumer, N., & Taub, E. (2000). Differential activation in somatosensory cortex for different discrimination tasks. *Journal of Neuroscience*, 20, 446–450.

Brown, P. A., Harniss, M. K., Schomer, K. G., Feinberg, M., Cullen, N. K., Johnson, K. L. (2012). Conducting systematic evidence reviews: core concepts and lessons learned. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(8 Suppl 2):S177-84.

Bumin, G., & Kavak, S. T. (2008). An investigation of the factors affecting handwriting performance in children with hemiplegic cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 30(18), 1374-1385. doi:10.1080/09638280701673609

Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42: 816–824.

Carey, L. M., Matyas, T. A. & Oke, L. E. (1993). Sensory loss in stroke patients: effective training of tactile and proprioceptive discrimination. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 602-611.

Carey, L. M. & Matyas, T. A. (2005). Training of somatosensory discrimination after stroke: Facilitation of stimulus generalization. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 84, 428-442.

Carey, L., Macdonell, R., & Matyas, T. A. (2011). SENSE: Study of the Effectiveness of

Neurorehabilitation on Sensation: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(4), 304-313.

Cascio, C. J. (2011). Tactile dysfunction in neurodevelopmental disorders. In: M. J. Hertenstein & S.J. Weiss (Eds.), *The handbook of touch: Neuroscience, behavioural, and health perspectives* (pp. 409–434). New York, NY: Springer Publishing Company.

Clark, R., Locke, M., Hill, B., Wells, C., Bialocerkowski, A. (2017). Clinimetric properties of lower limb neurological impairment tests for children and young people with a neurological condition: A systematic review. *Plos one*, 12(7): e0180031.

Clayton, K., Fleming, J. M., Copley, J. (2003). Behavioral responses to tactile stimuli in children with cerebral palsy. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 23(1), 43-62.

Cooper, J., Majnemer, A., Rosenblatt, B., & Birnbaum, R. (1995). The Determination of Sensory Deficits in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Journal of Child Neurology*, 10(4), 300-309. doi:10.1177/088307389501000412

Coq, J. O., Strata, F., Russier, M., Safadi, F. F., Merzenich, M. M., Byl, N. N. (2008). Impact of neonatal asphyxia and hind limb immobilization on musculoskeletal tissues and S1 map organization: Implications for cerebral palsy. *Experimental Neurology*, 210, 95-108.

Corsi, C., Santos, M. M., Moreira, R. F. C., Santos, A. N., De Campos, A. C., Galli, M., & Rocha, N. A. C. F. (2019): Effect of physical therapy interventions on spatiotemporal gait parameters in children with cerebral palsy: a systematic review, *Disability and Rehabilitation*. DOI: 10.1080/09638288.2019.1671500

Cuppone, A., Squeri, V., Semprini, M., & Konczak, J. (2015). Robot-assisted training to improve proprioception does benefit from added vibro-tactile feedback. *37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. doi:10.1109/embc.2015.7318349

Cuppone, A. V., Semprini, M., & Konczak, J. (2018). Consolidation of human somatosensory memory during motor learning. *Behavioural Brain Research*, 347, 184-192. doi:10.1016/j.bbr.2018.03.013

Damiano, D. L., Wingert, J. R., Stanley, C. J., Curatalo, L. (2013). Contribution of hip joint proprioception to static and dynamic balance in cerebral palsy: a case control study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10, 57.

Donker, S. F., Ledebt, A., Roerdink, M., Savelsbergh, G. J. P., & Beek, P. J. (2008). Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Experimental Brain Research*, 184(3), 363-370. doi:10.1007/s00221-007-1105-y

De Campos, A. C., Kukke, S. N., Hallett, M., Alter, K. E., & Damiano, D. L. (2014). Characteristics of Bilateral Hand Function in Individuals With Unilateral Dystonia Due to Perinatal Stroke: Sensory and Motor Aspects. *Journal of Child Neurology*, 29:623-632.

Dietz, V., Baaken, B., & Colombo, G. (2001). Proprioceptive input overrides vestibulo-spinal drive during human locomotion. *Neuroreport*, 12, 2743-2746

Dietz, V. (2002). Proprioception and locomotor disorders. *Nature reviews neuroscience*. doi:10.1038/nrn939

Elbert, T., Flor, H., Birbaumer, N., Knecht, S., Hampson, S., Larbig, W. (1994). Extensive reorganization of the somatosensory cortex in adult humans after nervous system injury. *Neuroreport*, 5, 2593-2597. doi:10.1097/00001756-199412000-00047

Feng, Y., Schlösser, F. J., & Sumpio, B. E. (2009). The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic peripheral neuropathy. *Journal of vascular surgery*, 50(3), 675-682.

Frisk, R. F., Jensen, P., Kirk, H., Bouyer, L. J., Lorentzen, J., & Nielsen, J. B. (2017). Contribution of sensory feedback to plantar flexor muscle activation during push-off in adults with cerebral palsy. *Journal of Neurophysiology*, 118(6), 3165-3174. doi:10.1152/jn.00508.2017

Goble, D. J., Hurvitz, E. A., & Brown, S. H. (2009). Deficits in the ability to use proprioceptive feedback in children with hemiplegic cerebral palsy. *International Journal of Rehabilitation Research*, 32(3), 267- 269. doi:10.1097/mrr.0b013e32832a62d5

Gordon, A. M., Duff, S. V. (1999). Fingertip forces during object manipulation in children with hemiplegic cerebral palsy. I: Anticipatory scaling. *Dev Med Child Neurol*, 41, 166-75.

Gupta, D., Barachant, A., Gordon, A. M., et al. (2017). Effect of sensory and motor connectivity on hand function in pediatric hemiplegia. *Ann Neurol*. 82, 766-780.

Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Kunz, R., Vist, G. E., Falck-Ytter, Y., & Schünemann, H. J. (2008). What is “quality of evidence” and why is it important to clinicians? *BMJ*, 336(7651), 995-998. doi:10.1136/bmj.39490.551019.be

Harbourne, R., Stankus, J., Cochran, N. J., Chang, H. (2016). Home-based video application to quantify infant postural control and movement: Angles-Video Goniometer©. *START-Play Consortium. Rangos School of Health Sciences, Duquesne University; Collaborative Laboratories.*

Hallingberg, B., Turley, R., Segrott, J., Wight, D., Craig, P., Moore, L., Murphy, S., Robling, M., Simpson, S. A., Moore, G. (2018). Pilot and Feasibility Studies, 4, 104. <https://doi.org/10.1186/s40814-018-0290-8>

Hoon, A. H. Jr., Reinhardt, E. M., Kelley, R. I., et al. (1997). Brain magnetic resonance imaging in suspected extrapyramidal cerebral palsy: observations in distinguishing genetic-metabolic from acquired causes. *J Pediatr*, 131, 240-245.

Hoon, A. H. Jr., Stashinko, E. E., Nagae, L. M., et al. (2009). Sensory and motor deficits in children with cerebral palsy born preterm correlate with diffusion tensor imaging abnormalities in thalamocortical pathways. *Dev Med Child Neurol*. 51, 697-704.

Hyung, E., Lee, H. & Kwon, Y. (2016). Influence of load and carrying method on gait, specifically pelvic movement. *Journal of Physical Therapy Science*, 28, 2059-2062.

Jacobsson, B., Hagberg, G. (2004). Antenatal risk factors for cerebral palsy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 18, 425-436.

Johansson, R. S. & Flanagan, J. R. (2010). Tactile Sensory Control of Object Manipulation in Humans. *Senses A Compr. Ref.*, 6, 67-86.

Kaas, J. H.. *The Human Nervous System: Chapter 30 Somatosensory System*. Third Edition. Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, USA, 2012.

Kinnucan, E., Van Heest, A., & Tomhave, W. (2010). Correlation of Motor Function and Stereognosis Impairment in Upper Limb Cerebral Palsy. *The Journal of Hand Surgery*, 35(8), 1317-1322. doi:10.1016/j.jhsa.2010.04.019

Kleim, J. A., Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech, Language, Hearing Res: JSLHR*, 51(1):S225–39.

Klingels, K., Demeyere, I., Jaspers, E., De Cock, P., Molenaers, G., Boyd, R., & Feys, H. (2012). Upperlimb impairments and their impact on activity measures in children with unilateral cerebral palsy. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), 475-484. doi:10.1016/j.ejpn.2011.12.008

Krumlinde-Sundholm, L., & Eliasson, A.-C. (2002). Comparing tests of tactile sensibility: aspects relevant to testing children with spastic hemiplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(9), 604-612. doi:10.1111/j.1469-8749.2002.tb00845.x

Kumar, N., Manning, T. F., Ostry, D. J. (2019) Somatosensory cortex participates in the consolidation of human motor memory. *PLoS Biol*, 17(10): e3000469.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000469>

Kuo, H. -C., Gordon, A. M., Henrionnet, A., Hautfenne, S., Friel, K. M., & Bleyenheuft, Y. (2016). The effects of intensive bimanual training with and without tactile training on tactile function in children with unilateral spastic cerebral palsy: A pilot study. *Research in Developmental Disabilities*, 49-50, 129-139. doi:10.1016/j.ridd.2015.11.024

Kurz, M. J. & Wilson, T. W. (2011). Neuromagnetic activity in the somatosensory cortices of children with cerebral palsy. *Neuroscience Letters*, 490, 1-5.

Kurz, M. J., Heinrichs-Graham, E., Arpin, D. J., Becker, K. M., Wilson, T. W. (2013) Aberrant synchrony in the somatosensory cortices predicts motor performance errors in children with cerebral palsy. *Journal of Neurophysiology*, 111, 573-579. doi:10.1152/jn.00553.2013

Maitre, N. L., Barnett, Z. P., and Key, A. P. F. (2012). Novel assessment of cortical response to somatosensory stimuli in children with hemiparetic cerebral palsy. *J. Child Neurol*. 27, 1276–1283. doi: 10.1177/0883073811435682

Martin, L., Baker, R., Harvey, A. (2010). A Systematic Review of Common Physiotherapy Interventions in School-Aged Children with Cerebral Palsy. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, Vol. 30(4). doi: 10.3109/01942638.2010.500581

Maugiere, F., Desmedt, J., Courjon, J. 1983.: Astereognosis and dissociated loss of frontal or parietal components of somatosensory evoked potentials in hemispheric lesions. *Brain*, 106, 271-311.

McLaughlin, J. F., Felix, S. D., Nowbar, S., Ferrel, A., Bjornson, K., Hays, R. M. (2005). Lower extremity sensory function in children with cerebral palsy. *Pediatric Rehabilitation*, 8(1), 45-52.

McLean, B., Taylor, S., Blair, E., Valentine, J., Carey, L., & Elliott, C. (2017). Somatosensory discrimination intervention improves body position sense and motor performance in children with hemiplegic cerebral palsy. *American Journal of Occupational Therapy*,  
<https://doi.org/10.5014/ajot.2016.024968>

Moberg, E. (1991). The unsolved problem - How to test the functional value of hand sensibility. *Journal of Hand Therapy*, 4, 105-110.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., ... & Clark, J. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement (Chinese edition). *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 7(9), 889-896.

Montgomery, P. C. & Connolly, B. H. (2003). Clinical applications for motor control. *Slack Incorporated.*, 978-1-55642-545-5, 207-245.

Nasir, S. M., Darainy, M., & Ostry, D. J. (2013). Sensorimotor adaptation changes the neural coding of somatosensory stimuli. *Journal of Neurophysiology*, 109(8), 2077–2085. doi:10.1152/jn.00719.2012

Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., et al. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. p. 885–910.

Novak, I., Morgan, C., Fahey, M., Finch-Edmondson, M., Galea, C., Hines, A., Badawi, N. (2020). State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 20(2). doi:10.1007/s11910-020-1022-z

Orsmond, G. I., & Cohn, E. S. (2015). The distinctive features of a feasibility study: Objectives and guiding questions. *OTJR: occupation, participation and health*, 35(3), 169-177.

Ostry, D. J., Darainy, M., Mattar, A. A. G., Wong, J., & Gribble, P. L. (2010). Somatosensory Plasticity and Motor Learning. *Journal of Neuroscience*, 30(15), 5384-5393. doi:10.1523/jneurosci.4571-09.2010

Palisano, R., Rosenbaum, P., Bartlett, D., & Livingston, M. (2007). GMFCS-E&R Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised. *CanChild Centre for Childhood Disability Research*, McMaster University.

Parham, D. L., & Mailloux, Z. (2001). Sensory integration. In: J. Case-Smith & J. C. O'Brien (Eds.), *Occupational therapy for children* (4th ed., pp. 329–381). St Louis, MO: Mosby.

Paralisia Cerebral. Associação Brasileira de Paralisia Cerebral, 2020. Available at [paralisiacerebral.org.br](http://paralisiacerebral.org.br). Accessed on: July, 23/2020.

Page, S. J., & Persch, A. C. (2013). Recruitment, retention, and blinding in clinical trials. *American Journal of Occupational Therapy*, 67, 154-161. <http://dx.doi.org/10.5014/ajot.2013.006197>

Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097-1118. doi:10.1152/jn.2002.88.3.1097

Pavão, S. L., Silva, F. P. S., Savelsbergh, G. J. P. & Cicuto, N. A. F. R. (2014). Use of Sensory Information During Postural Control in Children With Cerebral Palsy: Systematic Review. *Journal of Motor Behavior*. doi: 10.1080/00222895.2014.981498

Qaiser, T., Eginyan, G., Chan, F., & Lam, T. (2019). The sensorimotor effects of a lower limb proprioception training intervention in individuals with a spinal cord injury. *Journal of Neurophysiology*.doi:10.1152/jn.00842.2018

Robert, M. T., Guberek, R., Sveistrup, H., & Levin, M. F. (2013). Motor learning in children with

hemiplegic cerebral palsy and the role of sensation in short-term motor training of goal-directed reaching. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(12), 1121-1128. doi:10.1111/dmcn.12219

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., & Bax, M. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. (2007). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 8-14. doi:10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x

Saether, R., Helbostad, J. L., Riphagen II, Vik T. (2013). Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*, 55, 988-999.

Saxena, S., Rao, B. K., & Senthil, K. D. (2016): Shortterm balance training with computer-based feedback in children with cerebral palsy: A feasibility and pilot randomized trial. *Developmental Neurorehabilitation*. doi: 10.3109/17518423.2015.1116635

Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. Normal Postural Control. In: *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*, 4th edn. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2012: 161-194.

Siddaway, A. P., Wood, A. M., Hedges, L. V. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70:1, 747-770

Silva, E. M. G. S., Ribeiro, T. S., da Silva, T. C. C., Costa, M. F. P., Cavalcanti, F. A. C., & Lindquist, A. R. R. (2017): Effects of constraint-induced movement therapy for lower limbs on measurements of functional mobility and postural balance in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*. doi: 10.1080/10749357.2017.1366011

Taub, E. (1980). Somatosensory deafferentiation research with monkeys: implications for rehabilitation medicine. *Behavioral psychology in rehabilitation Medicine*, 371-401.

Taub, E., Uswatte, G. & Mark, V. W. (2014). The functional significance of cortical reorganization and the parallel development of CI therapy. *Frontiers in human neuroscience*. doi: 10.3389/fnhum.2014.00396

Twitchell, T. E. (1966). Sensation and the Motor Deficit in Cerebral Palsy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, &NA, 46, 55-62. doi:10.1097/00003086-196600460-00007

Van Roon, D., Steenbergen, B., & Meulenbroek, R. G. J. (2005). Movement-Accuracy Control in Tetraparetic Cerebral Palsy: Effects of Removing Visual Information of the Moving Limb. *Motor Control*, 9(4), 372-394. doi:10.1123/mcj.9.4.372

Vítečková, S., Horáková, H., Poláková, K., Krupička, R., Růžička, E., & Brožová, H. (2020). Agreement between the GAITRite® System and the Wearable Sensor BTS G-Walk® for measurement of gait parameters in healthy adults and Parkinson's disease patients. *PeerJ*, 8, e8835.

Walmsley, C., Taylor, S., Timothy, P., Valentine, J., Carey, L., Girdler, S. *et al* . (2017). What is the current practice of therapists in the measurement of somatosensation in children with cerebral palsy and other neurological disorders? *Australian Occupational Therapy Journal*, In press.

Wingert, J. R., Burton, H., Sinclair, R. J., Brunstrom, J. E., Damiano, D. L. (2009). Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 447-453.

Whitehead, A. L., Julious, S. A., Cooper, C. L., Campbell, M. J. (2016). Estimating the sample size for a pilot randomised trial to minimise the overall trial sample size for the external pilot and main trial

for a continuous outcome variable. *Statistical Methods in Medical Research*, Vol. 25(3), 1057-1073.

Wooten, S. V., Signorile, J. F., Desai, S. S., Paine, A. K., Mooney, K. (2018). Yoga meditation (YoMed) and its effect on proprioception and balance function in elders who have fallen: A randomized control study. *Complementary Therapies in Medicine*, Vol. 36, 129-136.

World Health Organization (2001). *The International Classification of Functioning, Disability and Health – ICF*. Geneva: WHO.

Yu, Y., Lauer, R. T., Tucker, C. A., Thompson, E. D., & Keshner, E. A. (2018): Visual dependence affects postural sway responses to continuous visual field motion in individuals with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*. doi: 10.1080/17518423.2018.1424265

Zarkou, A., Lee, S. C. K., Prosser, L. A., & Jeka, J. J. (2020). Foot and Ankle Somatosensory Deficits Affect Balance and Motor Function in Children With Cerebral Palsy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. doi:10.3389/fnhum.2020.00045

## 6. Anexos

### Anexo 1- Gross Motor Function Classification System.

	<b>GMFCS – E &amp; R</b> <b>Gross Motor Function Classification System</b> <b>Expanded and Revised</b>	
<p>CanChild Centre for Childhood Disability Research          Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,          1400 Main Street West, Room 408, Hamilton, ON, Canada L8S 1C7          Tel: 905-525-9140 ext. 27850 Fax: 905-522-6095          E-mail: <a href="mailto:canchild@mcmaster.ca">canchild@mcmaster.ca</a> Website: <a href="http://www.canchild.ca">www.canchild.ca</a></p>	<p>Federação das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral          Instituto Científico de Formação e Investigação          Avª Rainha Dª Amélia 21 757 23 02          E-mail: <a href="mailto:direccao@fappc.pt">direccao@fappc.pt</a> Website: <a href="http://www.fappc.pta">www.fappc.pta</a></p>	
<p>GMFCS - E &amp; R © 2007 <i>CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University</i>          Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston</p>		
<p>GMFCS © 1997 <i>CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University</i>          Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi</p>		
<p>Versão Portuguesa – Sistema de Classificação da Função Motora Global (SCFMG)          MG Andrada; D Virella; E Calado; R Gouveia; J Alvarelhão; T Folha</p>		
<b>INTRODUÇÃO E INSTRUÇÕES AOS UTILIZADORES</b>		
<p>O Gross Motor Function Classification System (GMFCS) para a Paralisia Cerebral é baseado no movimento auto-iniciado com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. Na definição do sistema de classificação de cinco níveis, o primeiro critério foi que as distinções entre níveis teriam significado na vida diária. As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de utilização de dispositivos auxiliares de locomoção (andarrilhos, canadianas, bengalas) ou cadeiras de rodas, e em menor extensão, na qualidade do movimento. As distinções entre os Níveis I e II não são tão evidentes como as distinções entre os outros níveis, particularmente nas crianças com menos de dois anos.</p>		
<p>A versão alargada do GMFCS inclui uma faixa etária compreendida entre os 12 e 18 anos e enfatiza os conceitos inerentes à Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). Os utilizadores do GMFCS são encorajados a terem em atenção o impacto que os factores <b>ambientais e pessoais</b> podem ter naquilo em que as crianças e jovens são observados ou que é reportado fazerem. A finalidade do GMFCS é determinar qual o nível que melhor representa as <b>actuais competências e limitações na função motora global</b>. A ênfase é dada ao <b>desempenho</b> habitual em casa, na escola e em espaços da comunidade (ou seja, aquilo que fazem), em vez daquilo que é conhecido serem capazes de fazer no seu melhor (capacidade). Portanto, é importante classificar o desempenho actual na função motora global e não incluir juízos sobre a qualidade do movimento ou prognósticos para melhoria.</p>		
<p>O título atribuído a cada nível corresponde à forma de mobilidade mais característica do desempenho após os seis anos de idade. A descrição das competências e limitações funcionais para cada faixa etária é abrangente e não pretende descrever todos os aspectos da função da criança/jovem. Por exemplo, uma criança com hemiplegia que não consegue gatinhar sobre as mãos e joelhos mas que por outro lado se enquadra na descrição do Nível I (ou seja, põe-se de pé e anda), será classificada no Nível I. A escala é ordinal, e não pretende que as distâncias entre níveis sejam consideradas iguais ou que as crianças e jovens com paralisia cerebral se distribuam igualmente entre os cinco níveis. Um resumo das distinções entre cada par de níveis é fornecido para ajudar a determinar o nível que mais se assemelha à actual função motora global da criança / jovem.</p>		
<p>Reconhece-se que as manifestações da função motora global são dependentes da idade, especialmente durante a infância e os primeiros anos de vida. Para cada nível, são fornecidas descrições separadas para as várias faixas etárias. Para as crianças com menos de dois anos e prematuras, deve ser considerada a idade corrigida. Para as faixas etárias compreendidas entre os 6 e 12 anos e entre os 12 e os 18 anos, as descrições reflectem o potencial impacto dos factores ambientais (por exemplo, distâncias na escola e comunidade) e pessoais (por exemplo, requisitos de energia e preferências sociais) nos métodos de mobilidade.</p>		
<p>Foi feito um esforço para enfatizar as competências e não as limitações. Assim, como princípio geral, a função motora global das crianças ou jovens que são capazes de executar as funções descritas num qualquer nível, serão provavelmente classificadas nesse ou no nível superior; em contrapartida, as crianças ou jovens que não podem executar as funções de um determinado nível funcional, deverão ser classificadas abaixo desse nível.</p>		
<p>© 2007 <i>CanChild</i> pag 1 of 4</p>		

## Definições

**Andarilho com suporte do tronco** – Tecnologia de apoio que suporta a pélvis e o tronco. A criança / jovem é posicionada no andarilho por outra pessoa.

**Dispositivo auxiliar de locomoção** – Bengalas, canadianas e andarilhos anteriores ou posteriores que não suportam o tronco durante a marcha.

**Ajuda física** – Outra pessoa apoia manualmente a criança / jovem a movimentar-se.

**Tecnologia de apoio com motor para a mobilidade** – A criança / jovem controla activamente o joystick ou interruptor eléctrico que permite mobilidade independente. A base de mobilidade pode ser uma cadeira de rodas, scooter ou outro tipo de dispositivo com motor para a mobilidade.

**Auto-propulsionar cadeira de rodas manual** – A criança / jovem utiliza activamente os braços e mãos ou pés para propulsionar as rodas e mover-se.

**Transportada** – Uma pessoa empurra manualmente uma tecnologia de apoio (por exemplo, cadeira de rodas ou carrinho de bebé) para deslocar a criança / jovem de um lugar para outro.

**Anda** – Salvo especificação em contrário indica a ausência de ajuda física de outra pessoa ou a utilização de auxiliar de locomoção. Uma ortótese (ou seja, "aparelho" ou tala) pode ser utilizada.

**Cadeira de rodas** – Refere-se a qualquer tipo de dispositivo com rodas que permita à pessoa mover-se (por exemplo, carrinho de bebé, cadeira de rodas manual ou cadeira de roda eléctrica).

## TÓPICOS PARA CADA NÍVEL

- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>NÍVEL I</b>   | - | Anda sem limitações   |
| <b>NÍVEL II</b>  | - | Anda com limitações   |
| <b>NÍVEL III</b> | - | Anda utilizando um dispositivo auxiliar de locomoção                        |
| <b>NÍVEL IV</b>  | - | Auto-mobilidade com limitações; Pode utilizar tecnologia de apoio com motor |
| <b>NÍVEL V</b>   | - | Transportado numa cadeira de rodas manual                                   |

## DISTINÇÃO ENTRE OS NÍVEIS

**Distinção entre o Nível I e II** - Comparadas com as crianças e jovens de Nível I, as crianças e jovens de Nível II têm limitações em andar longas distâncias e no equilíbrio; podem necessitar de auxiliar de marcha na fase inicial desta aprendizagem; podem necessitar de cadeira de rodas para longas distâncias na rua e na comunidade; necessitam de corrimão para subir e descer escadas; têm dificuldades em correr e saltar.

**Distinção entre o Nível II e III** - As crianças e jovens de Nível II são capazes de andar sem auxiliar de marcha após a idade de 4 anos (embora possam querer usá-lo às vezes). As crianças e jovens de Nível III necessitam de usar andarilho dentro de casa e usam cadeira de rodas na rua e na comunidade.

**Distinção entre o Nível III e IV** - As crianças e jovens de Nível III sentam-se sozinhas ou pelo menos requerem no máximo muito pouco apoio externo para se sentarem; são mais independentes na transferência para a posição de pé; deslocam-se com andarilho. As crianças e jovens de Nível IV funcionam sentados (geralmente com apoio) e a autonomia na mobilidade é limitada. Geralmente são transportadas em cadeira de rodas ou usam cadeira de rodas eléctrica.

**Distinção entre o Nível IV e V** - As crianças e jovens de Nível V têm graves limitações no controle da cabeça e do tronco e requerem múltiplas tecnologias de apoio e assistência física. A autonomia na mobilidade só é conseguida se a criança/ jovem tiver possibilidade de aprender a utilizar cadeira de rodas eléctrica.

## Gross Motor Function Classification System – Expanded and Revised (GMFCS – E & R)

### ANTES DO 2º ANO DE VIDA

**NÍVEL I:** A criança senta-se no chão e sai desta posição. Mantém-se sentada com as mãos livres para manipular os objectos. Gatinha sobre as mãos e joelhos, põe-se de pé e anda agarrada à mobília. Entre os 18 meses e os 2 anos anda sem apoio e sem necessidade de auxiliar de marcha.

**NÍVEL II:** A criança senta-se no chão, mas pode ter necessidade do apoio das mãos para manter o equilíbrio. A criança rasteja sobre o abdómen ou gatinha sobre as mãos e joelhos. Pode pôr-se de pé e dar alguns passos agarrada à mobília.

**NÍVEL III:** A criança mantém-se sentada com apoio lombar. Volta-se e rasteja para a frente sobre o abdómen.

**NÍVEL IV:** A criança tem controle da cabeça, mas necessita de apoio do tronco para se sentar no chão. Volta-se de decúbito ventral para dorsal e pode voltar-se de dorsal para ventral.

**NÍVEL V:** A deficiência física limita o controle voluntário do movimento. A criança é incapaz de manter o controle anti-gravidade da cabeça e do tronco em decúbito ventral e na posição sentada. Necessita de assistência do adulto para se voltar.

### ENTRE OS 2 E OS 4 ANOS

**NÍVEL I:** A criança senta-se no chão com as mãos livres para manipular objectos. Os movimentos de sentar no chão, sair da posição sentada e pôr-se de pé são efectuados sem a ajuda do adulto. O método preferencial de locomoção é a marcha sem necessidade de qualquer ajuda técnica.

**NÍVEL II:** A criança senta-se no chão, mas pode ter dificuldade em equilibrar-se quando utiliza ambas as mãos para manipular objectos. Os movimentos de sentar no chão e sair da posição sentada são efectuados sem a ajuda do adulto. A criança põe-se de pé com apoio numa superfície estável. Gatinha apoiada nas mãos e joelhos com padrão alternado. Anda agarrada à mobília e a sua forma de locomoção preferencial é a marcha com ajuda técnica.

**NÍVEL III:** A criança mantém-se sentada no chão em "posição de w" (flexão e rotação interna das ancas e joelhos) e pode necessitar da ajuda do adulto para se sentar. A forma preferencial de locomoção espontânea da criança é rastejando sobre o abdómen ou gatinhando apoiada nas mãos e joelhos (muitas vezes sem alternância). A criança pode pôr-se de pé com apoio numa superfície estável e deslocar-se de lado agarrada à mobília em curtas distâncias. Pode andar curtas distâncias com auxiliar de marcha só dentro de casa e com apoio do adulto para o guiar e dar a volta.

**NÍVEL IV:** A criança mantém-se sentada no chão, quando aí colocada, mas é incapaz de manter a postura e o equilíbrio sem utilizar as mãos para apoio, precisando frequentemente de equipamento adaptado para se sentar ou ficar de pé. Consegue deslocar-se rebolando, rastejando sobre o abdómen ou gatinhando sobre as mãos e joelhos sem movimentos alternados, curtas distâncias (dentro do quarto).

**NÍVEL V:** A deficiência física limita o controle voluntário dos movimentos e a capacidade de manter a postura da cabeça e do tronco, anti-gravidade. Todas as áreas das funções motoras estão limitadas. As limitações funcionais das posições sentada e de pé não são totalmente compensadas com os equipamentos adaptados e tecnologias de apoio. No nível V a criança não tem qualquer mobilidade independente e necessita de ser transportada. Algumas crianças conseguem autonomia na mobilidade usando cadeira de rodas eléctrica com múltiplas adaptações.

### ENTRE OS 4 E OS 6 ANOS

**NÍVEL I:** A criança senta-se e levanta-se de uma cadeira sem necessidade de se apoiar nas mãos. Levanta-se do chão e da posição sentada numa cadeira para a posição de pé sem necessidade de se apoiar em objectos. Anda dentro e fora de casa e sobe escadas. Capacidade emergente para correr e saltar.

**NÍVEL II:** A criança senta-se numa cadeira com ambas as mãos livres para manipular objectos. Levanta-se do chão ou de uma cadeira para a posição de pé, mas necessita muitas vezes de uma superfície estável para se apoiar ou içar com os membros superiores. Anda em casa e na rua só em superfícies planas e distâncias curtas sem necessidade de auxiliar de marcha. Sobe escadas com apoio do corrimão, mas não consegue correr nem saltar.

**NÍVEL III:** A criança senta-se numa cadeira normal, mas pode necessitar de apoio pélvico ou do tronco para maximizar a função das mãos. Senta-se e levanta-se de uma cadeira com a ajuda de uma superfície estável para se apoiar ou içar com os membros superiores. Anda em superfícies planas com auxiliar de marcha e sobe escadas com ajuda do adulto. É frequentemente transportada para percorrer distâncias longas ou na rua em terreno irregular.

**LEVEL IV:** A criança senta-se numa cadeira, mas necessita de adaptações para estabilizar o tronco e maximizar a função das mãos. Senta-se e levanta-se de uma cadeira com ajuda do adulto ou de uma superfície estável para se apoiar ou para se içar com os membros superiores. Na melhor das hipóteses pode ser capaz de percorrer distâncias curtas com um andarilho e a supervisão de um adulto, mas tem dificuldade em dar as curvas e em manter o equilíbrio em superfícies irregulares. Na comunidade tem de ser transportada. Pode ser autónoma conduzindo cadeira de rodas eléctrica.

**NÍVEL V:** A incapacidade física limita o controle voluntário dos movimentos e a capacidade de manter uma postura antigravidade da cabeça e do tronco. Todas as áreas da função motora estão limitadas. As limitações funcionais das posições sentada e de pé não são totalmente compensadas com os equipamentos adaptados e as tecnologias de apoio. No nível V, a criança não tem qualquer mobilidade independente e necessita de ser transportada. Algumas crianças conseguem autonomia na mobilidade em cadeira de rodas eléctrica com múltiplas adaptações.

## ENTRE OS 6 E OS 12 ANOS

**NÍVEL I:** A criança anda sem limitações dentro e fora de casa, na escola e na comunidade. Sobe e desce escadas sem necessidade de corrimão. Consegue correr e saltar, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são limitadas. As crianças podem participar em actividades físicas e de desporto dependendo das suas escolhas pessoais e de factores do meio ambiente.

**NÍVEL II:** A criança anda na maior parte dos contextos, mas pode ter dificuldade em percorrer longas distâncias. Tem limitações em superfícies irregulares ou inclinadas e em espaços com muita gente ou confinados ou quando transporta objectos. Sobe e desce escadas com apoio no corrimão ou com assistência física se não houver corrimão. Fora de casa e na comunidade pode necessitar de assistência física ou auxiliar de marcha ou cadeira de rodas para longas distâncias. Na melhor das hipóteses tem uma aptidão mínima para actividades motoras globais tais como correr e saltar. Devido às limitações nas actividades motoras globais, pode necessitar de adaptações para participar nas actividades físicas e de desporto.

**NÍVEL III:** A criança anda com auxiliar de marcha de controle manual dentro de casa na maioria das situações. Quando sentada pode necessitar de um cinto para alinhamento pélvico e controle do equilíbrio. Para passar de sentada ou do chão para a posição de pé, requer assistência física de uma pessoa ou de apoio numa superfície estável. Para longas distâncias necessita de cadeira de rodas. Pode subir e descer escadas, apoiando-se no corrimão com supervisão ou assistência física. Devido às limitações na marcha pode necessitar de adaptações para participação nas actividades físicas e no desporto, incluindo cadeira de rodas manual ou eléctrica.

**NÍVEL IV:** A mobilidade da criança requer, na maioria das situações, assistência física ou cadeira de rodas eléctrica. A criança necessita de adaptações para controle da pélvis e do tronco para se sentar e de assistência física na maioria das transferências. Em casa pode ter mobilidade no chão (rebolar, rastejar ou gatinhar), deslocar-se distâncias curtas com assistência física ou usar cadeira de rodas eléctrica. Se posicionada pode utilizar na escola ou em casa um andariço com suporte do tronco. Na escola, na rua e na comunidade é transportada numa cadeira de rodas manual ou pode usar cadeira de rodas eléctrica. As limitações na mobilidade exigem adaptações para participação nas actividades físicas e no desporto, incluindo assistência física e/ou cadeira de rodas eléctrica.

**NÍVEL V:** A criança é transportada em cadeira de rodas em todas os contextos. Dificuldade no controle da postura anti-gravidade da cabeça e do tronco e no controle dos movimentos dos membros superiores e inferiores. São usadas tecnologias de apoio para melhoria do alinhamento da cabeça, da postura sentada e de pé e/ou da mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. As transferências requerem a assistência física total de um adulto. Em casa, pode percorrer distâncias curtas no chão ou ser transportada por um adulto. Pode conseguir alguma autonomia na mobilidade usando cadeira de rodas eléctrica, com múltiplas adaptações para sentar e no acesso ao controle. As limitações na mobilidade exigem adaptações para participação na actividade física e no desporto, incluindo assistência física e uso de cadeira de rodas eléctrica.

## ENTRE OS 12 E OS 18 ANOS

**NÍVEL I:** Anda dentro e fora de casa, na escola, nos espaços exteriores e na comunidade. É capaz de subir e descer o passeio sem ajuda física e de subir e descer escadas sem necessidade de utilizar o corrimão. Consegue correr e saltar mas a velocidade, equilíbrio e coordenação são limitadas. Pode participar em actividades físicas e desportivas dependendo das suas escolhas pessoais e de factores ambientais.

**NÍVEL II:** Anda, na maior parte dos contextos. Factores ambientais (como terreno irregular ou inclinado, distâncias longas, restrições de tempo, alterações climáticas, e aceitação dos pares) e preferências pessoais influenciam as escolhas a nível da mobilidade. Na escola ou trabalho, pode andar utilizando um dispositivo auxiliar de locomoção, por motivos de segurança. Nos espaços exteriores e comunidade, pode utilizar cadeira de rodas para longas distâncias. Sobe e desce escadas segurando no corrimão ou com assistência física de uma pessoa, caso não exista corrimão. As limitações na execução de actividades motoras globais podem implicar a necessidade de adaptações para permitir a participação em actividades físicas e desportivas.

**NÍVEL III:** É capaz de andar utilizando um dispositivo auxiliar de marcha. Comparado com indivíduos de outros níveis, demonstra uma maior variabilidade de métodos de mobilidade, dependendo da capacidade física e de factores ambientais e pessoais. Na posição de sentado, pode ser necessário utilizar um cinto para alinhamento pélvico e controlo do equilíbrio. As transferências do chão ou de sentado para a posição de pé, requerem assistência física de uma pessoa ou apoio numa superfície estável. Na escola, pode auto-propulsionar uma cadeira de rodas ou utilizar tecnologias de apoio com motor para a mobilidade pessoal. Nos espaços exteriores e na comunidade é transportado numa cadeira de rodas manual ou utiliza tecnologias de apoio com motor para a mobilidade pessoal. Pode subir e descer escadas, usando o corrimão com supervisão ou com ajuda física de uma pessoa. As limitações na marcha podem implicar a necessidade de adaptações para permitir a participação em actividades físicas e desportivas, incluindo a utilização de cadeira de rodas manual ou tecnologias de apoio com motor para a mobilidade.

**NÍVEL IV:** Utiliza cadeira de rodas na maior parte dos contextos. Necessita de assento adaptado para controlo pélvico e de tronco. Nas transferências necessita de ajuda física de uma ou duas pessoas. Pode suportar peso nos membros inferiores para ajudar nas transferências. No espaço interior, pode andar distâncias curtas com ajuda física de uma pessoa, utilizar cadeira de rodas, ou quando posicionado usar andariço com suporte do tronco. É capaz de manobrar tecnologias de apoio com motor para a mobilidade pessoal. Quando estas tecnologias de apoio não estão disponíveis ou não é viável a sua utilização, é transportado numa cadeira de rodas manual. As limitações na mobilidade podem implicar a necessidade de adaptações para permitir a participação em actividades físicas e desportivas, incluindo a ajuda física de uma pessoa ou tecnologias de apoio com motor para a mobilidade.

**NÍVEL V:** É transportado em cadeira de rodas manual em todas os contextos. Está limitado na capacidade de manter posturas anti-gravidade da cabeça e tronco, e no controlo dos movimentos dos membros superiores e dos membros inferiores. São utilizadas tecnologias de apoio para melhorar o alinhamento da cabeça, a posição de sentado, o posicionamento e a mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. Para realizar as transferências é necessária ajuda física de uma ou duas pessoas ou um elevador/grua. Pode ter controlo da cadeira. As limitações na mobilidade implicam a necessidade de adaptações para permitir participar em actividades físicas e desportivas, incluindo a ajuda física de uma pessoa e a utilização de tecnologias de apoio com motor para a mobilidade.

**Anexo 2-** Aprovação Conselho de Ética em Pesquisa.**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeitos de um protocolo de treino sensorial sobre o desempenho sensório-motor em crianças e adolescentes com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório

**Pesquisador:** Ana Carolina de Campos

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 89792518.9.0000.5504

**Instituição Proponente:** Departamento de Fisioterapia

**Patrocinador Principal:** CNPQ

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.953.894

**Anexo 3.** Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS



CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**TERMO DE ASSENTIMENTO**

**(Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde)**

Você está sendo convidado (a) para participar do projeto de pesquisa **“Efeitos de um protocolo de treino sensorial sobre o desempenho sensório-motor em crianças e adolescentes com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório”**, seu pai/responsável já autorizou sua participação, então a gente quer saber se você também concorda em participar.

Você não precisa participar dessa pesquisa se não quiser, é um direito seu. Não terá nenhum problema se você não aceitar ou desistir de continuar participando depois de ter começado.

A gente está fazendo esta pesquisa para entender se o treino de sensação e movimentação das pernas que a gente inventou pode ajudar a melhorar o jeito de sentir as coisas nos pés e o jeito de andar das crianças com paralisia cerebral. Se você concordar em participar desta pesquisa, você e as outras crianças que vão participar vão ajudar a gente a descobrir novas coisas para fazer durante a fisioterapia, o que pode ajudar todas as crianças com paralisia cerebral.

Para a gente entender melhor se o treino que a gente inventou funciona mesmo temos que comparar com as atividades da terapia que você já faz. Por isto, vamos fazer um sorteio com todos as crianças que vão participar, e algumas vão ser sorteadas para realizar o treino que a gente inventou (treino de sensação) e algumas vão ser sorteadas para continuar fazendo atividades igual já faz na fisioterapia.

Se você concordar em participar, o que vai acontecer é:

Você vai vir no mesmo lugar onde você já faz fisioterapia por três dias seguidos, e em cada dia o tempo total de participação será de uma hora, o mesmo tempo que você já fica fazendo fisioterapia. Vamos fazer alguns testes e o treino do grupo que você foi sorteado.

Nos testes vamos testar a sensação da sola dos pés, com dois aparelhos diferentes, e você vai nos contar o que está sentindo durante a aplicação de cada aparelho. Depois, você vai fazer uma caminhada curta em linha reta, e neste momento você vai usar um de cinto com um aparelho dentro para medir como você está andando, e por último vamos fazer um teste de equilíbrio com algumas atividades. Vamos fazer estas avaliações no primeiro e no último dia da participação na pesquisa.

Nos treinos se você foi sorteado para o grupo do treino que a gente inventou (treino de sensação), você vai fazer tarefas de percepção das pernas, por exemplo, vamos movimentar sua perna para um lado e sem ver para onde a perna está sendo movimentada você vai ter que adivinhar ou imitar com a outra perna. Vai fazer também tarefas de sentir diferentes texturas com a sola dos pé, por exemplo, ter que adivinhar se era áspera ou lisa a textura que foi sentida na sola do seu pé sem olhar, e depois poderá olhar e ver se acertou.

Se você for sorteado para o grupo de atividades igual as atividades que já faz na fisioterapia, o que você vai fazer é receber alongamentos nas pernas e depois irá andar na esteira por alguns minutos.

Se quando a gente terminar a pesquisa a gente descobrir que o treino que a gente inventou foi bom e você foi sorteado para o grupo que não fez o treino que a gente inventou a gente vai te chamar para fazer este treino de sensação também.

Tudo isso que você vai fazer é seguro, não vai causar nenhum tipo de dor em você, mas você pode se sentir cansado ou irritado durante a realização dos testes ou treino pode nos avisar, que podemos parar para descansar, e depois a gente continua se você quiser.

Vamos filmar e tirar fotos de você durante a pesquisa para mostrar os testes e treinos que você fez em encontros de pesquisadores, revistas, ou algum outro lugar para as pessoas ficarem sabendo qual foi o resultado das atividades que a gente fez, mas ninguém que estará nesses lugares vai saber que você participou porque não vamos contar seu nome e nem mostrar seu rosto, já explicamos isto aos seus pais, e eles já concordaram com isto.

Você e seu pai/responsável não vão precisar pagar nada para participar da pesquisa, é tudo de graça. Se acontecer algum tipo de problema com a sua saúde ou dos seus pais/acompanhantes por causa das atividades que vamos fazer na pesquisa a gente vai ajudar vocês no que precisar.

Sempre que você quiser saber alguma coisa ou tiver dúvidas você pode nos perguntar/ligar, nossos telefones estão no fim deste documento, que é direito seu receber uma via igual a esta, para guardar com você se concordar em participar da pesquisa.

Responsáveis pela pesquisa:

---

Camila Araujo Santos Santana  
Mestranda em fisioterapia  
Universidade Federal de São Carlos  
E-mail: [camilaaraujo.s@hotmail.com](mailto:camilaaraujo.s@hotmail.com)  
Tel.: (16) 99633-9944

---

Ana Carolina de Campos  
Professora e Orientadora do projeto  
Universidade Federal de São Carlos  
E-mail: [campos.anacarol@gmail.com](mailto:campos.anacarol@gmail.com)  
Tel: (16) 98110-1055

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa **e concordo em participar**. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br)

---

Assinatura da criança

São Carlos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**Anexo 4.** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**  
**(Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde)**

Seu (sua) filho (a) ou menor sobre sua responsabilidade legal está sendo convidado (a) para participar da pesquisa chamada **“Efeitos de um protocolo de treino sensorial sobre o desempenho sensório-motor em crianças e adolescentes com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório”**.

Escolhemos ele (a) por ter idade entre 5 e 18 anos, e ter paralisia cerebral em um lado do corpo ou nas pernas. O que a gente quer com esta pesquisa é investigar se o treino sensorial que criamos ajudará a melhorar a sensibilidade dos pés e a forma de caminhar e equilíbrio das crianças com paralisia cerebral. Assim, participação dele (a) nos ajudará a descobrir formas de melhorar as terapias para as crianças com paralisia cerebral.

---

Você não precisa aceitar que a criança participe dessa pesquisa se não quiser, a participação é voluntária, ou seja, é um direito seu querer ou não que a criança participe. Não tem problema nenhum se após a criança ter começado a participar você não queira que ela continue participando, podem parar de participar a qualquer momento.

Para entendermos melhor se o treino que estamos investigando funciona mesmo ou não temos que comparar com as atividades da terapia que seu filho (a) já realiza, então vamos comparar os dois tipos de terapia diferentes. Por isto, vamos fazer um sorteio com todos os participantes, alguns vão ser sorteados para realizar o treino que vai ser investigado na pesquisa e alguns participantes vão ser sorteados para continuar fazendo a terapia com atividades a que ele (a) já faz.

Se você autorizar que ele (a) participe, o que vai acontecer é:

A criança participará deste projeto por três dias consecutivos, e em cada dia o tempo total de participação será de uma hora, o mesmo tempo que ela já fica fazendo fisioterapia. Vocês virão ao local de fisioterapia que já vem, aí vamos fazer algumas avaliações e o treino.

Nas avaliações vamos testar a sensibilidade na sola dos pés, com dois aparelhos diferentes, e a criança deverá nos contar o que está sentindo durante a aplicação de cada teste. Depois, a criança realizará uma caminhada curta em linha reta, e neste momento

estará usando um aparelho que é uma espécie de cinto, este aparelho irá medir como a criança está caminhando, e por último vamos aplicar um teste de equilíbrio com algumas atividades. Vamos fazer estas avaliações no primeiro e no último dia de participação na pesquisa.

Nos treinos, a criança que foi sorteada para o grupo do treino investigado irá fazer tarefas de percepção das pernas, por exemplo, vamos movimentar a perna para um lado e sem ver para onde a perna está sendo movimentada a criança terá que adivinhar ou imitar com a outra perna. Vai fazer também tarefas de sentir diferentes texturas com a sola dos pé, por exemplo, a criança terá que adivinhar se era áspera ou lisa a textura que foi sentida na sola do seu pé sem olhar, e depois poderá olhar e ver se acertou.

Se a criança foi sorteada para o grupo de atividades que ela já faz, ela irá receber alongamentos nas pernas e depois irá andar na esteira.

Existem outras formas de melhorar a forma de caminhar de crianças com paralisia cerebral, porém ainda não existe um treino específico para melhorar a sensação e talvez o caminhar para que os terapeutas possam seguir durante os atendimentos, por isto estamos propondo este estudo. Esperamos no final, que o treino de sensibilidade criado por nós melhore a capacidade de sentir e perceber os pés e as pernas e ajude a caminhar melhor, comparando com as atividades normais de fisioterapia.

Se os resultados mostrarem que o treino investigado de atividades de sensibilidade foi bom, iremos oferecer este treino a todas as crianças que não receberam porque foram sorteadas para o outro grupo de atividades.

Todos os procedimentos que iremos propor no estudo são seguros, não causando nenhum tipo de dor. Porém, se por algum motivo, ele (a) se sentir irritado ou cansado durante a realização dos testes ou treino tentaremos resolver o incômodo ou interromperemos o procedimento caso necessário. Não oferecemos seguro saúde ou de vida para os participantes da pesquisa. Mas, caso ocorra algum tipo de problema com a saúde da criança ou de algum acompanhante por conta das atividades realizadas no estudos garantimos assistência integral, imediata e gratuita, e se esta assistência não seja suficiente você tem direito de buscar indenização por algum prejuízo causado pela pesquisa.

Se seu filho ou menor sob sua responsabilidade for maior que 11 anos ele também vai receber um documento explicando sobre a pesquisa para ver se ele concorda em participar.

Vamos tirar fotos e filmar as crianças durante a pesquisa, e este material poderá ser publicados em revistas, apresentados em eventos científicos e em outros meios de comunicação para fins educacionais/científicos/informativos, então vamos entregar para você um termo de autorização de uso de imagens explicando tudo isto, mas em todas estas situações nenhuma outra pessoa que não

seja nós, os pesquisadores, saberá a identidade e dados pessoais das crianças participantes da pesquisa

Você não terá custo nenhum ao participar da pesquisa, pois iremos ao local de terapia que a criança já frequenta, e também não precisará pagar nenhuma taxa, pois o projeto é totalmente gratuito. Caso haja alguma despesa você tem direito de ser ressarcido.

Sempre que você quiser saber de algo ou tiver dúvidas sobre alguma coisa você pode nos perguntar/ligar, nossos contatos estão no final deste documento, o qual, como seu direito, você receberá uma via assinada para guardar com você se concordar em participar da pesquisa.

Responsáveis pela pesquisa:

---

Camila Araujo Santos Santana  
Mestranda em fisioterapia  
Universidade Federal de São Carlos  
E-mail: [camilaaraujo.s@hotmail.com](mailto:camilaaraujo.s@hotmail.com)  
Tel.: (16) 99633-9944

---

Ana Carolina de Campos  
Professora e Orientadora do projeto  
Universidade Federal de São Carlos  
E-mail: campos.anacarol@gmail.com  
Tel: (16) 3509-1553

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação da criança sob minha responsabilidade na pesquisa e concordo, assinando este documento, que ele (a) participe.**

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone(16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br)

---

Assinatura do Responsável

São Carlos, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Anexo 5. Termo uso de imagem.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA



TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM

*(Participante)*

Concordo, por livre e espontânea vontade, dizendo para os pesquisadores ou assinando este documento, com a divulgação das minhas imagens/fotos/filmagens feitas durante o projeto de pesquisa "Efeitos de um protocolo de treino sensorial sobre o desempenho sensório-motor em crianças e adolescentes com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório", no qual eu participo em eventos, revistas, trabalhos científicos, entre outros meios de divulgação com fins didáticos ou científicos.

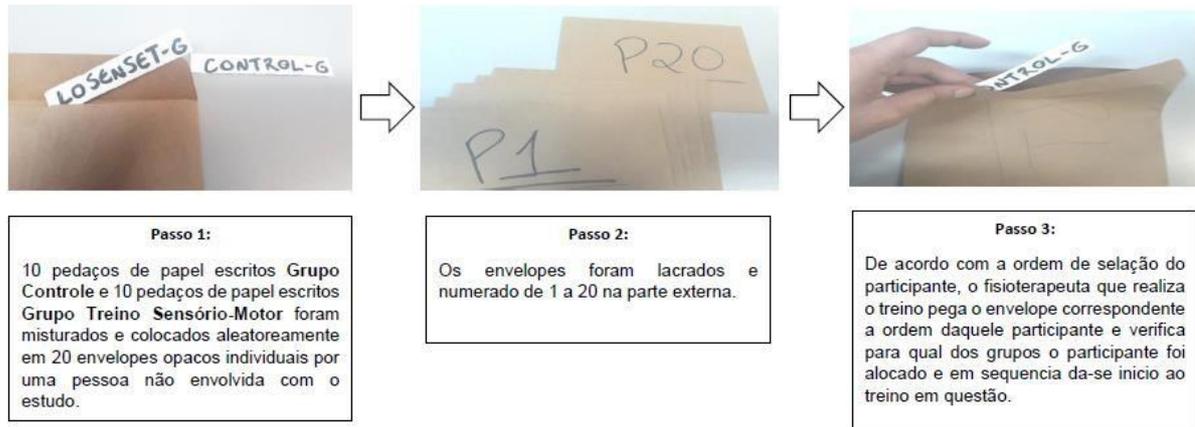
Os pesquisadores me explicaram que durante as divulgações das minhas imagens/fotos/filmagens a minha identidade nunca será revelada, sendo minha privacidade sempre assegurada pelos responsáveis da pesquisa.

São Carlos, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, de 201

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante (se alfabetizado) ou responsável (se não alfabetizado)

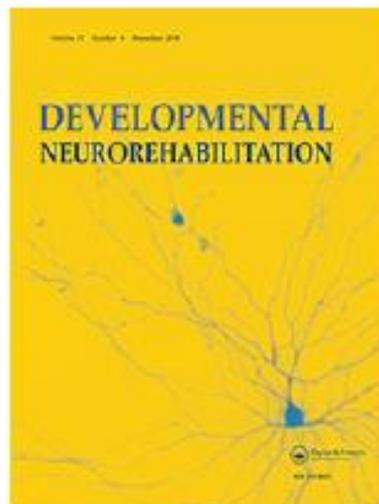
## 7. Apêndices

### Apêndice 1- Randomização



**Apêndice 2-** Artigo Protocolo submetido

Developmental Neurorehabilitation

**Lower limb sensorimotor training (LoSenseT) for children and adolescents with cerebral palsy: a brief report of a feasibility randomized protocol.**

Journal:	<i>Developmental Neurorehabilitation</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Brief Reports
Keywords:	cerebral palsy, lower limbs, sensorimotor, protocol, training

SCHOLARONE<sup>®</sup>  
Manuscripts

### Apêndice 3. Ficha de caracterização do participante

<b><u>Ficha de caracterização do participante</u></b>	
<b>Estudo:</b> Efeitos de um protocolo de treino sensorial sobre o desempenho sensório-motor em crianças e adolescentes com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado de caráter exploratório.	
Data da pré-avaliação:	
<b><u>Nome do participante:</u></b>	
Data de nascimento:	Idade atual:
Topografia da Paralisia Cerebral:	<input type="checkbox"/> Unilateral_à <input type="checkbox"/> Bilateral
Classificação na GMFCS:	
Frequência semanal na fisioterapia:	<input type="checkbox"/> 1 vez <input type="checkbox"/> 2 vezes <input type="checkbox"/> 3 vezes
➤ Usa órtese? Qual tipo?	
➤ Quanto tempo por dia tem contato dos pés com o chão (sem órteses ou calçado/meia)?	
➤ Grupo de treino sorteado:	<input type="checkbox"/> Treino <input type="checkbox"/> Controle
➤ Identificação do participante no grupo:	

## Apêndice 4. Questionário de feedback qualitativo

### QUESTIONÁRIO DE FEEDBACK QUALITATIVO SOBRE A ACEITABILIDADE DOS PROCEDIMENTOS DO TREINO

(BASEADO EM ORSMOND 2010):

Nome do participante:

Data do término do treino:

Avaliador:

➤ 1 - O que você achou das atividades realizadas? <sup>(Satisfação, engajamento e aceitabilidade)</sup>

a-Chatas

b-Nem chatas, nem legais

c-Legais

➤ 2- O que você achou do tempo que ficamos fazendo cada atividade? <sup>(Tempo e carga das atividades)</sup>

a-Achei que demorou muito, queria que fosse mais rápido.

b-Achei Bom.

c-Queria que tivesse mais tempo, foi pouco tempo para realizar cada atividade

➤ 3- Alguma das atividades te causou algum desconforto ou incomodo? <sup>(segurança e efeitos adversos)</sup>

a-Sim, me senti incomodado durante a realização da maioria das atividades (Detalhar).

b-Algumas atividades fizeram com que eu me sentisse incomodado

c-Não, me senti bem realizando a maioria das atividades

➤ 4- O que você achou das regras das atividades? <sup>(entendimento dos procedimentos)</sup>

a-Achei difícil de entender como fazer as atividades

b-Não achei difícil, nem fácil

c-Achei fácil entender como fazer as atividades

➤ 5- Você faria estas atividades durante as sessões de fisioterapia? <sup>(retenção e aderência)</sup>

a-Não, prefiro fazer outras atividades durante as sessões

b-Tanto faz

c-Sim, eu faria estas atividades durante minhas sessões de fisioterapia.

