

**Universidade de Brasília**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS EM SAÚDE**

**MICHELLE RABELO**

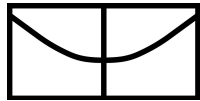
**CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA  
COMPUTADORIZADA PARA OS MOVIMENTOS DO TRONCO EM SOBREVIVENTES  
DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO COM HEMIPARESIA CRÔNICA**

**BRASÍLIA  
2015**

RR114c RABELO, MICHELLE  
CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS DE DINAMOMETRIA  
ISOCINÉTICA COMPUTADORIZADA PARA OS MOVIMENTOS DO  
TRONCO EM SOBREVIVENTES DE ACIDENTE VASCULAR  
ENCEFÁLICO COM HEMIPARESIA CRÔNICA / MICHELLE  
RABELO; orientador EMERSON FACHIN-MARTINS. --  
Brasília, 2015.  
132 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências e  
Tecnologias em Saúde) -- Universidade de Brasília,  
2015.

1. Dinamômetro de força muscular. 2.  
Reprodutibilidade dos testes. 3. Acidente vascular  
encefálico. 4. Hemiparesia. I. FACHIN-MARTINS,  
EMERSON, orient. II. Título.



# Universidade de Brasília

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS EM SAÚDE

MICHELLE RABELO

**CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA  
COMPUTADORIZADA PARA OS MOVIMENTOS DO TRONCO EM SOBREVIVENTES  
DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO COM HEMIPARESIA CRÔNICA**

*Tese apresentada como exigência para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde da Universidade de Brasília.*

**Área de Concentração:**

*Promoção, Prevenção e Intervenção em Saúde*

**Linha de Pesquisa:**

*Saúde, Funcionalidade, Ocupação e Cuidado*

**Temática:**

*Análise do Movimento Humano e Reabilitação Neuromotora*

**Orientador:**

*Prof. Dr. Emerson Fachin Martins*

**BRASÍLIA  
2015**

**CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA  
COMPUTADORIZADA PARA OS MOVIMENTOS DO TRONCO EM SOBREVIVENTES  
DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO COM HEMIPARESIA CRÔNICA**

**MICHELLE RABELO**

**TESE APRESENTADA E AVALIADA EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

**NOTA: \_\_\_\_\_**

---

Prof. Dr. Emerson Fachin-Martins  
**Orientador**

---

Prof. Dr. João Paulo Chierogato Matheus  
**Membro vinculado ao PPGCTS e professor da FCE/UnB**

---

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Carregaro  
**Membro não vinculado ao PPGCTS e professor da FCE/UnB**

---

Prof. Dr. Wagner Rodrigues Martins  
**Membro não vinculado ao PPGCTS e professor da FCE/UnB**

---

Profa. Dra. Christine Azevedo Coste  
**Membro não vinculado ao PPGCTS e professora visitante do LIRMM-INRIA (França)**

---

Prof. Dr. João Luiz Quagliotti Durigan  
**Membro suplente vinculado ao PPGCTS e professor da FCE/UnB**

**BRASÍLIA  
2015**

## DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar esta tese as pessoas mais importantes na minha vida: meus queridos pais Inar e Simeão Rabelo, que são os grandes responsáveis pela minha existência, pelo meu caráter e formação. Aos meus irmãos, Marco e Ricardo, meus grandes exemplos de harmonia e amor. Ao meu amado e querido esposo Halano, sempre paciente e generoso e quem me proporcionou a fantástica experiência de ser mãe de 2 filhos maravilhosos: Luana e Vittor. Te agradeço muito pela força nessa etapa da minha vida.

Ao mesmo tempo, estendo essa dedicatória à família Cunha: Vera, Haroldo, Diana e Lyanna que estão sempre presentes e que me fazem continuamente uma pessoa melhor.

Dedico este trabalho também ao meu amigo, professor e orientador, Emerson Fachin Martins que sempre confiou na minha capacidade e com sua extrema sabedoria e louvada paciência tem a grande competência de transformar alunos em pesquisadores.

## AGRADECIMENTOS

Meu principal agradecimento dedico a Deus, pela minha vida, saúde e paz que encontro para sempre prosseguir.

Novamente aos meus pais, irmãos, amigos e demais familiares que sempre acreditaram e torceram por minha vitória.

Aos meus amigos e companheiros do Programa de Pós – Graduação da UnB - Ceilândia, Franassis Oliveira e Juliana Rocha, sempre dispostos a ajudar a superar as distâncias.

Da mesma forma, agradeço a Ricardo, Ariane, Larissa e família pelos momento maravilhosos em sua casa em Brasília.

Ao professor Emerson Fachin Martins e sua família, Alexandra Daniela, Sarah e Sofia que me receberam sempre de braços abertos.

Ao Centro Universitário Estácio do Ceará, que acreditou neste trabalho e aceitou participar como Instituição parceira. Daqui destaco, minhas amigas Ana Flávia Chaves, Adriana Ponte Carneiro de Matos e Liana Rocha Praça, que sempre colaboraram com minhas solicitações e ausências para cumprir o cronograma desta tese.

À Universidade de Fortaleza, ao NAMI e MedFisio que prontamente abriram suas portas para as entrevistas e seleção dos participantes para este estudo.

Às pessoas que participaram do estudo nos grupos, agradeço imensamente a confiança.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudo.

Aos demais professores e secretaria do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde da UnB, campus Ceilândia, pela oportunidade de convívio nesses 4 anos de crescimento.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	1
1.1. Doenças cerebrovasculares, fraqueza muscular e reabilitação.....	2
1.2. Força muscular e medidas de desempenho muscular.....	4
1.3. Propriedades psicométricas de medidas.....	5
1.3.1. Confiabilidade das medidas de dinamometria isocinética.....	6
2. Objetivo.....	8
2.1. Objetivo geral.....	8
2.2. Objetivos específicos.....	8
3. Metodologia.....	9
3.1. Local de realização dos testes.....	9
3.2. População alvo e amostragem.....	9
3.3. Variáveis isocinéticas e de caracterização da amostra .....	11
3.3.1. Variáveis de caracterização.....	11
3.3.2. Variáveis isocinéticas.....	13
3.4. Procedimentos.....	14
3.4.1. Procedimentos na entrevista.....	14
3.4.2. Procedimentos para coleta das variáveis isocinéticas.....	15
3.4.3. Fluxo de obtenção das medidas repetidas.....	17
3.5. Processamento dos dados e análise estatística.....	19
4. Resultados.....	20
4.1. Caracterização geral da amostra.....	20
4.2. Confiabilidade interexaminador (examinador 1 <i>versus</i> examinador 2)..	21
4.2.1. Pico de torque (Nm) .....	22
4.2.2. Pico de torque normalizado (Nm/Kg) .....	26
4.2.3. Potência muscular (W) .....	30
4.2.4. Trabalho total (J) .....	34
4.3. Confiabilidade interteste (teste <i>versus</i> reteste) .....	38
4.3.1. Pico de torque (Nm) .....	38
4.3.2. Pico de torque normalizado (Nm/Kg) .....	42
4.3.3. Potência muscular (W).....	46
4.3.4. Trabalho total (J) .....	50
4.4. Comparação da confiabilidade das medidas obtidas a partir de diferentes posições ( <i>seated compressed</i> - SC e <i>semi standing</i> - SS).....	54
4.4.1. Pico de torque (Nm) .....	54
4.4.2. Pico de torque normalizado (Nm/Kg) .....	58
4.4.3. Potência muscular (W).....	62
4.4.4. Trabalho total (J) .....	66
4.5. Comparação das variáveis isocinéticas na condição experimental inicial (examinador 1 no teste) .....	70
5. Discussão.....	72
6. Conclusão.....	84
7. Referências.....	85
Anexos.....	92

## RELAÇÃO DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Fotografia indicando o equipamento isocinético utilizado neste estudo (Biodex System 3 – Pro).....	13
<b>Figura 2:</b> Fotografias ilustrando as possibilidades de alavanca <i>dual position</i> para flexão e extensão do tronco. Posição da alavanca em <i>seated compressed</i> – SC.....	16
<b>Figura 3:</b> Esquema ilustrando o fluxo de obtenção das medidas repetidas para se testar a confiabilidade interexaminador, interteste e entre as posições SC e SS das variáveis isocinéticas.....	18
<b>Figura 4:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo controle.....	23
<b>Figura 5:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável pico de torque (em Nm) para o grupo hemiparesia.....	25
<b>Figura 6:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo controle. ....	27
<b>Figura 7:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo hemiparesia. ....	29
<b>Figura 8:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável potência muscular (em W) para o grupo controle.....	31
<b>Figura 9:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável potência muscular (em W) para o grupo hemiparesia..	33
<b>Figura 10:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável trabalho total (em J) para o grupo controle.....	35
<b>Figura 11:</b> Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável trabalho total (em J) para o grupo hemiparesia.....	37
<b>Figura 12:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo controle.....	39
<b>Figura 13:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo hemiparesia.....	41
<b>Figura 14:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo controle..	43
<b>Figura 15:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo hemiparesia. ....	45
<b>Figura 16:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência muscular (em W) para o grupo controle. ....	47
<b>Figura 17:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência muscular (em W) para o grupo controle. ....	49
<b>Figura 18:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho total (em J) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão. ....	51
<b>Figura 19:</b> Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho total (em J) para o grupo controle. ....	53
<b>Figura 20:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo controle.....	55



<b>Figura 21:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo hemiparesia.....	57
<b>Figura 22:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo controle. ....	59
<b>Figura 23:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo hemiparesia. ....	61
<b>Figura 24:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência muscular (em W) para o grupo controle. ....	63
<b>Figura 25:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência muscular (em W) para o grupo hemiparesia. ....	65
<b>Figura 26:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho total (em J) para o grupo controle. ....	67
<b>Figura 27:</b> Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho total (em J) para o grupo hemiparesia. ....	69

## RELAÇÃO DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Caracterização da amostra por grupos de interesse (controle e hemiparesia).....	20
<b>Tabela 2.</b> Variáveis isocinéticas do grupo controle medidas pelo examinador 1 no teste por tipo de movimento (flexão e extensão) e por tipo de posição na cadeira ( <i>Seated Compressed</i> e <i>Semi Standing</i> ).....	70
<b>Tabela 3.</b> Variáveis isocinéticas do grupo hemiparesia medidas pelo examinador 1 no teste por tipo de movimento (flexão e extensão) e por tipo de posição na cadeira ( <i>Seated-Compressed</i> e <i>Semi-Standing</i> ).....	71
<b>Tabela 4.</b> Agrupamento dos valores de ICC presentes nos resultados para análise do padrão geral de confiabilidade.....	75
<b>Tabela 5</b> Agrupamento dos valores de ICC presentes nos resultados para análise do padrão geral de confiabilidade.....	77
<b>Tabela 6:</b> Agrupamento dos valores de ICC presentes nos resultados para análise do padrão geral de confiabilidade.....	80

**RELAÇÃO DE ANEXOS**

<b>Anexo 1:</b> Artigo publicado na <i>Topics in Stroke Rehabilitation</i> - 2015	92
<b>Anexo 2:</b> Parecer Comitê de Ética em pesquisa	116

**RELAÇÃO DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

Acidente vascular encefálico	AVE
Acidente vascular cerebral	AVC
Torque	t
Força	F
Distância	d
Newton-metros	Nm
Pico de torque	PT
Newton-metros por quilograma de peso corporal	Nm/Kg
pico de torque normalizado	PTn
Joule	J
Potência muscular	P
Watts	W
Índice de correlação intraclasse	ICC
<i>Seated compressed</i>	SC
<i>Semi standing</i>	SS
Bases, Métodos e Técnicas de Avaliação	BMTA
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	TCLE
Mini Exame do Estado Mental	MEEM
Índice de Massa Corporal	IMC
Medida de Independência Funcional	MIF
lombossacra	L5-S2
Desvio padrão	DP
Intervalo de confiança	IC
Limites de concordância	LC
Teste	T
Reteste	RT

**RELAÇÃO DE SÍMBOLOS**

Trabalho total	T
Graus	°
Graus por segundo	°/seg

## RESUMO

As doenças no sistema nervoso estão entre as mais incapacitantes que afetam a autonomia e a independência do indivíduo com repercussões na função muscular. O acidente vascular encefálico, lidera as estatísticas assumindo a posição de maior causa de incapacidade crônica como a fraqueza muscular conhecida como hemiparesia, repercutindo no equilíbrio estático e dinâmico, tendo no tronco o eixo central para a maioria de suas atividades de vida diária. Evidências pela análise de parâmetros do desempenho muscular estão cada vez mais presentes na literatura e devem apresentar propriedades psicométricas satisfatórias que apresente a fidedignidade dos resultados. O objetivo deste estudo foi verificar a confiabilidade das medidas registradas na avaliação isocinética dos movimentos do tronco durante o teste em velocidades variando dentro de amplitude funcional para sobreviventes de acidente vascular encefálico que adquiriram hemiparesia e compará-las a grupo sem hemiparesia em 2 posições de alavanca de tronco (*semi standing* e *seated compressed*). Participaram 26 indivíduos que foram divididos em 2 grupos: com e sem hemiparesia. As 3 análises dos resultados das medidas repetidas foram divididas em: confiabilidade interexaminador, interteste e pela primeira vez na literatura confiabilidade entre as 2 posições da alavanca de tronco, denominada interposição e utilizou o equipamento Biodex System 3 Pro para nas velocidades de 60 e 120°/seg. Os dados foram descritos com média  $\pm$  DP e as análises foram calculadas utilizando o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) com dados plotados usando o método Bland-Altman. Os ICC para as confiabilidades interteste e interposição variaram entre 0,52 a 0,97 indicando confiabilidade de moderada a muito alta e para a confiabilidade interexaminador os valores de ICC variaram de 0,81 a 0,99 com confiabilidade de alta a muito alta. Os resultados mostraram maior fraqueza muscular para o grupo com hemiparesia com maior variação para os extensores do tronco e que a alavanca em *semi standing* tem mais aspectos próximos a situação real de uso para executar os movimentos do que a alavanca em *seated compressed*. Conclui-se que esta tecnologia traz contribuições para as áreas de reabilitação e afins e possibilita medidas objetivas para a função muscular em populações de pessoas com hemiparesia crônica.

## PALAVRAS-CHAVES

**Palavras-chaves:** Dinamômetro de Força Muscular, Reprodutibilidade dos Testes, Acidente Vascular Cerebral, Hemiparesia.

### ABSTRACT

Nervous system diseases are among the most disabling affecting the autonomy and independence of the individual with repercussions on muscle function. Stroke leads this statistics assuming the position as the largest cause of chronic disability of muscle weakness known as hemiparesis, reflecting in the static and dynamic balance, with the trunk being the central key for most activities of daily life. Evidence for considering the muscular performance parameters are increasingly present in the literature and must introduce satisfactory psychometric properties to achieve the reliability of results. The aim of this study was to verify the reliability of the measurements recorded in the isokinetic evaluation of the trunk movements during testing at speeds ranging within functional range for stroke survivors who acquired hemiparesis and compare them to the group without hemiparesis in 2 trunk lever positions (semi standing and seated compressed). 26 subjects were divided into 2 groups: with and without hemiparesis. The 3 results analyzes of repeated measurements were divided into: interrater reliability, intertest reliability and for the first time in the literature, 2 measurements between the trunk lever positions named interposition. Biodex System 3 Pro was used at speeds of 60 and 120°/ sec. Data were presented as mean  $\pm$  SD and analyzes were calculated using the intraclass correlation coefficient (ICC) with data plotted using the Bland-Altman method. ICC for intertest and interposition reliabilities ranged from 0.52 to 0.97 indicating moderate to very high reliability and interrater ICC values ranged from 0.81 to 0.99 with high to very high reliability. Results showed increased muscle weakness in the hemiparesis group with greater variation for the trunk extensors. The lever in semi standing has more features near real use situation to perform the movements compared to the lever in compressed seated. It is concluded that this technology brings contributions to rehabilitation and related areas and enables objective measurements for muscle function in people with chronic hemiparesis.

### KEY WORDS

**Key words:** Muscle Strength Dynamometer, Reproducibility of Results, Stroke, Paresis

## 1. INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho muscular torna mais precisa a análise feita por profissionais da saúde que buscam informações para fins diagnósticos, uma vez que as medidas de desempenho possuem correlação direta com a capacidade motora de um indivíduo que pode estar prejudicada por doenças que afetam diretamente a estrutura locomotora (ossos, ligamentos, músculos, etc) ou indiretamente esta estrutura como observado nas lesões nervosas centrais que interferem na capacidade de controle<sup>1</sup>.

Testes musculares têm ainda a finalidade de avaliar resultados de programas de treinamento ou terapêuticos com objetivos de intervenção mais personalizado, direcionando as tomadas de decisões clínicas e determinando se o indivíduo tem condições seguras de retorno a sua atividade de vida diária, esportiva ou ocupacional<sup>2,3</sup>.

A qualidade dos testes e instrumentos de medida, utilizados na prática clínica e pesquisa de profissionais da área de esportes e reabilitação, não se sustenta mais somente em indicadores qualitativos, sendo cada vez mais necessário a presença de referências numéricas, ou seja, dados quantitativos que informem objetivamente os efeitos da intervenção aplicada<sup>2,4,5</sup>.

Dos equipamentos disponíveis no mercado para treinamento esportivo e reabilitativo, os dinamômetros isocinéticos computadorizados assumem destaque e aparecem descritos em inúmeros trabalhos que ressaltam sua alta tecnologia, alto custo e acurácia para avaliação estática e dinâmica do desempenho muscular sendo, por este motivo, considerados na literatura como o padrão ouro de medida de parâmetros das propriedades musculares<sup>6,7</sup>.

Foram Hislop e Perrine (1967) que introduziram na literatura científica exercícios e testes mecanicamente controlados, tendo como conceito principal o controle da velocidade angular<sup>6,8,9</sup>. Embora o termo isocinético tenha sido definido em 1967, seu uso tornou-se mais expressivo nas últimas duas décadas<sup>10</sup>.

Os dinamômetros isocinéticos fornecem resistência ao movimento articular ao longo de uma amplitude pré-determinada, possibilitando a avaliação de parâmetros relacionados a força muscular de forma estática e dinâmica. Esta resistência oferecida pelo aparelho varia de forma sempre igual a força exercida pelo indivíduo tendo assim a velocidade mantida constante<sup>2,6,11</sup>.

A tecnologia isocinética permite, portanto, que a musculatura produza força máxima e submáxima em toda a amplitude de movimento, sem desconforto e de forma individualizada



ao esforço que uma pessoa pode fazer, o que faz deste procedimento um método seguro e eficaz para avaliação do desempenho muscular<sup>12</sup>.

Apesar das qualidades apontadas, uma desvantagem desta tecnologia é o seu preço elevado, muitas vezes inacessível para a utilização na prática clínica. Outra inconveniência é que o aparelho isocinético não realiza o gesto ou o movimento específico de uma determinada ação ou modalidade esportiva<sup>10</sup>, motivos pelos quais as vantagens e desvantagens precisam ser bem investigadas.

Dentre as contraindicações para sua realização podemos destacar os eventos dolorosos com ou sem processo inflamatório clinicamente evidente, tempo insuficiente para um processo de reparação tecidual e descompensações do sistema cardiorrespiratório como hipertensão arterial não controlada, anginas e arritmias<sup>6,10</sup>.

Entre fatores positivos e negativos apontados até então, um grande número de estudos na literatura recomenda a dinamometria isocinética para avaliar e intervir, principalmente em populações de atletas das mais diversas modalidades esportivas<sup>4,13,14</sup>.

No entanto, embora sua aplicação no esporte seja ponto de destaque, a dinamometria não se restringe a esta população. As alterações da função muscular por dinamometria isocinética tem sido cada vez mais caracterizadas em indivíduos com doenças cardiovasculares<sup>15</sup>, em idosos<sup>3</sup>, em indivíduos com dores lombares<sup>16,17</sup> e em doenças do sistema nervoso central como paralisia cerebral<sup>18</sup>, parkinson<sup>12</sup> e em sobreviventes de acidente vascular encefálico<sup>1,12,19,20</sup>.

### **1.1. Doenças cerebrovasculares, fraqueza muscular e reabilitação**

As doenças no sistema nervoso – incluindo cérebro, medula espinhal, e unidade motora – estão entre aquelas doenças mais incapacitantes que afetam a autonomia e a independência do indivíduo com repercussões diretas e indiretas na função muscular<sup>12</sup>.

O acidente vascular encefálico (AVE), por exemplo, lidera as estatísticas assumindo a posição de maior causa de incapacidade crônica no mundo ocidental, com prevalência de 900 por 100.000 habitantes<sup>20</sup>. O AVE é uma alteração da circulação encefálica que ocasiona um déficit transitório ou definitivo no funcionamento de uma ou mais partes do encéfalo, podendo ser por meio isquêmico ou hemorrágico resultando em perda da função neurológica<sup>21</sup>.

Em termos de nomenclatura, o acidente vascular encefálico pode também ser denominado acidente vascular cerebral (AVC). Entretanto, a terminologia que se refere ao

“cérebro” designa apenas uma das partes do encéfalo, a qual não inclui o tronco encefálico e o cerebelo. Ao utilizarmos o termo AVC, estaremos então excluindo alguns dos casos que comprometem o tronco encefálico e/ou o cerebelo.

No Brasil, segundo dados do Ministério da Saúde, as doenças cerebrovasculares são responsáveis por 32% dos óbitos. Ao se ajustar os dados de mortalidade com a idade, o AVE aparece como líder de causas de morte no Brasil<sup>21,22</sup>. Em 2009, 160.621 internações por doenças cerebrovasculares com taxa de mortalidade de 51,8 a cada grupo de 100.00 habitantes<sup>23</sup>

Apesar da taxa de mortalidade estar em queda, um grande número de pacientes ainda permanece com sequelas que levam a incapacidade motora e cognitiva e somente 12% desses pacientes pós AVE são independentes nas atividades de vida diária ao final da primeira semana. A longo prazo, 25% a 74% dos sobreviventes de AVE em condição crônica permanecem aos cuidados de assistência básica para atividades como alimentação, autocuidado e mobilidade<sup>24</sup>.

Uma dessas deficiências adquiridas após o AVE, caracteriza-se pela diminuição da força muscular, conhecida como hemiparesia e é definida como a ausência da habilidade de gerar níveis normais de força muscular<sup>25,26</sup>.

Indivíduos que sobrevivem ao AVE, além da fraqueza (hemiparesia) ou paralisia (hemiplegia) em um dos hemisférios corporais, geralmente apresentam dificuldades na manutenção do equilíbrio estático e dinâmico<sup>27</sup> nos desalinhamentos posturais<sup>28</sup> com descargas de peso assimétricas mais predominante para o lado não envolvido e lado envolvido<sup>29</sup>.

O controle do tronco portanto, apresenta-se como eixo central para a maioria das atividades físicas, na mobilidade e nas atividades do dia a dia como marcha, equilíbrios e transferências<sup>28</sup>.

Estudos anteriores verificaram que após um AVE, pode ocorrer uma diminuição da ativação dos músculos reto abdominal e oblíquo externo e ainda, um aumento da ativação dos músculos eretores da coluna<sup>30,31</sup>. No entanto, esses estudos não avaliaram os pacientes durante atividades no dinamômetro isocinético e em velocidades variadas. Além disso, apesar de observar poucos estudos que utilizaram registro de variáveis isocinéticas obtidas nos músculos do tronco<sup>11,16,32-35</sup>, nenhum estudo encontrou registros da utilização de propriedades psicométricas da medida de dinamometria isocinética em sobreviventes de AVE<sup>1</sup>.

## 1.2. Força muscular e medidas de desempenho muscular

A força muscular está relacionada com o equilíbrio e a aspectos como envelhecimento, doenças neurológicas e anatômicas. Por exemplo, o envelhecimento interfere na estrutura e funcionamento musculoesquelético com a redução do volume, força muscular e organização sensorial<sup>12</sup>, existindo uma relação entre a força e o equilíbrio, conforme estudos de Silva *et al.* (2015), que relacionou a força muscular do tronco com o desempenho nas atividades de transferência, como o sentar-levantar em indivíduos pós-AVE<sup>3</sup>.

Por sua vez, a fraqueza muscular em indivíduos pós-AVE também foi estudada por Karatas *et al.* (2004) que relacionou a fraqueza dos músculos flexores e extensores do tronco com perda de equilíbrio e incapacidade funcional<sup>28</sup>.

Outros estudos também relataram programas de fortalecimento muscular e condicionamento físico em sobreviventes de AVE, resultando em ganhos em todas as medidas relacionadas a incapacidade física e motora<sup>36</sup>. Ao contrário das proibições quanto ao treino resistivo observado no passado, atualmente os programas de treinamento de fortalecimento muscular são bastante recomendados para este público<sup>36</sup> e evidências pela análise de parâmetros do desempenho muscular estão cada vez mais presentes na literatura<sup>1,37</sup>.

Os parâmetros isocinéticos mais relatados na literatura são: torque, trabalho, potência e fadiga. O torque (T) refere-se o momento de força aplicado em uma alavanca durante o movimento rotacional e é dado pelo produto da força aplicada (F) em um ponto dessa alavanca multiplicada pela distância (d) desse ponto ao eixo da rotação, ou seja:  $T = Fd$ , expressa em Newton-metros (Nm)<sup>2,6,10</sup>. O torque e a velocidade angular do movimento são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor a velocidade realizada, maior será o torque<sup>10</sup>, portanto esta variável é mensurada em velocidades baixas<sup>4</sup>.

O pico de torque (PT – maior valor de torque gerado na amplitude de movimento), pode também ser expresso pelo percentual de peso corporal do indivíduo (pico de torque normalizado - PTn), com o objetivo de comparar grupos de indivíduos com diferentes composições corporais, sendo expresso em Newton-metros por quilograma de peso corporal (Nm/Kg)<sup>10,33</sup>.

A variável trabalho total ( $\tau$ ) representa a capacidade da musculatura de gerar força ao longo de toda a amplitude de movimento sendo expresso em Joule (J)<sup>2</sup>. A velocidade com que o músculo é capaz de gerar trabalho é definida como potência (P) sendo expressa em

Watts (W). A velocidade angular, no entanto, é diretamente proporcional a potência, ou seja, quanto maior for a velocidade, maior será a potência, portanto são mensuradas em velocidades intermediárias<sup>2,6</sup>.

O teste isocinético permite avaliar ainda a resistência da musculatura através da quantificação de fadiga, observada pelo decréscimo dos valores de torque e trabalho ao longo de várias repetições de contração da musculatura avaliada<sup>2</sup>.

Todas estas variáveis podem ser analisadas e relacionadas a aspectos da condição motora, sendo, portanto úteis para análises de movimento uni e bilateral, quer para fins de permitir comparações intraindivíduos, comparações com dados normativos contidos na literatura ou através das análise das curvas podendo auxiliar sobretudo nos programas de reabilitação<sup>2,6</sup>.

Os protocolos de avaliação e tratamento através do dinamômetro isocinético são geralmente descritos nos modos de contração (concêntrico e excêntrico), velocidades angulares e número de repetições e dependem sobretudo da população estudada e dos objetivos requeridos<sup>2,6</sup>. O modo concêntrico torna-se o mais utilizado por ser mais fácil de explicar, sendo melhor empregado pelo examinado. O modo excêntrico, torna-se menos utilizado devido ao seu complexo modo de contração que requer mais treino e atenção do examinado, estando eventualmente mais propenso a lesões musculotendinosas do que o modo concêntrico<sup>38</sup>.

Importante ressaltar que a opção pela utilização de um instrumento de avaliação acarreta ao pesquisador e ao terapeuta a responsabilidade de garantir que este, factualmente, apresente características psicométricas satisfatórias, que lhe atribuam a fidedignidade dos resultados, sendo esta a razão maior deste estudo.

### **1.3. Propriedades psicométricas de medidas**

A qualidade de um instrumento de avaliação é determinada por características denominadas propriedades psicométricas, ou seja, o comportamento das medidas obtidas por um determinado instrumento. Dentre tais propriedades, as mais comumente avaliadas são a confiabilidade, a validade<sup>39</sup>, a sensibilidade e a especificidade<sup>40</sup>.

A confiabilidade, também definida por reprodutibilidade de uma medida, é o grau de estabilidade exigida quando uma medida é repetida sob condições similares<sup>39</sup>, ou seja, a capacidade que um instrumento tem de fornecer uma medida precisa que não se altera com a repetição.

Por sua vez, a validade representa a capacidade de um instrumento medir com acurácia o fenômeno a ser estudado<sup>39</sup>, ou seja, fornecer medidas o mais próximo do valor real. Normalmente, este valor mais próximo do real é obtido por instrumentos considerados o padrão ouro de medida.

Por fim, a sensibilidade e a especificidade podem ser entendidas como a capacidade de um instrumento de medida reconhecer aquilo que ele se propõe a medir<sup>40</sup>. Em termos práticos, sensibilidade é a proporção de sujeitos apresentando o desfecho medido para os quais o teste forneceu a resposta correta; enquanto que especificidade corresponde a proporção de sujeitos sem apresentar o desfecho medido para os quais o teste forneceu uma resposta correta<sup>41</sup>.

### **1.3.1. Confiabilidade das medidas de dinamometria isocinética**

De acordo com Contandriopoulos (1999) *apud* Pilatti *et al* (2010):

“A confiabilidade de um instrumento de medida é a sua capacidade em reproduzir um resultado de forma consistente no tempo e no espaço, ou com observadores diferentes quando for utilizado corretamente.”

No contexto das aplicações em seres humanos, trata-se da capacidade como um instrumento de avaliação capaz de mostrar que indivíduos estáveis apresentem resultados semelhantes em administrações repetidas do mesmo instrumento, sendo o mesmo reaplicado após um determinado período de tempo<sup>39</sup>

Em geral, a apreciação da confiabilidade está na repetição da medida e na comparação dos resultados obtidos. Objetos de observação muito estáveis devem produzir medições similares em diferentes observações. Fenômenos transitórios podem produzir resultados com variação entre uma medida e outra, sem que isto seja decorrente do instrumento de medida.

Em estudo recente<sup>37</sup>, pesquisadores realizaram uma revisão de literatura onde foi observada a reprodutibilidade da medida em dinamometria isocinética para vários segmentos, incluindo tronco, e, ao final, sugerem um maior aprimoramento dos equipamentos que trabalham com o desempenho muscular enfatizando a necessidade de avaliar as propriedades psicométricas da medida para populações específicas.

Para se garantir propriedades psicométrica que permitam observação segura do fenômeno medido, foram propostos técnicas e métodos que incluem: a consistência interna, a confiabilidade intraexaminador e interexaminador, bem como a confiabilidade entre os testes, chamada também de confiabilidade interteste ou teste-reteste.

A confiabilidade interexaminador é a propriedade mais comumente avaliada na maioria dos ensaios clínicos onde vários observadores estarão utilizando o mesmo teste, pois a garantia da repetição sem grandes variações assegura a correta interpretação dos resultados obtidos nos ensaios<sup>28,34,40,42,43</sup>.

Portanto, conclui-se que medidas com pouca confiabilidade interexaminador na avaliação de resultados implica em um grau de erro de análise dos dados e o risco de uma tomada de decisões a partir de indicações incorretas aumenta<sup>44</sup>. Em se tratando da dinamometria isocinética, procedimento na qual o incentivo dado pelo comando de voz do examinador é fator motivacional, a confiabilidade interexaminador assume ponto determinante para se evitar erros de medidas.

Para contribuir ainda mais com as propriedades psicométricas, vários métodos estatísticos são utilizados<sup>12</sup>, dentre eles o coeficiente de correlação intraclasse, o coeficiente de Pearson, o coeficiente alfa de Cronbach e o coeficiente Kappa de Cohen<sup>39</sup>. Todas estas ferramentas estatísticas de uma certa forma informam sobre o tipo de correlação estabelecida entre as medidas.

A concordância entre as medidas repetidas pode também ser analisada por meio de índices com a exemplo da correlação intraclasse (ICC). Entretanto, o ICC sozinho não permite se observar a magnitude da relação entre medidas repetidas, por este motivo, análise do ICC devem vir sempre acompanhadas do uso de ferramentas como o método de Bland-Altman, que fornece uma interpretação visual na qual qualquer erro sistemático pode ser bem avaliado e identificado no gráfico<sup>12</sup>.

Frente aos fatos apresentados, este estudo se justifica na carência e na importância da avaliação da confiabilidade das variáveis isocinéticas obtidas em movimentos do tronco na população de pessoas com deficiência do tipo hemiparesia que já convivem cronicamente com sua deficiência.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. Objetivo geral

Verificar a confiabilidade das medidas registradas na avaliação isocinética dos movimentos do tronco durante o teste em velocidades variando dentro de amplitude funcional para sobreviventes de acidente vascular encefálico que adquiriram hemiparesia e compará-las a grupo controle, tanto na posição *semi standing* quanto na posição *seated compressed*.

### 2.2. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral foram traçados objetivos específicos na seguinte sequência:

- I. Verificar a reprodutibilidade interexaminador das medidas repetidas na avaliação isocinética tanto no teste como no reteste nas diferentes condições de medição do movimento do tronco tanto para os participantes do grupo hemiparesia como para aqueles do grupo controle.
- II. Verificar a reprodutibilidade interteste das medidas repetidas na avaliação isocinética tanto no teste como no reteste nas diferentes condições de medição do movimento do tronco tanto para os participantes do grupo hemiparesia como para aqueles do grupo controle.
- III. Comparar a reprodutibilidade das medidas repetidas na avaliação isocinética dos movimentos do tronco realizados a partir de duas diferentes posturas tanto para os participantes do grupo hemiparesia como para aqueles do grupo controle.
- IV. Comparar as medidas isocinéticas do movimento de tronco em ações antagonistas (flexão e extensão) partindo das duas diferentes posições de avaliação (*seated compressed* e *semi-standing*) para todas as variáveis isocinéticas tanto para os participantes do grupo hemiparesia como para aqueles do grupo controle na condição experimental inicial (examinador 1 no teste).

### 3. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi organizada em delineamento de estudo transversal, porém com medidas repetidas ao longo do tempo para se testar a confiabilidade dos registros obtidos por diferentes examinadores, tanto no teste como no reteste e em avaliações do movimento do tronco quer partindo da posição *seated compressed* quer da posição *semi standing*.

O delineamento foi aplicado para grupos de participantes com (grupo hemiparesia) ou sem hemiparesia (grupo controle) de ambos os sexos. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Faculdade de Ciências da Saúde (FS) da Universidade de Brasília (UnB) sob parecer número 752.046.

#### 3.1. Local de realização dos testes

O estudo foi realizado no laboratório de Cinesiologia e Bases, Métodos e Técnicas de Avaliação (BMTA) do Centro Universitário Estácio do Ceará, na cidade de Fortaleza. Este laboratório foi concebido com o objetivo de sediar o local de prática das disciplinas que necessitam treinar habilidades e competências para avaliação do movimento humano afetado ou não por distúrbios decorrentes de doenças que interferem na funcionalidade humana.

O laboratório também recebe estudantes matriculados em disciplinas afins, para estudo extraclasse e para a realização de pesquisas aplicadas aos trabalhos de conclusão dos cursos de Fisioterapia e Educação Física. Estes estudos são sempre acompanhados pelo professor responsável ou por um estudante monitor do laboratório.

#### 3.2. População alvo e amostragem

A população alvo deste estudo foi formada por pessoas residentes na cidade de Fortaleza que sobreviveram a um acidente vascular encefálico e que convivem a no mínimo 6 meses com sua deficiência, comumente definida como uma condição de hemiparesia crônica.

Para se amostrar os participantes a partir desta população alvo, pacientes com hemiparesia que estavam sendo atendidos na clínica escola do Centro Universitário Estácio do Ceará, no Núcleo de Assistência Médico Integrada da Universidade de Fortaleza e em diversas clínicas particulares foram convidados a participar da pesquisa.



Todos os convidados receberam explicação dos procedimentos que seriam aplicados no teste e dos potenciais benefícios e riscos da pesquisa. Em havendo concordância para participar, eles foram orientados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de acordo com as normas da resolução 466/2012 e agendados para uma primeira triagem na qual os critérios de elegibilidade foram verificados. Quando os participantes não eram capazes de assinar o TCLE, tiveram seu documento assinado por um membro da família responsável.

Os critérios de inclusão na amostra foram: (1) possuir hemiparesia determinada por acidente vascular encefálico ocorrido em um único evento; (2) não ter sido vítima de outros eventos lesivos encefálicos além do evento que gerou a hemiparesia; (3) possuir adequada compreensão das instruções empregadas nos testes, compreensão esta avaliada por meio do Mini Exame do Estado Mental (MEEM), considerando como ponto de corte, para indivíduos analfabetos, de 18 a 19 pontos e para indivíduos com instrução escolar acima de 24 pontos e (4) fazer seis meses ou mais desde a lesão que definiu a condição de hemiparesia.

Foram excluídos da análise, os participantes que apresentaram: (1) deficiência visual não corrigida por lentes, (2) deficiência auditiva severa que não permitisse compreensão das instruções necessárias para o teste, (3) doenças ortopédicas e/ou vasculares em membros inferiores e (4) discordância em participar da pesquisa.

Ao final dos procedimentos de amostragem por conveniência chegamos a uma amostra de 13 participantes que formaram o grupo hemiparesia. Cada participante selecionado para formar o grupo hemiparesia serviu de referência para se compor um grupo controle formado por participantes sem hemiparesia que foram normalizados por idade e composição corporal avaliada pelo Índice de Massa Corporal (IMC).

Para as participantes do grupo controle, os critérios de exclusão também foram os de números 1, 2, 3 e 4 conforme utilizados para o grupo hemiparesia, incluindo os critérios (3) de possuir agravos neurológicos de qualquer natureza e (4) de relatar dor antes, durante e depois da aplicação dos testes.

Uma vez finalizada a amostragem por conveniência para formação dos dois grupos experimentais: hemiparesia e controle, os participantes foram submetidos as etapas para coleta de dados para registro das variáveis isocinéticas e das variáveis de caracterização da amostra.

A diferença entre a média da variável isocinética: pico de torque, observada nos dois grupos experimentais (controle *versus* hemiparesia), durante a flexão do tronco obtida na posição *seated compressed* pelo primeiro examinador no final da fase de teste; foi utilizada

para se calcular o poder do teste para a amostra de 13 participantes obtidas por conveniência e por referência em cada grupo experimental respectivo, em um total de 26 participantes considerando os dois grupos.

Desta maneira, considerando o desvio padrão no pico de torque de 40,91 Nm observado no grupo controle que apresentou média de 35,45 Nm a mais que a apresentada no grupo hemiparesia (diferença detectada) para um nível de significância de 5% e um poder de teste de 80%, para um teste de hipótese bicaudal, a amostra deveria ser formada por 10 participantes.

### **3.3. Variáveis isocinéticas e de caracterização da amostra**

As variáveis do estudo foram divididas em variáveis de caracterização, cuja principal intenção foi identificar o perfil da amostra nos dois grupos e em variáveis isocinéticas que foram medidas de maneira repetida ao longo do tempo para se verificar a confiabilidade das medidas.

#### **3.3.1. Variáveis de caracterização**

As variáveis de caracterização compunham dois conjuntos: um de variáveis quantitativas e outro de variáveis qualitativas. Os dados quantitativos se referiram às características etárias expressas pela idade no momento da coleta e clínicas expressas pelo IMC, pela Medida de Independência Funcional (MIF) e pelo MEEM para ambos os grupos.

Somente para o grupo hemiparesia também foram incluídas as variáveis cronicidade (tempo pós-lesão em anos) e escore obtido pela escala de Ashworth modificada na avaliação do tônus do lado parético. Os dados qualitativos referiam-se o nível de escolaridade, importante para se definir o ponto de corte no MEEM e à distribuição quanto ao gênero (masculino ou feminino).

O MEEM é um teste simples, de rápida aplicação e ampla utilização para se identificar o estado cognitivo dos participantes<sup>45</sup>. A MIF, que já possui versão brasileira adaptada transculturalmente<sup>46</sup> avalia a independência funcional na realização das atividades de vida diária e já possui suas propriedades psicométricas. Ela verifica o desempenho do indivíduo na realização de um conjunto de 18 itens em tarefas que são agrupadas em dois domínios (motor e cognitivo) e em seis dimensões.

As dimensões avaliadas na MIF são: (1) autocuidados (alimentação, higiene matinal, banho, vestir-se acima da cintura, vestir-se abaixo da cintura, utilização do vaso sanitário); (2) controle esfinteriano (controle de urina e fezes); (3) transferências (leito, cadeira, cadeira de rodas, vaso sanitário, chuveiro ou banheira); (4) locomoção (marcha, cadeira de rodas, escada); (5) comunicação (compreensão e expressão) e (6) cognição social (interação social, resolução de problemas e memória)<sup>22</sup>.

Ao final, a soma dos pontos por dimensão caracteriza: (1) dependência completa (assistência total) para valores igual ou inferiores a 18 pontos; (2) dependência modificada com assistência de até 50% das tarefas, para valores entre 19 a 60 pontos; (4) dependência modificada com assistência de até 25% das tarefas para valores de 61 a 103 pontos e (5) independência completa com valores acima de 104 até no máximo 127 pontos<sup>46</sup>.

Para documentar a presença de espasticidade no hemicorpo parético, foi utilizada a escala de Ashworth na sua versão modificada. O participante foi avaliado pelo examinador na posição sentado e em decúbito dorsal e os membros superior e inferior no hemicorpo parético foram mobilizados passivamente em flexão e extensão numa ordem de movimentos lentos e rápidos. Esse procedimento repetiu-se por 3 vezes por segmento corporal observando-se e graduando-se a resistência conforme a escala. Ao final, a média das três medidas foi considerada.

A escala de Ashworth modificada é uma das ferramentas mais utilizada na avaliação do tônus muscular e indica valores em escala de 6 pontos, onde 0 indica tônus normal; 1 indica leve aumento de tônus no final da amplitude de movimento; 1+ indica leve aumento de tônus manifestado por tensão abrupta em menos da metade da amplitude restante; 2 indica aumento mais marcante do tônus muscular durante a maior parte da amplitude de movimento, porém com facilidade na mobilização do segmento; 3 indica considerável aumento de tônus muscular com dificuldade no movimento passivo e 4 indica rigidez do membro envolvido para a flexão ou extensão<sup>42,47</sup>. O valor 1+ foi convertido em 1,5 para fins de análise quantitativa.

O item cronicidade, que corresponde ao período transcorrido desde a lesão até o momento da coleta, foi expressa em anos e apreendida por meio de formulário de identificação das variáveis de caracterização aplicado em entrevista que aconteceu em dia diferente do dia de teste isocinético.

Os demais dados qualitativos que se referiram ao tempo de escolaridade, expressas em anos e ao gênero do participante, também foram apreendidos nesse formulário.

### 3.3.2. Variáveis isocinéticas

As variáveis isocinéticas foram obtidas no equipamento Biodex System 3 – Pro (modelo Biodex Multi Joint System, Biodex System Inc. Software versão 4.5) cujo ambiente onde ele se encontra está apresentado na fotografia da figura 1.



**Figura 1:** Fotografia indicando o equipamento isocinético utilizado neste estudo (Biodex System 3 – Pro) que se encontra disponível no Laboratório de Cinesiologia e Bases, Métodos e Técnicas de Avaliação do Centro Universitário Estácio do Ceará. Fonte: Fotografia da pesquisadora.

As variáveis foram agrupadas por velocidade (60°/s e 120°/s). As obtidas na velocidade de 60°/s foram o pico de torque (PT), medido em Newton-metro (Nm) e o pico de torque normalizado (PTn), em Newton-metro por kilograma de peso corporal (Nm/Kg), classificada de acordo com Dvir<sup>6</sup> como variáveis obtidas em velocidade lenta para se avaliar força muscular.

As obtidas na velocidade de 120°/s foram a potência muscular (P), medida em Watts (W) e trabalho total (T) em Joule (J) que, segundo o mesmo autor, são variáveis obtidas em velocidade intermediária para se avaliar os demais parâmetros do desempenho muscular.<sup>6</sup>

As repetições para cada velocidade realizada tanto no teste como no reteste para cada avaliador somaram 5 repetições para os valores de PT e PTn e 10 repetições para os valores de P e T. As repetições foram utilizadas pelo próprio aplicativo do equipamento para calcular a variação intrateste. Utilizamos a recomendação no manual do equipamento e trabalhamos com coeficientes de variabilidade (CV%) inferiores a 15%<sup>48</sup>.

### **3.4. Procedimentos**

Existiram dois procedimentos básicos que foram agendados no momento do processo de amostragem: (1) entrevista para registro das variáveis de caracterização e (2) avaliação para obtenção das variáveis isocinéticas. Estes procedimentos aconteceram em dias diferentes. Além disso, a tomada das variáveis isocinéticas foi feita em um fluxo sistematizado de obtenção de medidas repetidas para se testar a confiabilidade.

#### **3.4.1. Procedimentos na entrevista**

A entrevista inicial aconteceu no mesmo laboratório onde foram coletadas as medidas das variáveis isocinéticas, porém em dias diferentes. No dia da entrevista, o participante chegava ao laboratório, acompanhado ou não de um membro da família, quando respondia a todos os itens do formulário e realizava as análises referentes aos dados clínicos, conforme já explicados.

### 3.4.2. Procedimentos para coleta das variáveis isocinéticas

Antes de iniciar cada sessão de avaliação no dinamômetro isocinético, os procedimentos de calibração do equipamento foram realizados conforme as regras disponíveis no manual do fabricante<sup>48</sup>.

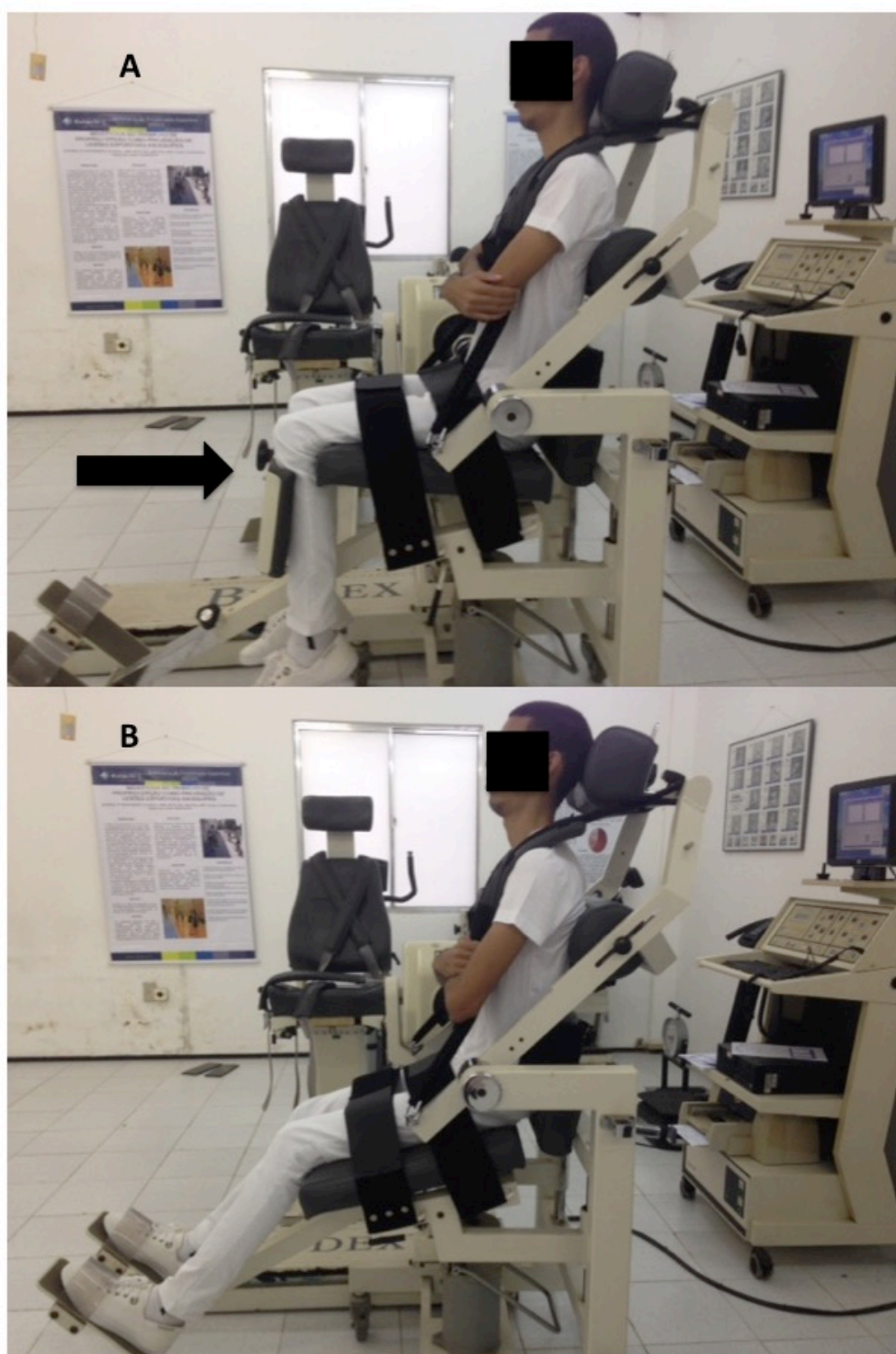
Os participantes dos dois grupos, em agendamentos individualizados para cada um, foram submetidos a um aquecimento prévio durante 5 minutos em uma bicicleta ergométrica, seguidos de 1 série de 30 segundos de movimentos de alongamento de membros superiores (na posição bípede) e tronco (na maca em decúbito dorsal), sempre com a supervisão do pesquisador responsável.

Logo em seguida, por meio do acoplamento do acessório especial da alavanca que constitui um módulo de teste do tronco ao eixo rotacional do dinamômetro, o participante foi posicionado para a avaliação isocinética dos movimentos de flexão e extensão do tronco, inicialmente na posição *seated compressed* (SC), e em seguida na posição *semi standing* (SS) (figura 2).

As duas posições da alavanca flexora e extensora do tronco para o teste isocinético diferiam-se pela posição do tronco e do apoio dos membros inferiores. Na posição SC, o quadril encontrava-se flexionado a 90° em relação ao encosto da poltrona, enquanto que os membros inferiores ficam livres (sem apoio), somente com um apoio na região dos joelhos para melhor estabilização, conforme ilustrado pela seta na figura 2A.

Na posição SS, o indivíduo apoiava os membros inferiores em um platô distal, permanecendo o assento mais reclinado (Figura 2B). Em ambas as posições da alavanca, o indivíduo fica bem ajustado, permanecendo o tronco livre com os membros superiores juntos ao corpo.

Os participantes dos grupos hemiparesia e controle passaram pela seguinte sequência de procedimentos: (1) alinhamento do eixo mecânico com o eixo fisiológico na altura da articulação lombossacra (L5-S2) identificada previamente conforme as regras do fabricante, (2) estabilização com faixas em velcro ao redor do tronco, cintura, pernas e pé (no pé, somente para a posição SS e (3) medição da amplitude de movimento durante os movimentos de flexão e extensão do tronco. A amplitude de movimento foi livremente testada limitando para efeitos de segurança a -15° para o movimento de hiperextensão, permanecendo a flexão livre para cada indivíduo<sup>3,48</sup>.



**Figura 2:** Fotografias ilustrando as possibilidades de alavanca *dual position* para flexão e extensão do tronco. Posição da alavanca em *seated compressed* – SC (A), com seta indicativa do apoio para estabilização dos joelhos. Posição em *semi standing* (B). Fonte: Foto da pesquisadora.

### 3.4.3. Fluxo de obtenção das medidas repetidas

Uma vez posicionados, para familiarização ao equipamento, um pré-teste de 1 a 3 repetições foi aplicado nos movimentos de flexão e extensão do tronco para cada velocidade, momento quando os participantes foram orientados a exercerem o máximo de força que conseguiram para análise do desempenho dos movimentos solicitados, deixando a cabeça sempre em contato com o encosto na região cervical.

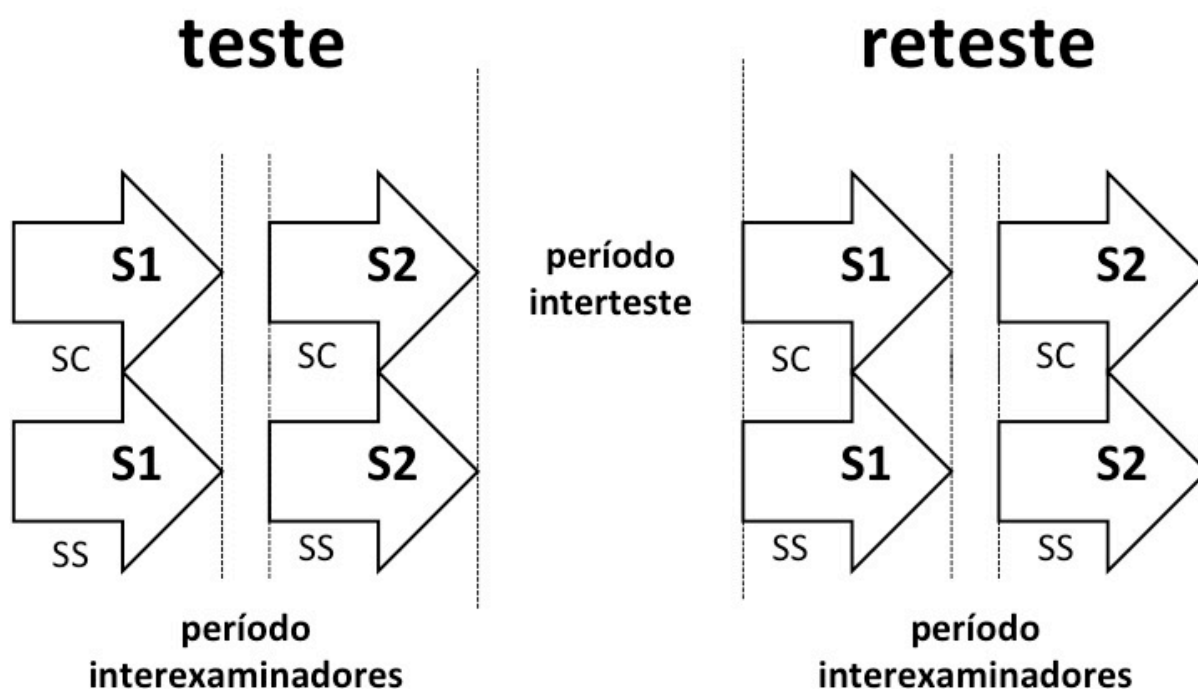
Durante toda o procedimento do teste, os participantes receberam estímulos verbais dos examinadores, para realizarem o maior esforço possível durante os movimentos. Foi dada especial atenção para a orientação de evitar esforços irradiados para os membros inferiores durante a fase de extensão (principalmente observado na posição SS) e para a flexão da cabeça durante a fase de flexão. Ao final de cada teste, os valores obtidos foram armazenados no computador do equipamento para posterior análise das variáveis nos laudos.

Os testes no dinamômetro isocinético podem ser feitos nas formas de contração concêntrica e excêntrica para cada movimento realizado (flexão e extensão). Normalmente nos testes isocinéticos é aplicada a forma concêntrica-concêntrica, por ser mais segura e de fácil compreensão para a execução do teste<sup>10</sup>. Outro fato importante para o teste concêntrico para flexão e concêntrico para extensão é a possibilidade de se avaliar o grupo muscular agonista e antagonista durante o mesmo procedimento de teste<sup>2,6,7</sup>.

Optamos então, pelo modo de contração concêntrico, visando a avaliação dos músculos flexores e extensores do tronco durante as velocidades de 60° e 120°/s, com 5 e 10 repetições respectivamente. A escolha foi feita para detectar possíveis desequilíbrios de acordo com a velocidade pré-determinada.

O intervalo de repouso estabelecido entre as velocidades foi de 15 segundos (intervalo intrateste) e de 30 minutos entre os examinadores (intervalo interexaminadores) (Figura 3). Cada participante foi avaliado por 2 examinadores diferentes e nas 2 posições da alavanca do tronco (SC e SS). Inicialmente, o 1º participante realizou o protocolo para a posição SC, com intervalo de 15 segundos entre as velocidades (período intrateste não indicado na figura) e intervalo de 30 minutos entre os examinadores (período interexaminadores).





**Figura 3:** Esquema ilustrando o fluxo de obtenção das medidas repetidas para se testar a confiabilidade interexaminador, interteste e entre as posições SC e SS das variáveis isocinéticas. Cada série sequencial (S1 e S2) foi realizada por um examinador diferente, com intervalo de 30 minutos entre cada série (período interexaminador), para a posição SC e em seguida para a posição SS, no primeiro dia de avaliação (teste). Depois de uma semana (período interteste), todos os procedimentos foram repetidos (reteste). SC - *seated-compressed*, SS - *semi-standing*.

Os 2 examinadores do estudo, incluindo o pesquisador principal, possuem experiência na área de Fisioterapia e exercem atividades de docência e pesquisa no Centro Universitário Estácio do Ceará.

O examinador 1 atua na área de cinesiologia, biomecânica e isocinética desde 2004 e tem recente publicação internacional sobre a confiabilidade da medida em dinamometria isocinética em pacientes com acidente vascular encefálico e é o principal pesquisador desse estudo. O examinador 2 possui mais de 20 anos de experiência clínica na área de reeducação da motricidade humana e passou por treinamento específico no equipamento Biodex para participar do estudo.

A ordem dos participantes para o teste aconteceu de forma aleatória, priorizando sempre a avaliação de um participante do grupo hemiparesia, juntamente com um participante sem hemiparesia (controle) que preenchia o período de repouso do participante do grupo hemiparesia entre uma avaliação SC e outra SS no teste e reteste.

Este procedimento, além de otimizar o tempo, tinha por finalidade evitar diferenças entre os grupos decorrentes de fatores ambientais que poderiam influenciar na medida como: período do dia, temperatura ambiente e outros. Todos os procedimentos realizados no teste foram repetidos no reteste que aconteceu após um interstício de uma semana.

Todos os participantes realizaram os procedimentos de forma segura e apropriada, sem queixas de dores e/ou desconforto durante e após o teste.

### **3.5. Processamento dos dados e análise estatística**

Os dados descritivos foram apresentados por média  $\pm$  desvio padrão (DP) para as variáveis quantitativas e em distribuição de frequência relativa (%) e absoluta (n) para as variáveis qualitativas. Todas as variáveis quantitativas avaliadas foram analisadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov que identificou distribuição Gaussiana para as variáveis isocinéticas, porém não para as variáveis de caracterização da amostra. Desta forma, as inferências estatísticas foram dadas por meio de testes não-paramétricos ou paramétricos, a depender do tipo de distribuição.

Diferenças entre as variáveis quantitativas de caracterização foram detectadas pelo teste de Mann-Whitney, enquanto que as discrepâncias entre a proporção observada no grupo hemiparesia tomando como base a proporção esperada que foi tomada no controle foram detectadas pelo teste Qui-Quadrado. Para todos os testes foram considerados significativas as diferenças e discrepâncias em que o valor de p foi menor que 0,05.

O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi utilizado para se determinar nível de correlação entre as medidas que revela a qualidade da confiabilidade por faixas de valores de ICC conforme sugeridas por Carter *et al* para os seguintes valores: nenhuma ou pouca confiabilidade para ICC variando de 0 a 0,25; baixa confiabilidade para ICC de 0,26 a 0,49; moderada confiabilidade para ICC de 0,50 a 0,69 ; alta confiabilidade para ICC de 0,70 a 0,89 e muito alta confiabilidade para ICC de 0,90 a 1,00<sup>49</sup>.

O método de Bland-Altman com os Limites de Concordância (LC) foram também aplicados para definir a magnitude da confiabilidade entre as medidas que foram plotadas considerando um intervalo de confiança de 95% (IC de 95%), uma vez que tais gráficos ilustram o comportamento de cada diferença entre medidas dentro dos LC.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterização geral da amostra

A amostra de conveniência formada por 26 participantes foi constituída de dois grupos com 13 participantes em cada (Tabela 1). No geral, os participantes eram adultos e idosos, com idade variando de 44 a 77 anos para o grupo controle e de 43 a 74 anos para o grupo hemiparesia.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra por grupos de interesse (controle e hemiparesia).

Variáveis de Caracterização da Amostra	Controle	Hemiparesia
Idade (média ± DP anos)	63,00 ± 9,42	57,00 ± 11,11
IMC (média ± DP kg/m <sup>2</sup> )	26,62 ± 3,64	26,07 ± 3,38
MIF (média ± DP soma dos pontos)	127,00 ± 0,00	115,8 ± 9,72*
MEEM (pontos)	26,92 ± 2,43	22,92 ± 2,57*
Cronicidade (média ± DP anos)	n.a.	7,76 ± 7,47
Ashworth Modificado (média ± DP escore)	n.a.	0,63 ± 0,62
classe em % do total (n)	100,00% (13)	100,00% (13)
escolaridade > 11 anos	84,60% (11)	69,20% (9)
1 < escolaridade < 11 anos	7,70% (1)	23,10% (3)
analfabeto	7,70% (1)	7,70% (1)
gênero em % do total (n)	100,00% (13)	100,00% (13)
masculino	30,80% (4)	53,80% (7)
feminino	69,20% (9)	46,20% (6)

A tabela apresenta valores quantitativos expressos por média ± DP e qualitativos indicados por distribuição de frequência relativa (%) e absoluta (n). Discrepâncias significativas ( $p < 0,05$ ) detectadas pelo teste Qui-quadrado na proporção esperada para o grupo hemiparesia com referência à proporção observada nos controles foram destacadas nas células pelo seu preenchimento em cinza. Os asteriscos (\*) indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os grupos controle e hemiparesia detectados pelo teste Mann Whitney. DP - Desvio Padrão; IMC - Índice de Massa Corporal; MIF - Medida de Independência Funcional; MEEM - Mini-Exame do Estado Mental; n.a – não se aplica. Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 1 também revela uma amostra em sobrepeso para ambos os grupos (IMC acima de 25), classificados como independência funcional completa segundo a MIF, porém significativamente reduzida em 11,2 pontos ( $p < 0,05$ ) para o grupo hemiparesia que foi comparado ao grupo controle formado por participantes que atingiram a pontuação máxima sem variação na amostra ( $DP=0$ ).

Outra diferença significativa entre os grupos foi observada na pontuação feita pelo MEEM que revelou um estado cognitivo reduzido no grupo hemiparesia, mesmo que estes valores tenham permanecido acima dos valores de corte.

A amostra no grupo hemiparesia, em média, estava convivendo a cerca de 8 anos com a condição de hemiparesia e apresentaram um leve aumento de tônus no final da amplitude de movimento conforme observado pelo escore médio de 0,63 obtido pela avaliação da escala de Ashworth modificada.

Ambos os grupos experimentais possuíam uma maioria de participantes com mais de 11 anos de escolaridade e, por mais que houvesse uma distribuição com representantes nas três classes definidas em ambos os grupos (tabela 1), uma discrepância significativa causada pelo aumento de participantes com escolaridade acima de um e abaixo de 11 anos ocorreu no grupo hemiparesia. Somente um indivíduo em cada grupo era analfabeto.

A distribuição quanto ao gênero também foi discrepante, sendo observada uma maioria de mulheres no grupo controle frente a uma distribuição mais igualitária (próximo de 50% em cada grupo) tendendo a uma maioria de homens no grupo hemiparesia.

#### **4.2. Confiabilidade interexaminador (examinador 1 *versus* examinador 2)**

Os dados sobre a confiabilidade entre as medidas obtidas pelos dois examinadores (E1–E2) por cada variável isocinética estudada: pico de torque (PT), pico de torque normalizado (PTn), potência muscular (P) e trabalho total (T); e por posição da alavanca de tronco *seated compressed* (SC) e *semi standing* (SS) foram realizados conforme procedimentos mencionados na seção 3. METODOLOGIA.

Os valores referentes aos índices de correlação intraclasse (ICC) estão descritos a seguir nas figuras de 4 a 11 para os grupos controle (figuras 4, 6, 8 e 10) e hemiparesia (figuras 5, 7, 9 e 11), tanto para o teste quanto para o reteste. As figuras 4 e 5 são os gráficos analisados para a variável PT (em Nm); as figuras 6 e 7 para a variável PTn (em Nm/Kg); as figuras 8 e 9 para P (em J) e as figuras 10 e 11 para T (em W).

A confiabilidade entre as medidas obtidas pelos 2 examinadores também foi analisada pela média e diferença entre as medidas repetidas nos movimentos de flexão e extensão, entre o teste e o reteste e nas posições SC e SS que estão descritas separadamente abaixo nos gráficos plotados pelo método Bland-Altman considerando um intervalo de confiança de 95% (IC de 95%) que constitui os limites de concordância (LC) das medidas.

#### **4.2.1. Pico de torque (Nm)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável pico de torque em Nm nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade alta a muito alta confirmada por valores de ICC acima de 0,87 (Figuras 4 e 5).

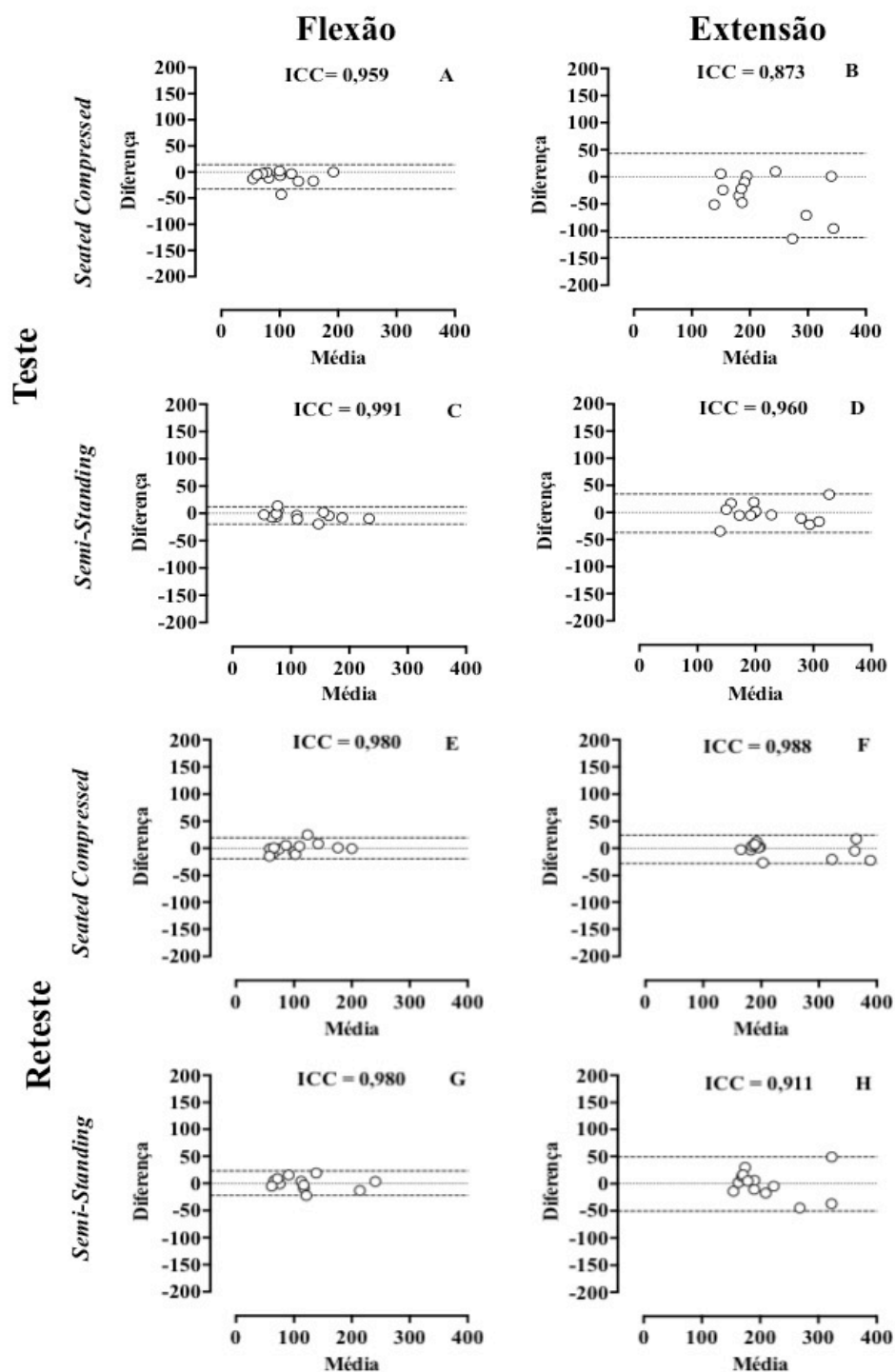
##### **4.2.1.1 Pico de torque no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 4), os valores de confiabilidade variaram de 0,87 a 0,99 para o teste e de 0,91 a 0,98 para o reteste, sempre indicando confiabilidade de alta a muito alta. Ainda, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 4A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 4A, C, E e G).

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figura 4A e C) quanto no reteste (figura 4E e G), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,95 e 0,99 para a posição SC e SS e no reteste de 0,98 para ambas posições.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 4B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 4A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente na posição SC (Figura 4B) do que na SS (Figura 4D) no teste, porém este maior alargamento retornou aos limites de referência no reteste.

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,87 e 0,96 e no reteste de 0,98 e 0,91 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 4:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *seated compressed* (gráficos A, B, E e F) e *semi-standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

#### 4.2.1.2 Pico de torque no grupo hemiparesia

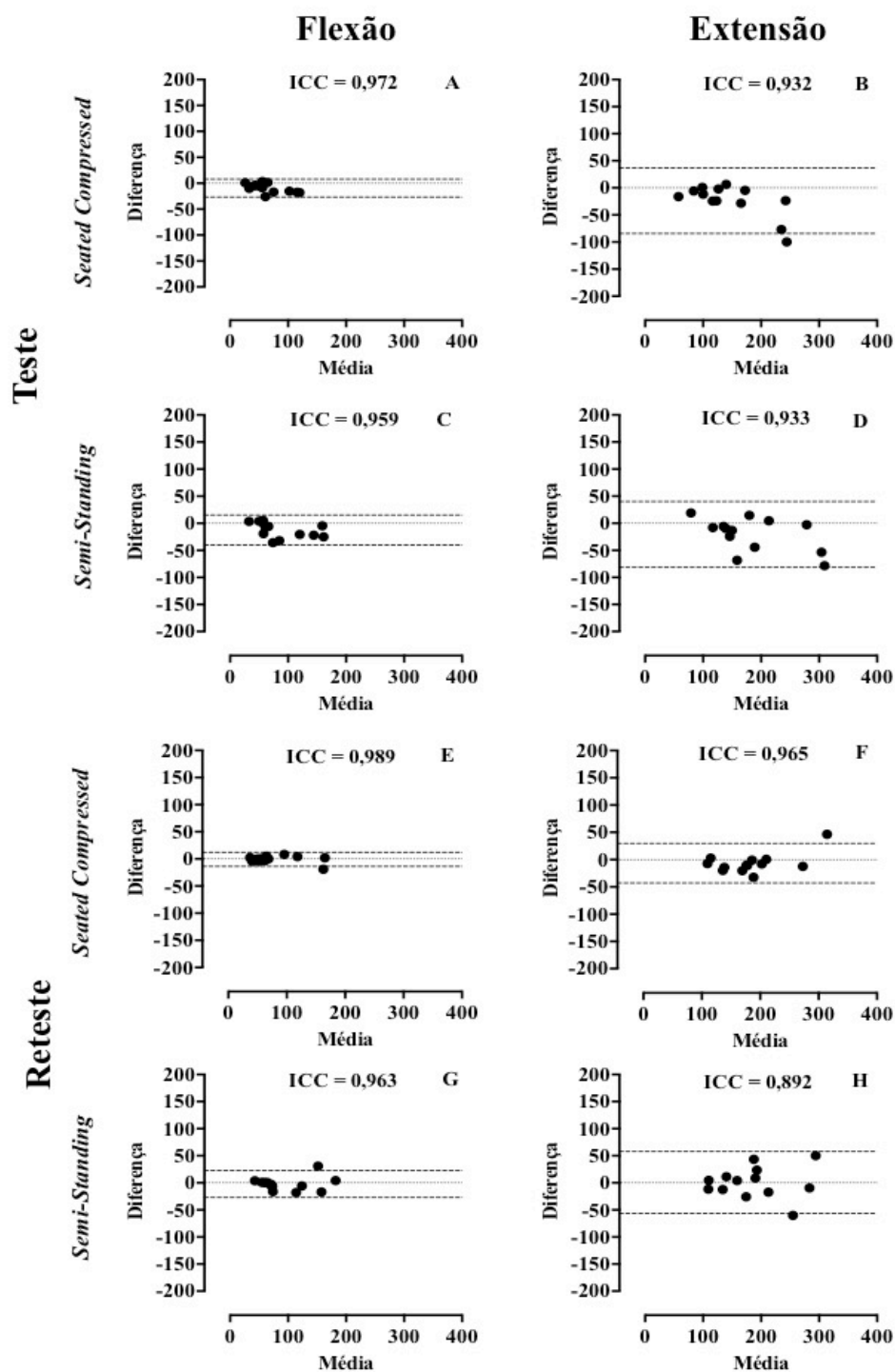
De forma similar ao controle, para o grupo hemiparesia (Figura 5), os valores de confiabilidade variaram de 0,93 a 0,97 para o teste e de 0,89 a 0,98 para o reteste, sempre indicando confiabilidade de alta a muito alta.

Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman também indicou na flexão (Figura 5A, C, E e G), pouco desvio entre as medidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, a exemplo do que aconteceu no grupo controle para esta mesma variável, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 5A, C, E e G). Apesar da similaridade, em particular para as medidas repetidas no movimento de flexão, do teste, na posição SS (Figura 5C); as diferenças entre as medidas obtidas pelos examinadores concentraram-se muito próximo à reta  $y=0$  ou abaixo dela, indicando pouca diferença ou uma tendência do examinador 1 (E1) registrar maiores valores de pico de torque.

Foi observada, também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figuras 5A e C) quanto no reteste (Figuras 5E e G), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,97 e 0,95 para a posição SC e SS e no reteste de 0,98 e 0,96 para a posição SC e SS.

Da mesma forma que observada no controle, aqui para o grupo hemiparesia, no movimento de extensão do tronco (Figura 5B, D, F e H), observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão em todos os procedimentos (Figuras 5A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente no teste na posição SC (Figura 5B) e na posição SS (Figura 5D), ou seja, estes alargamentos tenderam a aparecer no teste e a retornar aos limites de referência no reteste para ambas as posições (Figuras 5F e H).

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram respectivamente de 0,93 para a posição SC e SS e no reteste de 0,96 e 0,89 para a posição SC e SS.



**Figura 5:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável pico de torque (em Nm) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.



#### **4.2.2. Pico de torque normalizado (Nm/Kg)**

Repetindo o comportamento de reprodutibilidade das medidas observado para a variável pico de torque, de maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável pico de torque normalizado em Nm/Kg nos grupos controle e hemiparesia, também indicaram confiabilidade alta a muito alta com valores acima de 0,81 (Figuras 6 e 7).

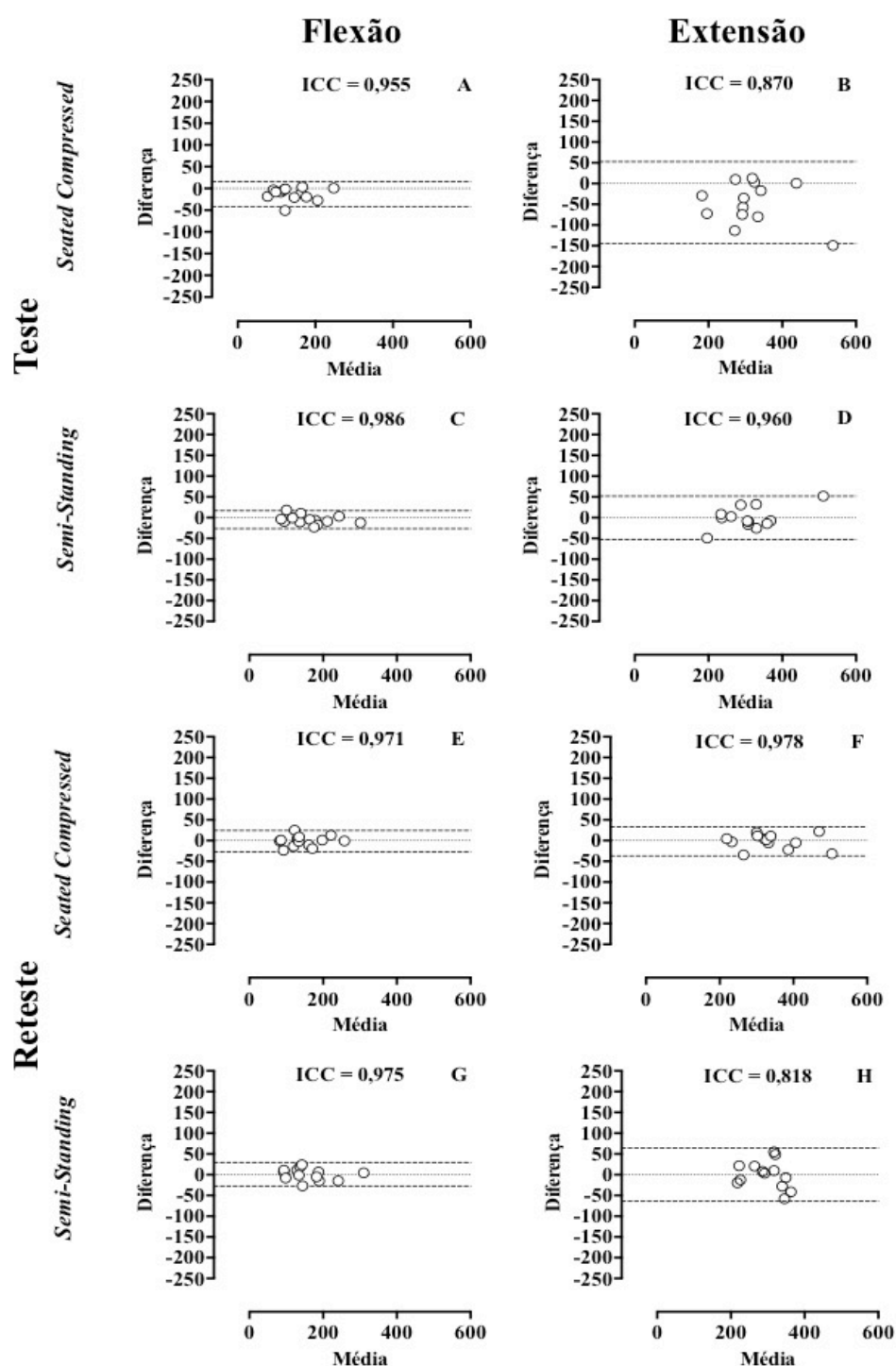
##### **4.2.2.1 Pico de torque normalizado grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 6), os valores de confiabilidade variaram de 0,87 a 0,98 para o teste e de 0,81 a 0,97 para o reteste, sempre indicando confiabilidade de alta a muito alta.

Ainda, para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 6A, C, E e G), pouco desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos das figuras 6A, C, E e G). Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figura 6A e C) quanto no reteste (Figuras 6E e G), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,95 e 0,98 para a posição SC e SS e no reteste de 0,97 para ambas posições.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 6B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figuras 6A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente na posição SC (Figura 6B) do que na posição SS (Figura 6D) no teste, porém este alargamento retornou aos limites de referência no reteste (Figuras 6F e H).

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC, acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,87 e 0,96 para a posição SC e SS e no reteste de 0,97 e 0,81 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 6:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontinuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

#### 4.2.2.2 Pico de torque normalizado no grupo hemiparesia

De forma similar ao controle, para o grupo hemiparesia (Figura 7), os valores de confiabilidade na variável analisada variaram de 0,91 a 0,96 para o teste e de 0,84 a 0,98 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

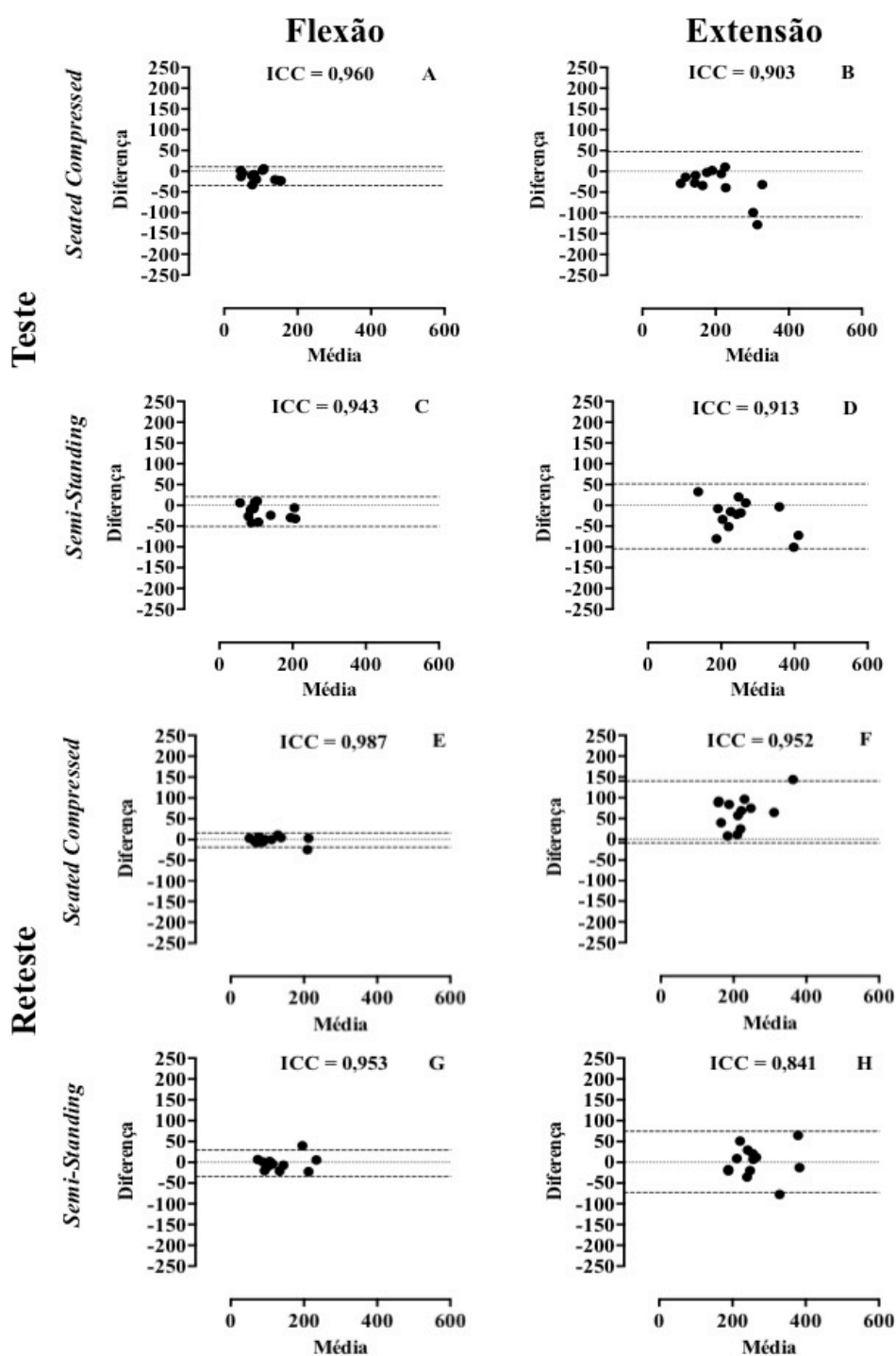
Ainda, para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 7A, C, E e G), pouco desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 7A, C, E e G).

Foi observada, também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figuras 7A e C) quanto no reteste (Figuras 7E e H), nas duas posições da alavanca. Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,96 e 0,94 para a posição SC e SS e no reteste de 0,98 e 0,95 para a posição SC e SS.

Mantendo o comportamento observado até então, no movimento de extensão do tronco (Figura 7B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão em todas as condições de repetição da medida entre examinadores (Figura 7A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente no teste (Figura 7B e D) nas posições SC e SS, porém esta tendência ao alargamento se manteve em todo o reteste. Curioso foi notar um aumento em diferenças com valores predominantemente negativos (Figura 7B, abaixo da reta  $y=0$ ) e positivos (Figura 7F, acima da reta  $y=0$ ) alargando a faixa de LC em diferentes condições de repetição.

Para as medidas repetidas entre examinadores no movimento de extensão, na posição SC, obtidas no teste para o grupo hemiparesia, as repetições indicam registros de maior valor feitos pelo examinador 2 (E2); enquanto na mesma condição, porém no reteste, as repetições indicaram registros de maior valor obtidos pelo examinador 1 (E1).

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,90 e 0,91 e no reteste de 0,95 e 0,84 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 7:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

### **4.2.3. Potência muscular (W)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável muscular em Watts nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade alta a muito alta com valores acima de 0,86 (Figuras 8 e 9).

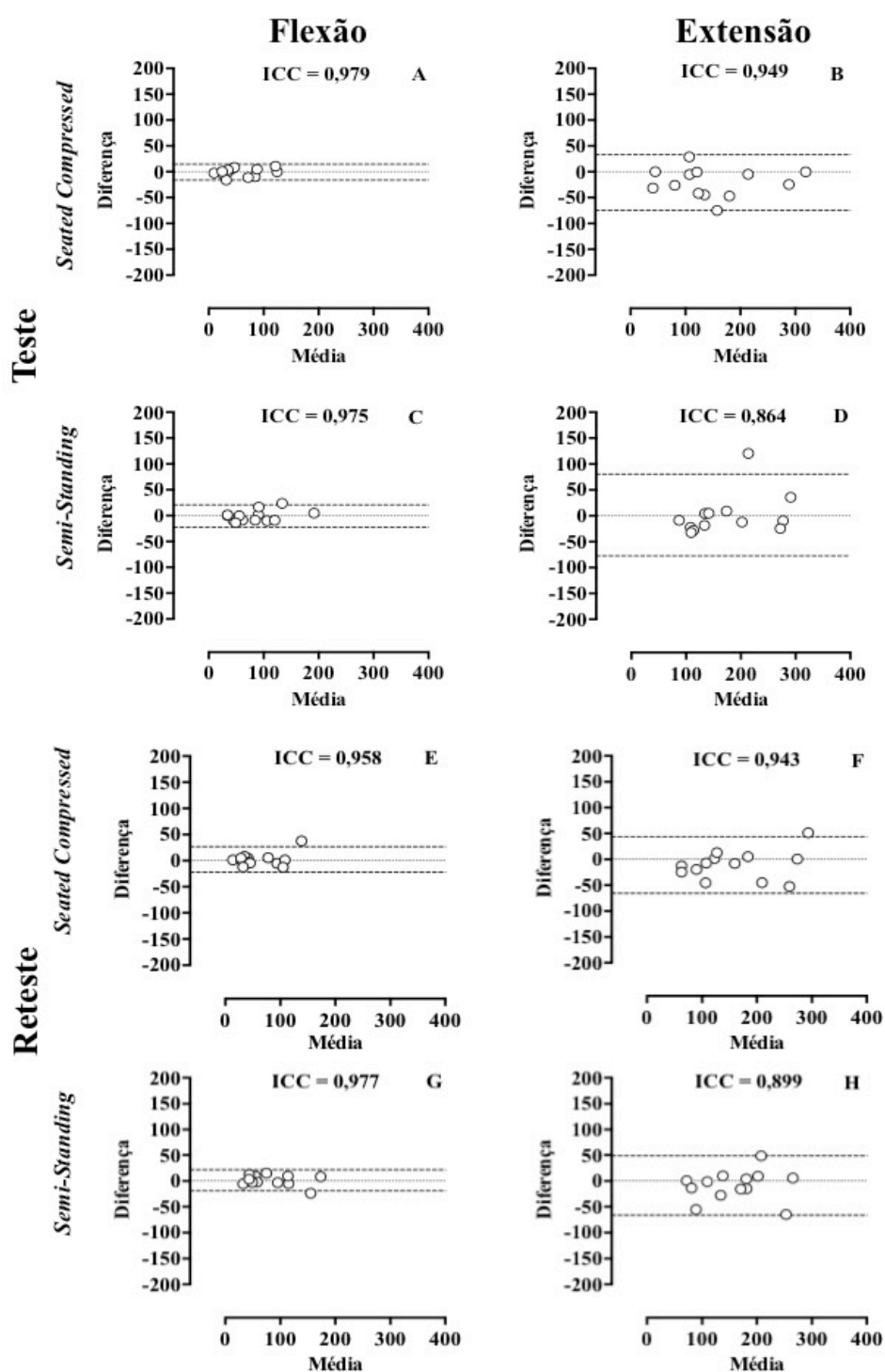
#### **4.2.3.1 Potência muscular no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 8), os valores de confiabilidade variaram de 0,86 a 0,97 para o teste e de 0,89 a 0,99 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

Ainda para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 8A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Próximos a esta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos 8A, C, E e G).

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figuras 8A e C) quanto no reteste ((Figuras 8E e G), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,97 para ambas posições e no reteste de 0,95 e 0,97 para a posição SC e SS, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 8B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figuras 8A, C, E e G). Ainda, no movimento de extensão, foi observada uma constância dos valores de ICC. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,94 e 0,86 para a posição SC e SS e no reteste de 0,94 e 0,89 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 8:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável potência muscular (em W) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classes (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

#### 4.2.3.2 Potência muscular no grupo hemiparesia

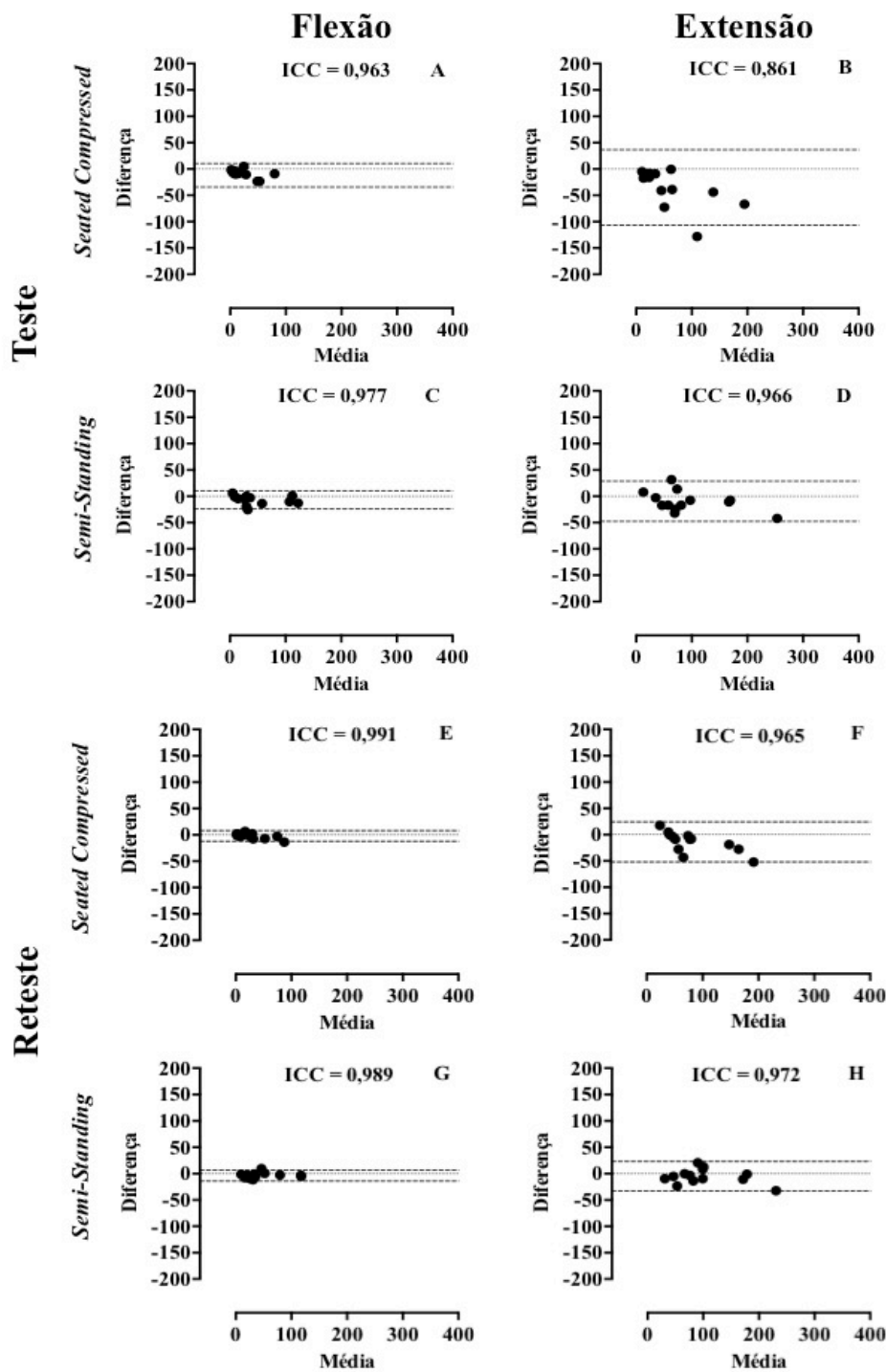
De forma similar ao controle e ao comportamento que temos observado nas outras variáveis, para o grupo hemiparesia (Figura 9), os valores de confiabilidade da potência muscular variaram para o teste de 0,86 a 0,97 e de 0,96 a 0,99 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman também indicou na flexão (Figura 9A, C, E e G), pouco desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, como usualmente observado, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 9A, C, E e G).

Foi observada, também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figuras 9A e C) quanto no reteste (Figuras E e G) nas duas posições da alavanca. Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,96 e 0,97 e no reteste de 0,99 e 0,98 para a posição SC e SS, respectivamente. Em particular, para esta variável, tivemos uma confiabilidade quase perfeita ( $ICC=1,00$ ), com faixas de LC quase coincidente com a reta  $y=0$  (Figura 9E e G).

No movimento de extensão do tronco (Figura 9B, D, F e H) observaram-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão em todos os procedimentos, como de costume (Figura 9A, C, E e G). Entretanto, este alargamento foi mais evidente na posição SC do teste (Figura 9B), observando uma redução do alargamento na posição SS (Figuras 9D) e no reteste (Figuras 9F e H).

Ainda no movimento de extensão, foi observado uma redução no valor de ICC que contribuiu para uma perda da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,86 e 0,96 e no reteste de 0,96 e 0,97 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 9:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável potência muscular (em W) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico



#### **4.2.4. Trabalho total (J)**

De maneira geral e diferindo um pouco do observado até agora nas demais variáveis, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável trabalho total em Joule nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade muito alta com valores acima de 0,94 (Figuras 10 e 11).

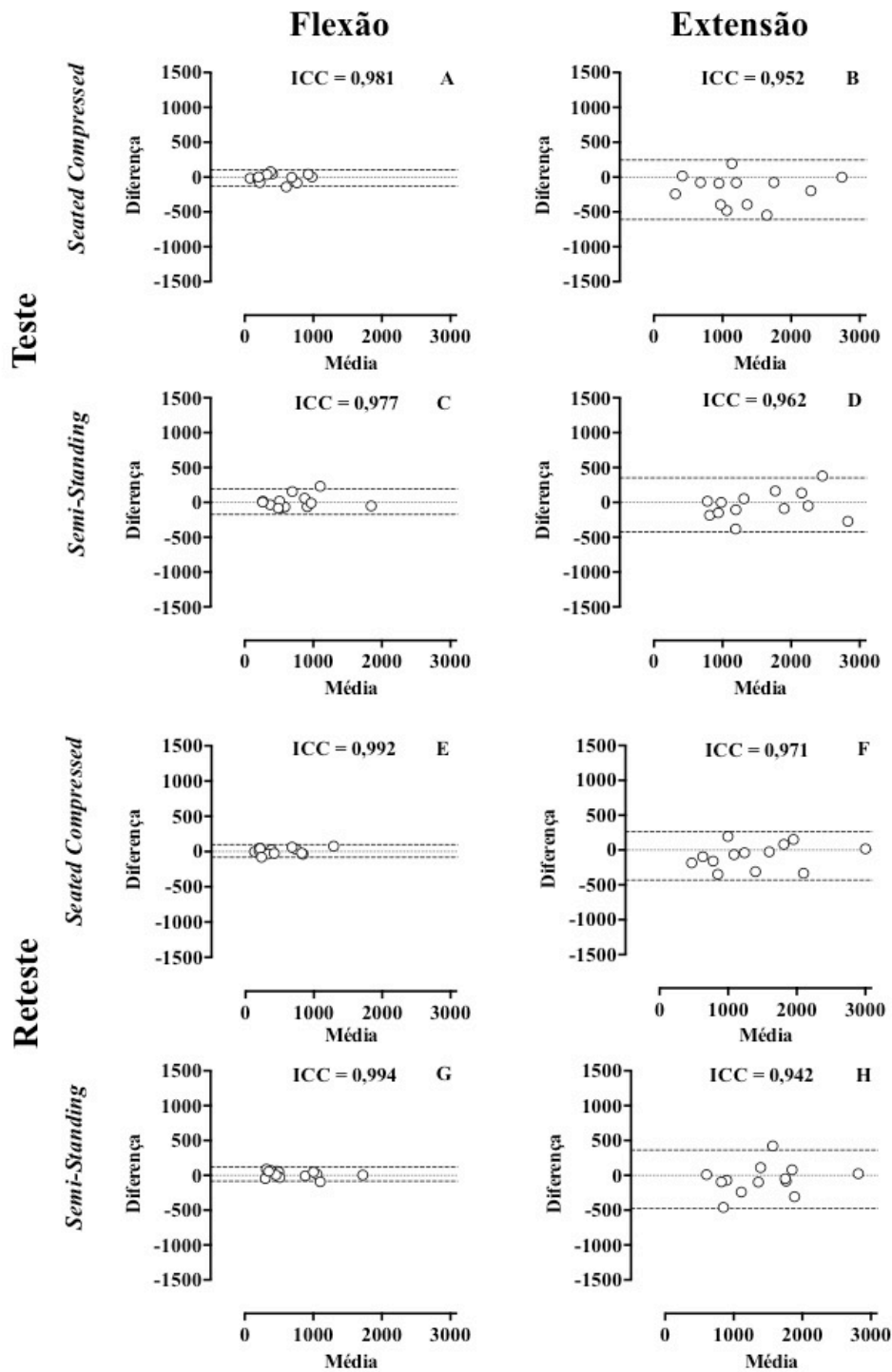
##### **4.2.4.1 Trabalho total no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 10), os valores de confiabilidade variaram de 0,95 a 0,98 para o teste e de 0,94 a 0,99 para o reteste, sempre indicando confiabilidade muito alta.

Ainda para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 10A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 10A, C, E e G).

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figura 10A e C) quanto no reteste (Figura 10E e G), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,98 e 0,97 para a posição SC e SS e no reteste de 0,99 para ambas posições, respectivamente. Observem que são valores muito próximos da perfeita confiabilidade ( $ICC=1,00$ ).

No movimento de extensão do tronco (Figuras 10B,D ,F e H) também observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figuras 10A, C, E e G). Porém, este alargamento não interferiu na constância dos valores de ICC que se mantiveram como indicativo de muito alta confiabilidade. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,95 e 0,96 e no reteste de 0,97 e 0,94 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 10:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável trabalho total (em J) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

#### 4.2.4.2 Trabalho total no grupo hemiparesia

Diferindo um pouco do controle que só indicou ICC qualificador de muito alta confiabilidade, para o grupo hemiparesia (Figura 11), os valores de confiabilidade variaram de 0,88 a 0,97 para o teste e de 0,96 a 0,99 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta e reproduzindo o padrão psicométrico de repetição observado nas demais variáveis até então analisadas.

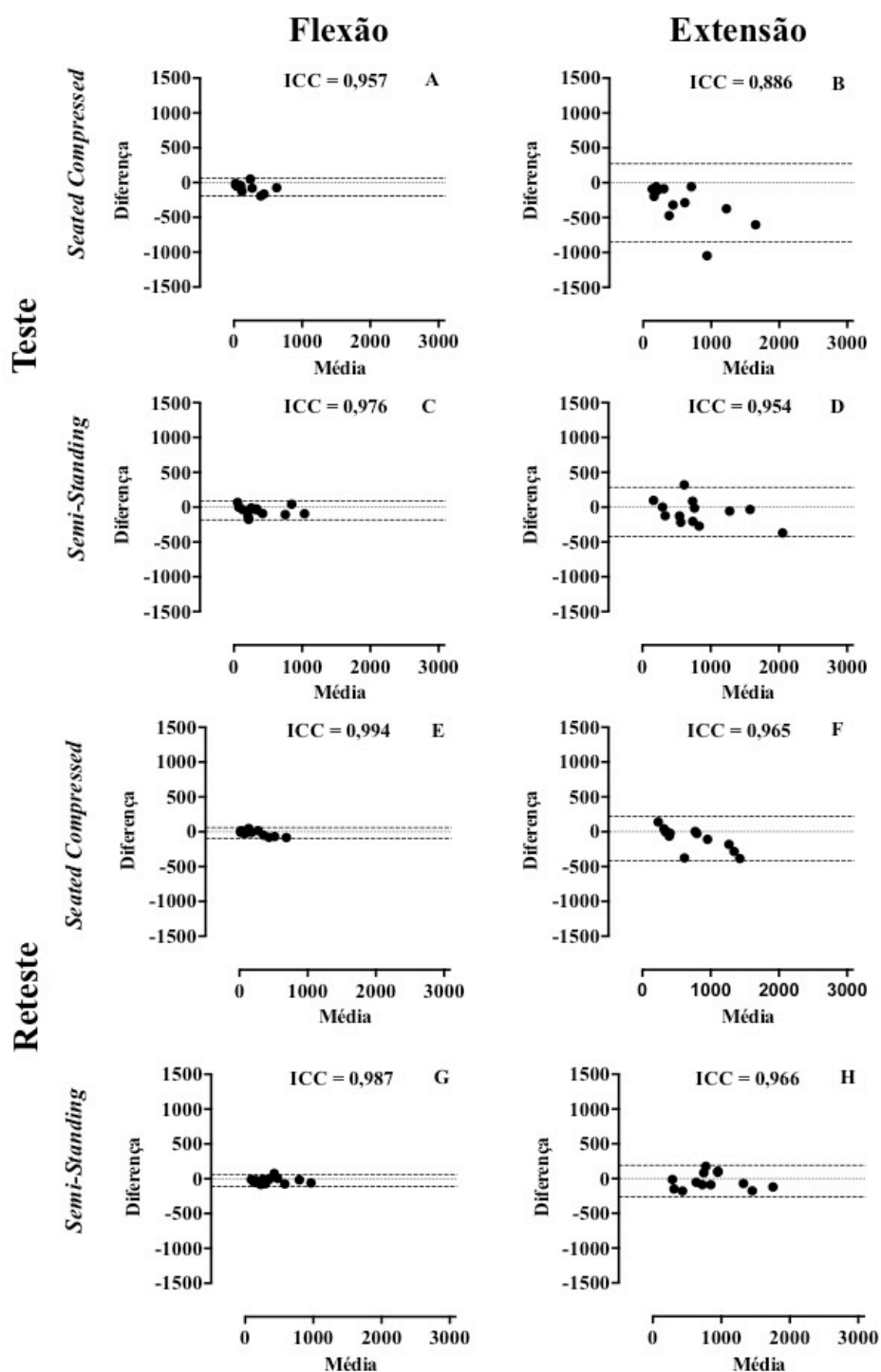
Ainda, conforme já observado em outras variáveis para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman também indicou na flexão (Figura 11A, C, E e G), pouco desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 11A, C, E e G).

Foi observada, também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figuras 11A e C) quanto no reteste (Figuras E e G), nas duas posições da alavanca. Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,95 e 0,97 para a posição SC e SS e no reteste de 0,99 e 0,98 para a posição SC e SS, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figura 11B, D, F e H) também observou-se alargamento das faixas de LC em relação ao observado no movimento de flexão (Figura 11A, C, E e G) em todos os procedimentos. Este alargamento também foi mais evidente na posição SC (Figura 11B) do que na posição SS (Figura 11D) no teste, acomodando em relação aos valores de referência quando obtidas no reteste (Figuras 11F e H), como observado na maioria das variáveis.

Ainda no movimento de extensão, foi observada uma perda da constância dos valores de ICC tanto no reteste devido ao ICC=0,88 (qualificador de confiabilidade alta) que diferiu dos demais ICC que qualificaram confiabilidade muito alta.

Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,88 e 0,95 para a posição SC e SS e no reteste de 0,96 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 11:** Confiabilidade interexaminador com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman para a variável trabalho total (em J) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos durante o teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valores de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

### 4.3 Confiabilidade interteste (teste *versus* reteste)

Os dados sobre a confiabilidade entre as medidas obtidas pelo teste e o reteste (T–RT) por variável isocinética: PT, PTn, P e T; e por posição da alavanca de tronco: SC e SS também foram realizados conforme procedimentos mencionados na seção 3: METODOLOGIA.

Os valores referentes aos índices de correlação intraclasse (ICC) estão descritos a seguir nas figuras de 12 a 19 para os grupos controle (Figuras 12, 14, 16 e 18) e hemiparesia (Figuras 13, 15, 17 e 19), tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2. As figuras 12 e 13 são os gráficos analisados para a variável PT (em Nm); as figuras 14 e 15 para a variável PTn (em Nm/Kg); as figuras 16 e 17 para P (em J) e as figuras 18 e 19 para T (em W).

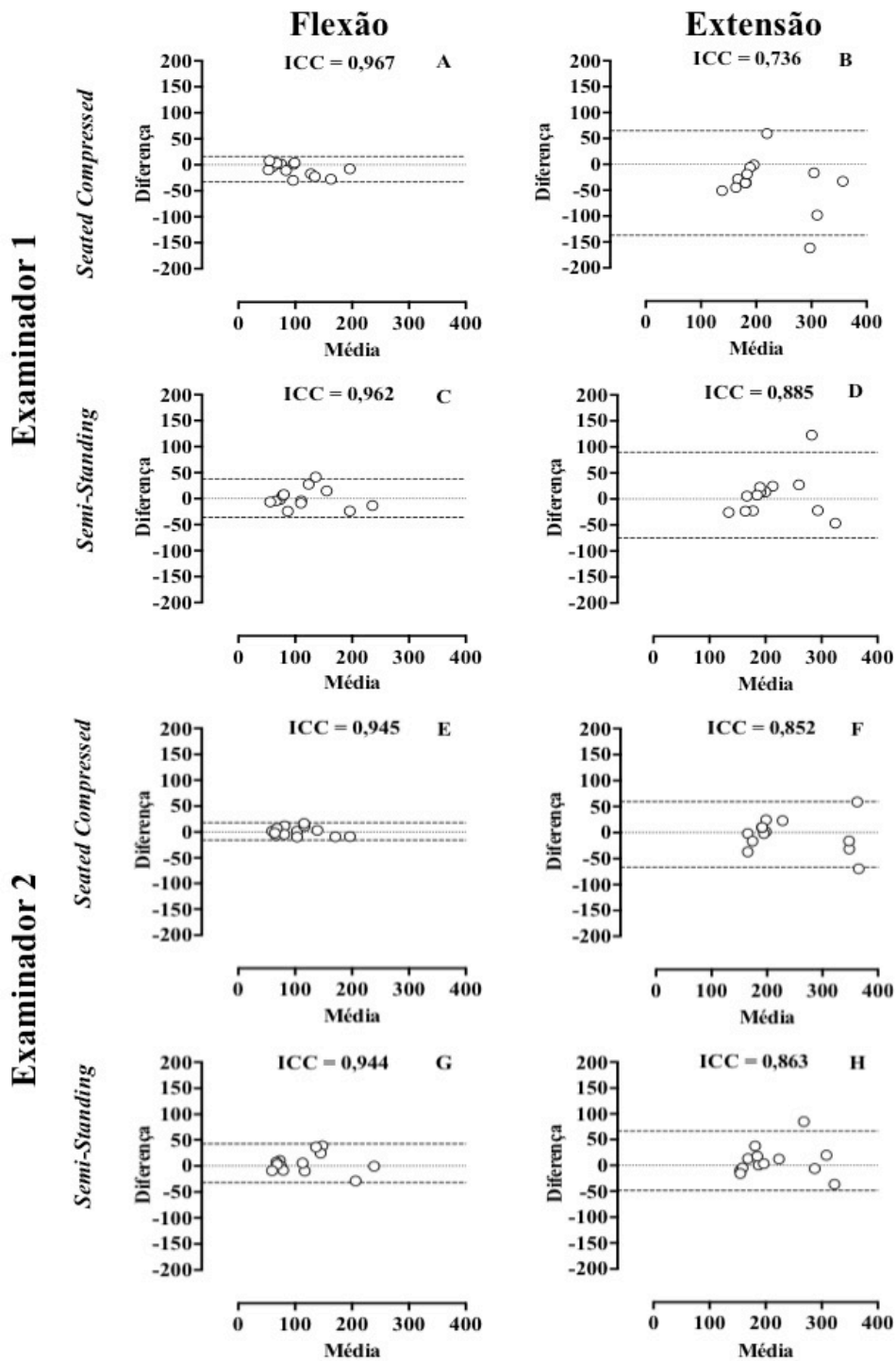
A confiabilidade entre as medidas obtidas no teste e reteste, a maneira do que foi analisado para repetições entre examinadores, também foi analisada pela média e diferença entre as medidas repetidas nos movimentos de flexão e extensão, porém agora para o examinador 1 e o examinador 2, nas posições SC e SS que estão descritas separadamente abaixo nos gráficos plotados pelo método Bland-Altman considerando um IC de 95% que constitui os LC das medidas.

#### 4.3.1. Pico de torque

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas no teste e reteste para a variável pico de torque em Nm nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade alta a muito alta confirmada por valores de ICC acima de 0,73 (Figuras 12 e 13).

##### 4.3.1.1. Pico de torque no grupo controle

Para o grupo controle (Figura 12), os valores de confiabilidade variaram de 0,73 a 0,96 para o examinador 1 e de 0,85 a 0,94 para o examinador 2, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta. A plotagem pelo método Bland-Altman neste mesmo grupo indicou no movimento de flexão (Figuras 12A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta ou próximo a ela, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 12A, C, E e G).



**Figura 12:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC determinantes de confiabilidade muito alta tanto no examinador 1 (Figura 12A e C) quanto no examinador 2 (Figuras 12B e D), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para as medidas repetidas na flexão do tronco registradas pelo examinador 1 e 2 foram respectivamente de 0,96 e de 0,94 para ambas as posições.

Já para medidas repetidas no movimento de extensão do tronco (Figuras 12B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figuras 12A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente na posição SC tomada pelo examinador 1 (Figura 12B) do que na posição SS (Figura 12D) e nas medidas tomadas pelo examinador 2 no reteste.

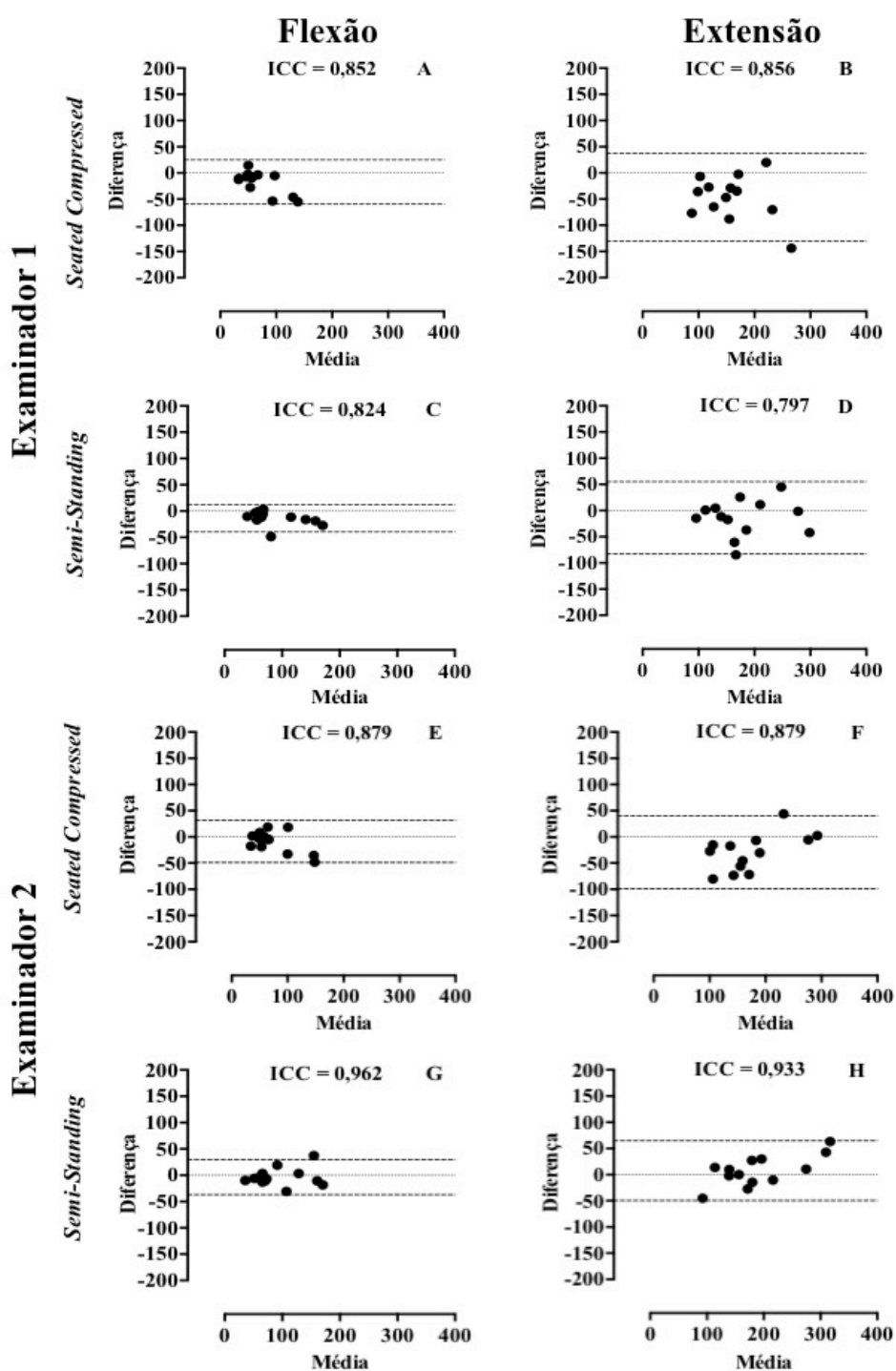
Ainda no movimento de extensão, foi observada uma constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados, porém neste movimento os valores de ICC foram menores e não determinantes de confiabilidade muito alta, mas sim alta. Os valores de ICC para a extensão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,73 e 0,88 para a posição SC e SS e pelo examinador 2 de 0,85 e 0,86 para a posição SC e SS, respectivamente.

Foi curioso notar aqui que os quatro participantes que obtiveram mais força nos movimentos de extensão das diferentes condições de repetição, foram também aqueles que contribuíram para as maiores diferenças entre as medidas obtidas no reteste ocasionando o alargamento no LC observado.

#### **4.3.1.2 Pico de torque no grupo hemiparesia**

De forma similar ao controle, para o grupo hemiparesia (Figura 13), os valores de confiabilidade variaram de 0,79 a 0,85 para o examinador 1 e de 0,87 a 0,96 para o examinador 2, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

Ainda, porém agora para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 13A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, também é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 13 A, C, E e G). Foi observado, no movimento de flexão, uma constância dos valores de ICC acompanhando os desvios mencionados.



**Figura 13:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico



Mantendo o padrão observado para o movimento de extensão do tronco (Figura 13B, D, F e H), observaram-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 13A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente na posição SC (Figura 13B) do que nas demais condições de repetição interteste para o movimento de extensão.

Diferente do grupo controle, para o grupo hemiparesia, a repetição interteste no movimento de extensão promoveu uma maior afastamento da reta  $y=0$ , promovendo uma maior dispersão das diferenças entre as medidas. Como no controle, também no grupo hemiparesia, os participantes com mais força foram os que promoveram maior diferença.

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,85 e 0,79 para o examinador 1 e de 0,87 e 0,93 para o examinador 2, respectivamente.

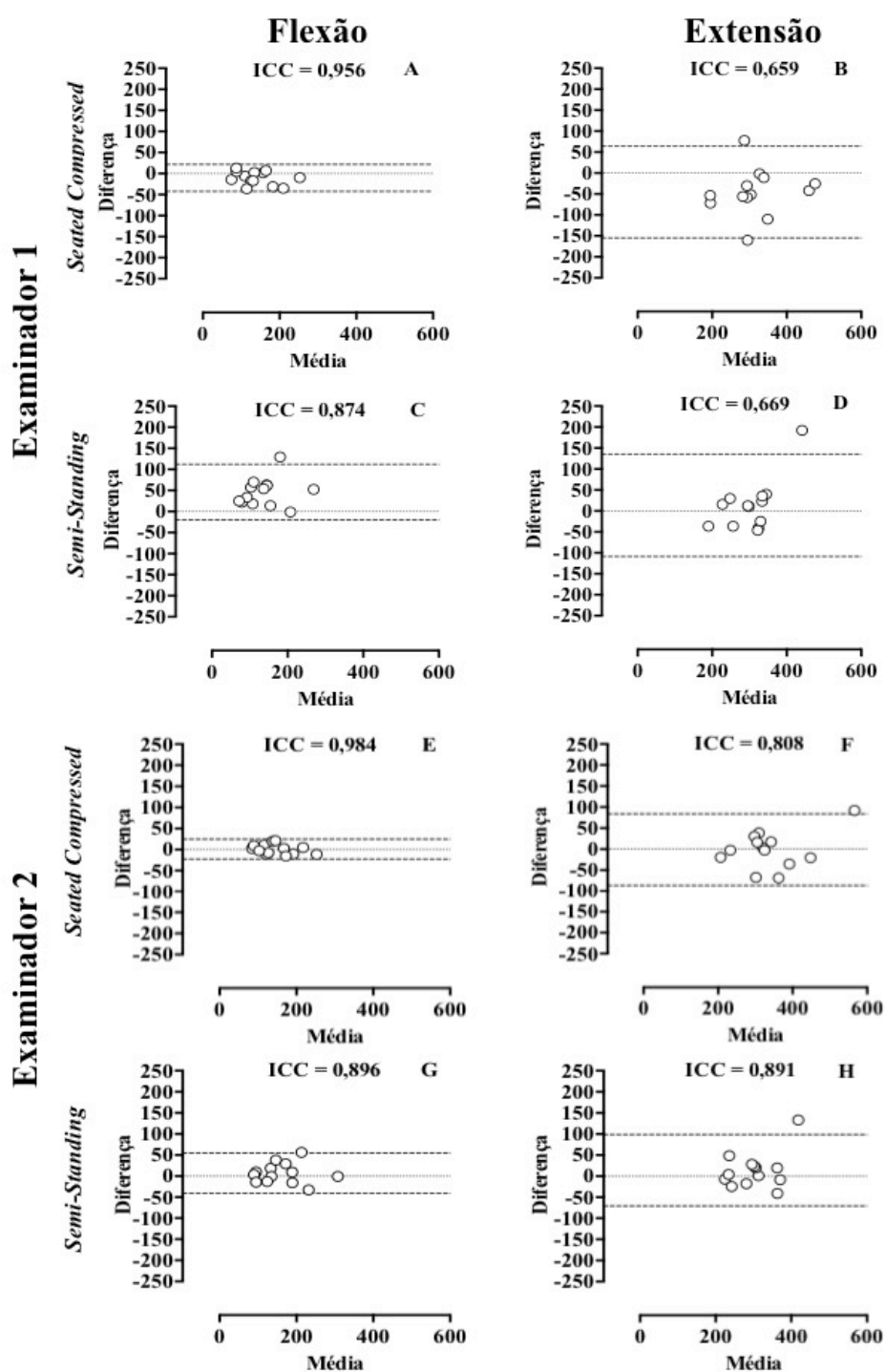
#### **4.3.2. Pico de torque normalizado (Nm/Kg)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável pico de torque normalizado em Nm/Kg nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade moderada a muito alta para as medidas repetidas interteste com valores acima de 0,65 (Figuras 14 e 15).

##### **4.3.2.1. Pico de torque normalizado no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 14), os valores de confiabilidade variaram de 0,65 a 0,95 para o examinador 1 e de 0,80 a 0,98 para o examinador 2, indicando confiabilidade de moderada a muito alta. A plotagem pelo método Bland-Altman indicou nas medidas repetidas para o movimento de flexão (Figuras 14A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$ . Entretanto, nesta condição de repetição, poucos foram os participantes cujas diferenças estão contidas nesta reta (pontos nos gráficos da figura 14A, C, E e G).

Diferente do padrão observado até o momento, ainda para repetições durante o movimento de flexão foi possível notar um alargamento dos LC para quando as repetições foram tomadas na posição SS (Figura 14C e G). Estes alargamentos tornaram-se mais evidentes no reteste (Figura 14B, D, F e H). Os valores de ICC determinaram nas repetições em flexão valores qualificadores de alta e muito alta confiabilidade.



**Figura 14:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

Os valores de ICC para a flexão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,95 e 0,87 e pelo examinador 2 de 0,98 e 89 para as medidas tomadas nas posições SC e SS, respectivamente.

Já no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Estes valores determinaram confiabilidade de moderada a alta. Os valores de ICC para a extensão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,65 e 0,66 e pelo examinador 2 de 0,80 e 0,89 para a posição SC e SS, respectivamente.

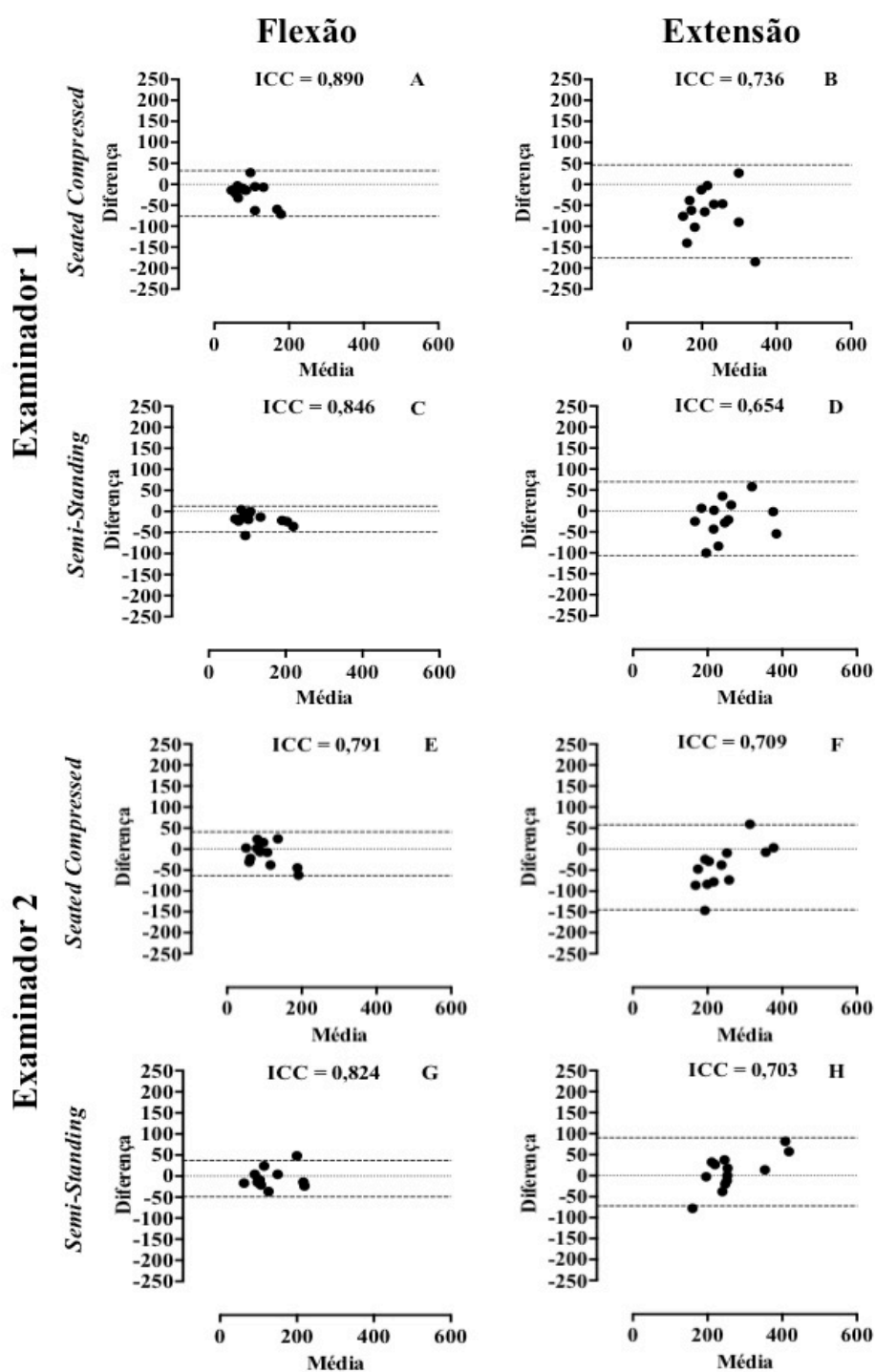
#### **4.3.2.2 Pico de torque normalizado no grupo hemiparesia**

Para o grupo hemiparesia (Figura 15), os valores de confiabilidade variaram de 0,65 a 0,89 para o examinador 1 e de 0,70 a 0,82 para o examinador 2, indicando confiabilidade de moderada a alta.

No grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou nas repetições tomadas no movimento flexão (Figura 15A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Ao longo desta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 15A, C, E e G). A constância dos valores de ICC no movimento de flexão permaneceu em valores de alta confiabilidade, acompanhando os desvios mencionados tanto para o examinador 1 quanto para o 2. Os valores de ICC para a flexão do tronco no examinador 1 foram de 0,89 e 0,84 e no examinador 2 de 0,79 e 0,82 para a posição SC e SS, respectivamente.

Não diferente do que temos observado até então, nas medidas repetidas durante o movimento de extensão do tronco (Figura 15B, D, F e H), observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 15A, C, E e G). Este alargamento foi evidente nas duas posições, tanto para as medidas tomadas pelo examinador 1 quanto pelo 2.

Ainda no movimento de extensão, constatamos um comprometimento da constância dos valores de ICC que acompanharam os alargamentos mencionados em valores determinantes de moderada e alta confiabilidade. Os valores de ICC para a extensão do tronco no examinador 1 foram de 0,73 e 0,65 nas posições SC e SS e para o examinador 2 de 0,70 em ambas as posições da cadeira, respectivamente.



**Figura 15:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontinuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

### **4.3.3. Potência muscular (W)**

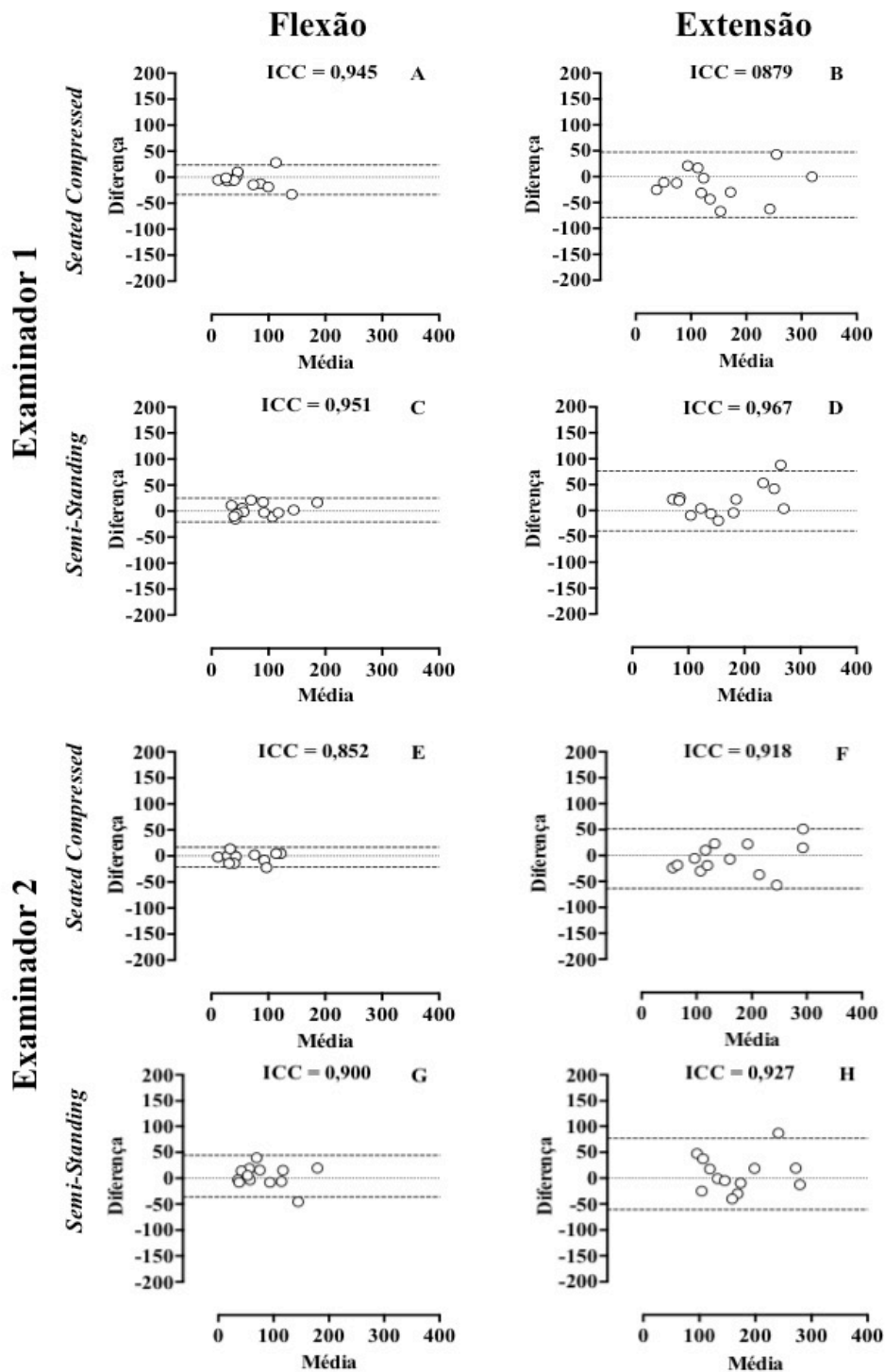
De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável potência muscular em Watts nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade moderada a muito alta com valores acima de 0,65 (Figuras 14 e 15).

#### **4.3.3.1 Potência muscular no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 16), os valores de confiabilidade variaram de 0,87 a 0,96 para o examinador 1 e de 0,85 a 0,92 para o examinador 2, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

No grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 16A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado ao longo da reta  $y=0$  que contem a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível se encontrar de forma concentrada a maioria dos participantes (pontos nos gráficos das figuras 16A, C, E e G). Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto pelo examinador 1 quanto pelo examinador 2, nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco pelo examinador 1 foram respectivamente de 0,94 e 0,95 e pelo examinador 2 de 0,85 e 0,90 para as posições SC e SS, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 16B, D, F e H) observou-se as já esperadas faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figuras 16A, C, E e G) de forma a não comprometer a constância dos valores de ICC que permaneceram determinando alta e muito alta confiabilidade. Entretanto, no movimento de extensão, os desvios da reta  $y=0$  evidenciaram diferenças para os participantes de forma mais dispersa do que a observada no movimento de flexão. Os valores de ICC para a extensão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,87 e 0,96 e pelo examinador 2 de 0,91 e 0,92 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 16:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência (em W) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

### 4.3.1.2 Potência muscular no grupo hemiparesia

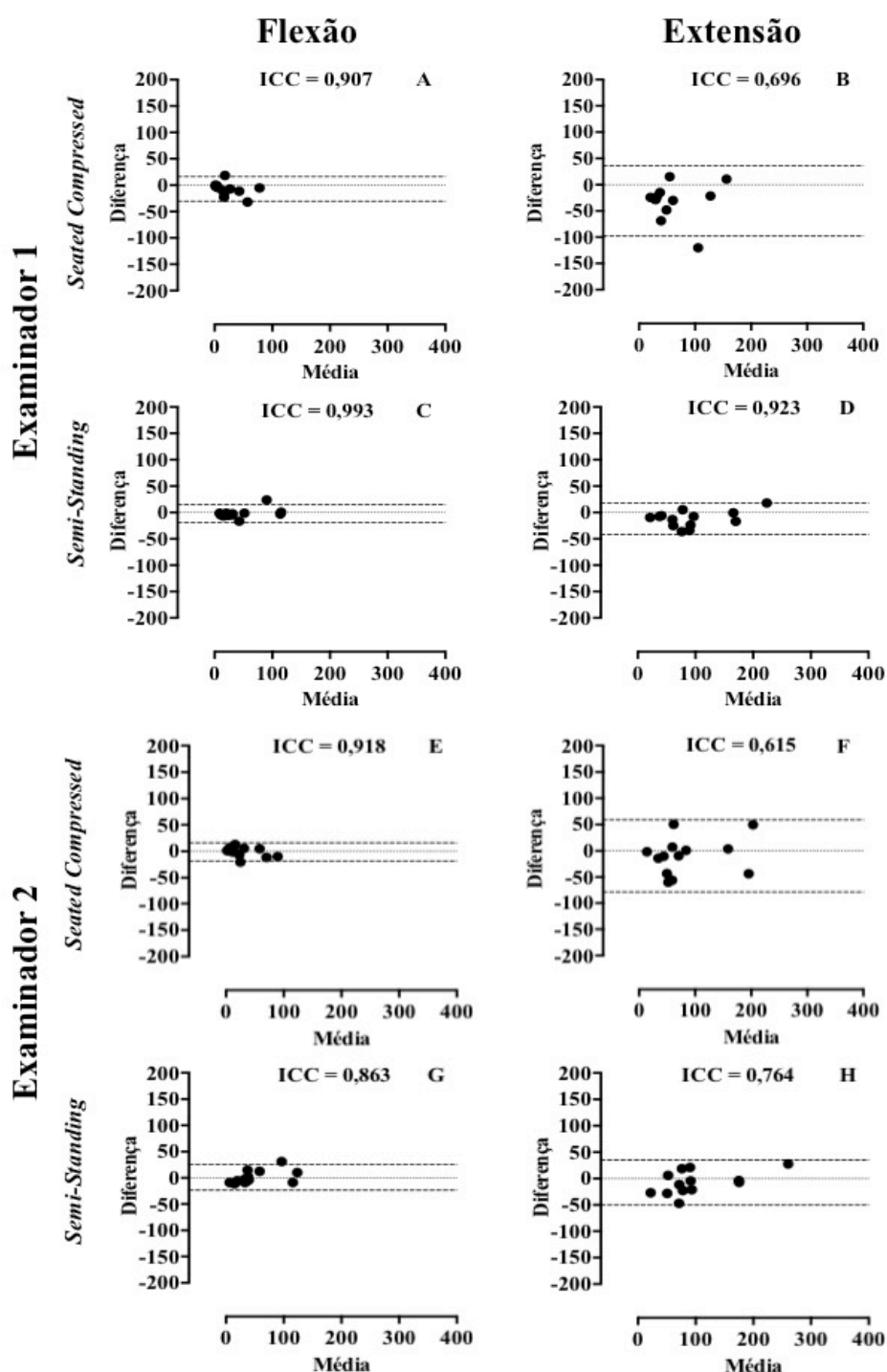
Diferenciando-se um pouco do controle, para o grupo hemiparesia (Figura 17), os valores de confiabilidade variaram de 0,69 a 0,99 para o examinador 1 e de 0,61 a 0,91 para o examinador 2, indicaram confiabilidade moderada a muito alta. Estando as confiabilidades moderadas sempre presentes nas medidas repetidas tomadas no movimento de extensão quando realizadas na posição SC.

No grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 17A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado ao longo da reta  $y=0$  que contem a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Próximos a esta reta e de forma concentrada, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 13A, C, E e G).

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância dos valores de ICC qualificando alta e muito alta confiabilidade. Os valores de ICC para a flexão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,90 e 0,99 e pelo examinador 2 de 0,91 e 0,86 para a posição SC e SS, respectivamente.

Já no movimento de extensão do tronco (Figura 17B, D, F e H) observou-se faixas de LC levemente mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 17A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente nas repetições das posições SC tanto tomadas pelo examinador 1 como pelo 2 (Figura 17B e F).

Os alargamentos comprometeram a constância dos valores de ICC que acompanharam os alargamentos mencionados em valores de confiabilidade moderada. Os valores de ICC para a extensão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,69 e 0,92 e pelo examinador 2 de 0,61 e 0,76 para a posição SC e SS, respectivamente.



**Figura 17:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência (em W) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classes (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.



#### **4.3.4. Trabalho total (J)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável trabalho total em J nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidades alta a muito alta com valores de ICC acima de 0,75 (Figuras 18 e 19).

##### **4.3.1.1. Trabalho total no grupo controle**

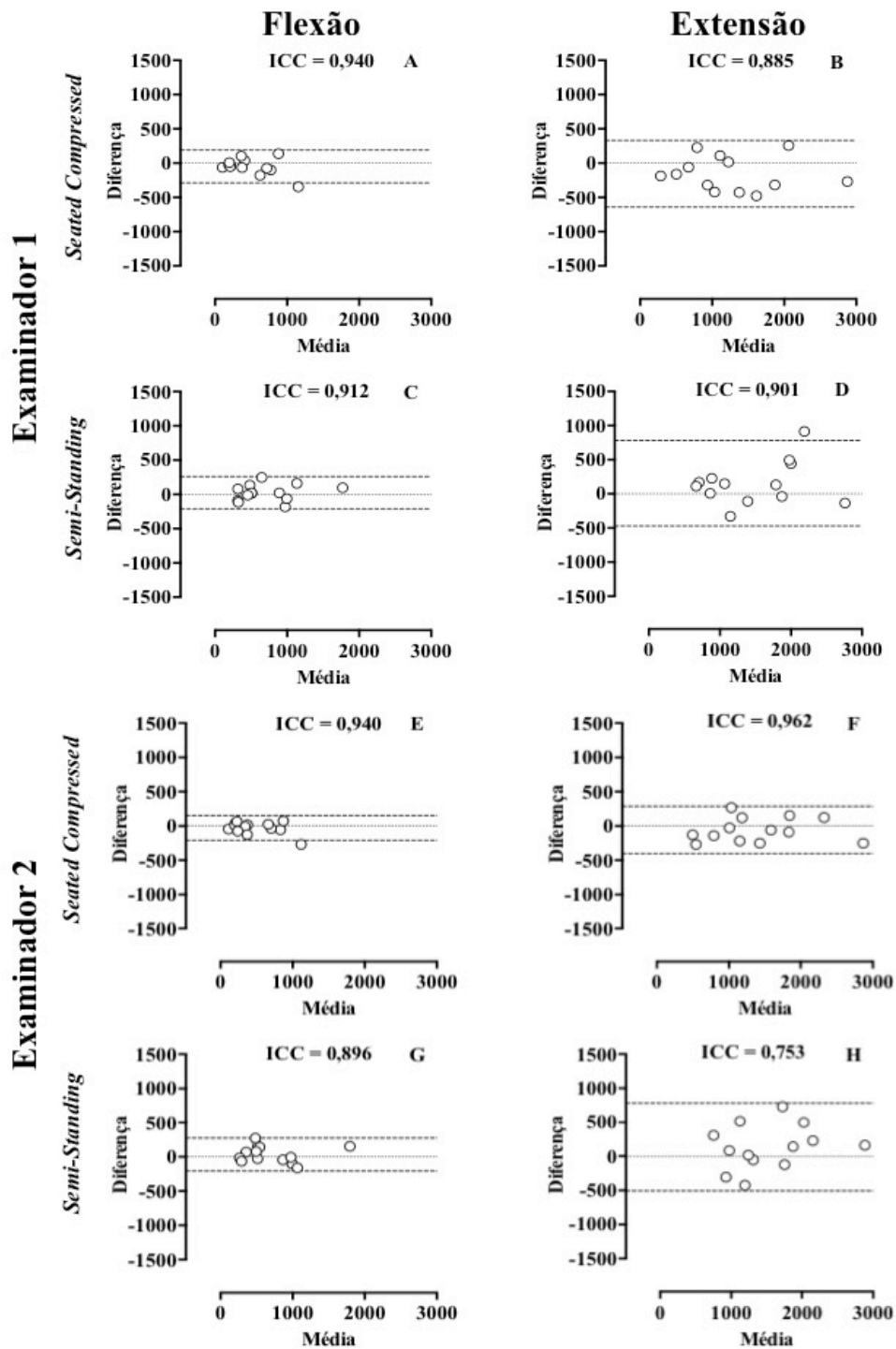
Para o grupo controle (Figura 18), os valores de confiabilidade variaram de 0,88 a 0,94 para o examinador 1 e de 0,75 a 0,96 para o examinador 2, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

Ainda para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 18A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 18A, C, E e G).

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto pelo examinador 1 (Figuras 18A e C) quanto pelo examinador 2 (Figuras 18E e G), nas duas posições da alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco pelo examinador 1 foram respectivamente de 0,94 e 0,91 e pelo examinador 2 de 0,94 e 0,89 para a posição SC e SS.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 18B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas nos movimentos de flexão (Figuras 18A, C, E e G). Este alargamento foi evidente em ambas as posições, porém normalizaram-se no reteste

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,88 e 0,90 e pelo examinador 2 de 0,96 e 0,75 para a posição SC e SS, respectivamente



**Figura 18:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho (em J) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

#### 4.3.1.2. Trabalho total no grupo hemiparesia

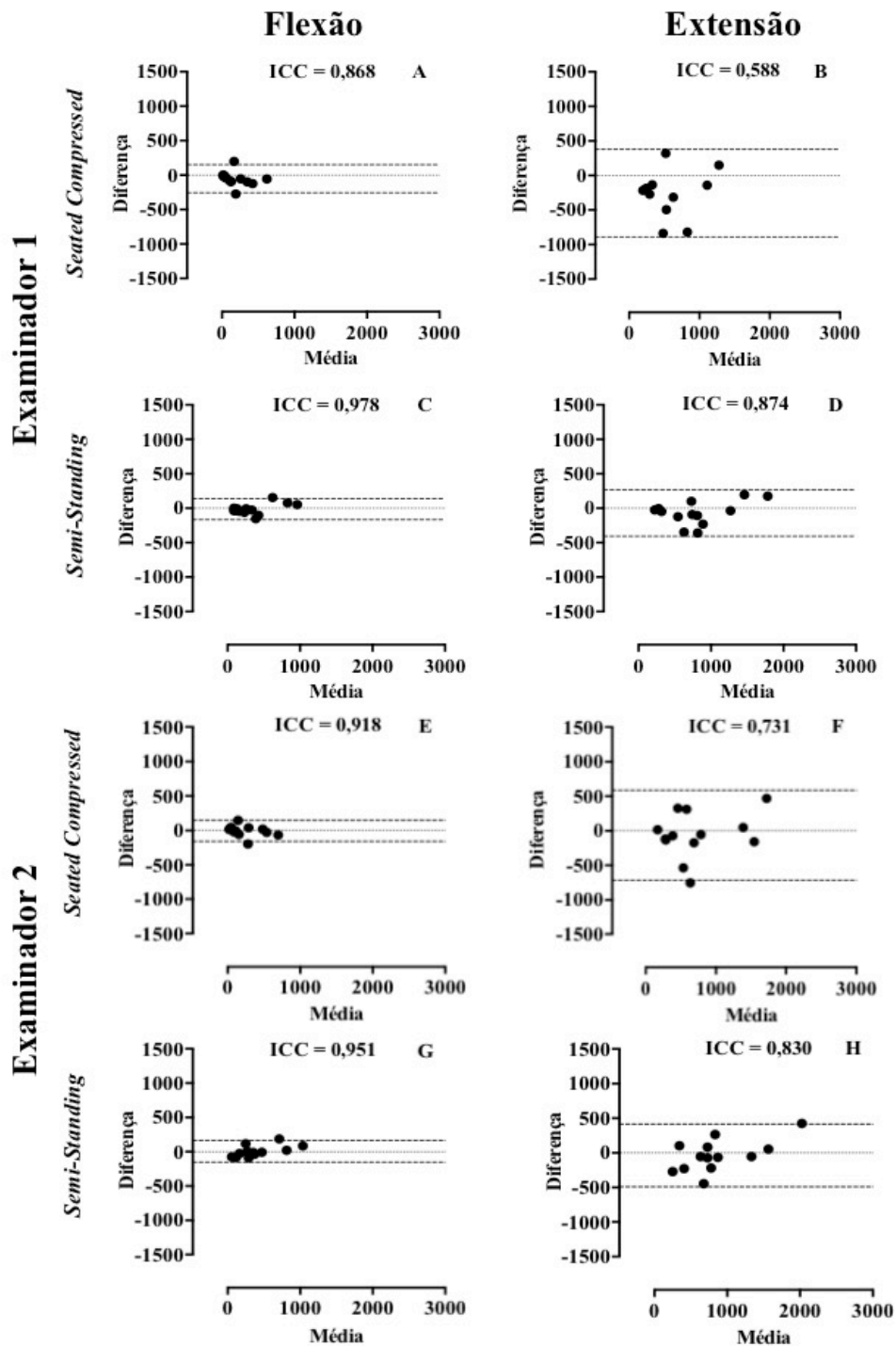
De forma similar ao controle, para o grupo hemiparesia (Figura 19), os valores de confiabilidade variaram de 0,58 a 0,97 para o examinador 1 e de 0,73 a 0,95 para o examinador 2, indicando confiabilidade moderada a muito alta.

Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 19A, C, E e G), pouco ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contem a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 19A, C, E e G). Foi observada, no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto pelo examinador 1 (Figura 19A e C) quanto pelo examinador 2 (Figuras 19E e F), nas duas posições de alavanca (SC e SS). Os valores de ICC para a flexão do tronco pelo examinador 1 foram de 0,86 e 0,97 e pelo examinador 2 de 0,91 e 0,95 para a posição SC e SS, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figura 19B, D, F e H) observou-se aquelas faixas de LC mais alargadas do que as observadas nos movimentos de flexão (Figuras 19A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente na posição SC (Figura 19B) do que nas demais condições de repetição de medidas tomadas durante a flexão do tronco (Figura 19D, F e H).

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados e tornando as diferenças entre medidas mais dispersas nos gráficos para os movimentos de extensão. Os valores de ICC para a extensão do tronco foram de 0,58 e 0,87 para o examinador 1 e de 0,73 e 0,83 para o examinador 2 para a posição SC e SS, respectivamente. Apesar de ainda acusar confiabilidade moderada, temos aqui o menor valor de ICC observado até o momento (Figura 19B).

Antes de continuarmos a descrever os resultados de confiabilidade das medidas repetidas descritas até então, que continua mostrando a precisão das medidas tomadas no dinamômetro isocinético, convém destacar que, em uma análise geral, a confiabilidade interteste apresentou maior variação entre as medidas repetidas do que a observada na confiabilidade interexaminador.



**Figura 19:** Confiabilidade interteste com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho (em J) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo examinador 1 (gráficos A, B, C e D) e examinador 2 (gráficos E, F, G e H), nas posições *Seated-Compressed* (gráficos A, B, E e F) e *Semi-Standing* (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

#### **4.4. Comparação da confiabilidade das medidas obtidas a partir de diferentes posições (*seated compressed* - SC e *semistanding* - SS)**

Mesmo não sendo algo convencional nos estudos psicométricos desejando observar a confiabilidade de medidas, resolvemos aplicar tais procedimentos para comparar as medidas obtidas nas diferentes posições de alavanca para teste da flexão e extensão do tronco no dinamômetro isocinético. Se fosse habitual, em analogia, tal confiabilidade poderia ser denominada confiabilidade interposição.

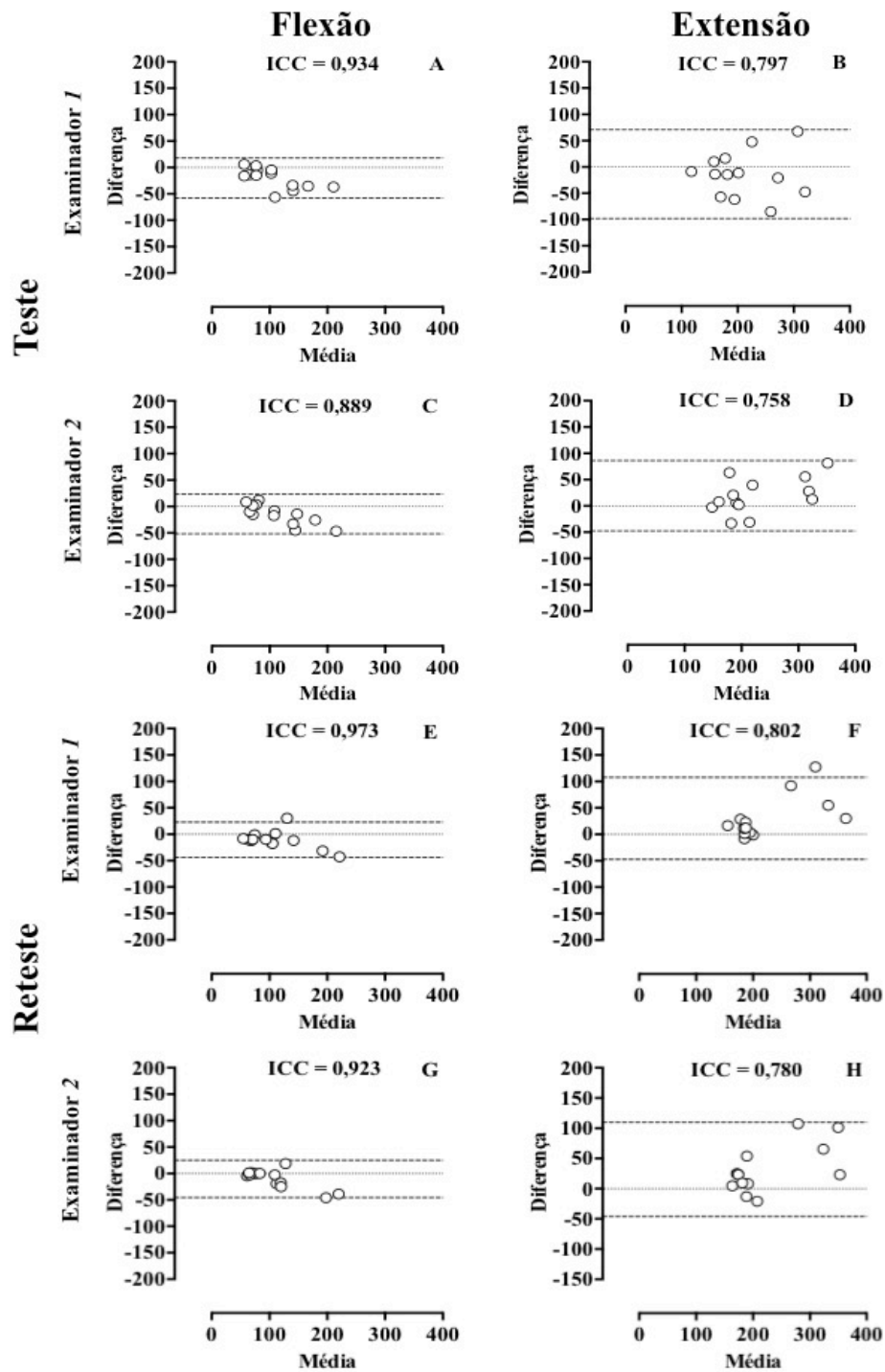
Os dados sobre a confiabilidade entre as medidas obtidas a partir das duas posições da alavanca do tronco (SC–SS) para as variáveis isocinéticas pico de torque (PT), pico de torque normalizado (PTn), potência muscular (P) e trabalho total (T); e por examinador 1 e examinador 2, tanto no teste como no reteste foram realizados conforme procedimentos mencionados na seção 3: METODOLOGIA.

Os valores referentes aos índices de correlação intraclassa (ICC) estão descritos a seguir nas figuras de 20 a 27 para os grupos controle (Figuras 20, 22, 24 e 26) e hemiparesia (Figuras 21, 23, 25 e 27), tanto para o teste quanto para o reteste. As figuras 20 e 21 são os gráficos analisados para a variável PT (em Nm); as figuras 22 e 23 para a variável PTn (em Nm/Kg); as figuras 24 e 25 para P (em J) e as figuras 26 e 27 para T (em W).

A confiabilidade entre as medidas obtidas nas posições SC e SS também foi analisada pela média e diferença entre as medidas repetidas nos movimentos de flexão e extensão, tomadas tanto no teste como no reteste pelo o examinador 1 e 2 que estão descritas separadamente abaixo nos gráficos plotados pelo método Bland-Altman considerando um IC de 95% que constitui os LC das medidas.

##### **4.4.1. Pico de torque (Nm)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável pico de torque em Nm nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade alta a muito alta com valores acima de 0,75 (Figuras 20 e 21).



**Figura 20:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

#### 4.4.1.1 Pico de torque no grupo controle

Para o grupo controle (Figura 20), os valores de confiabilidade variaram de 0,75 a 0,93 para o teste e 0,78 a 0,97 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta. Ainda para o grupo controle no movimento de flexão, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figuras 20A, C, E e G), poucos ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado ao longo da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero.

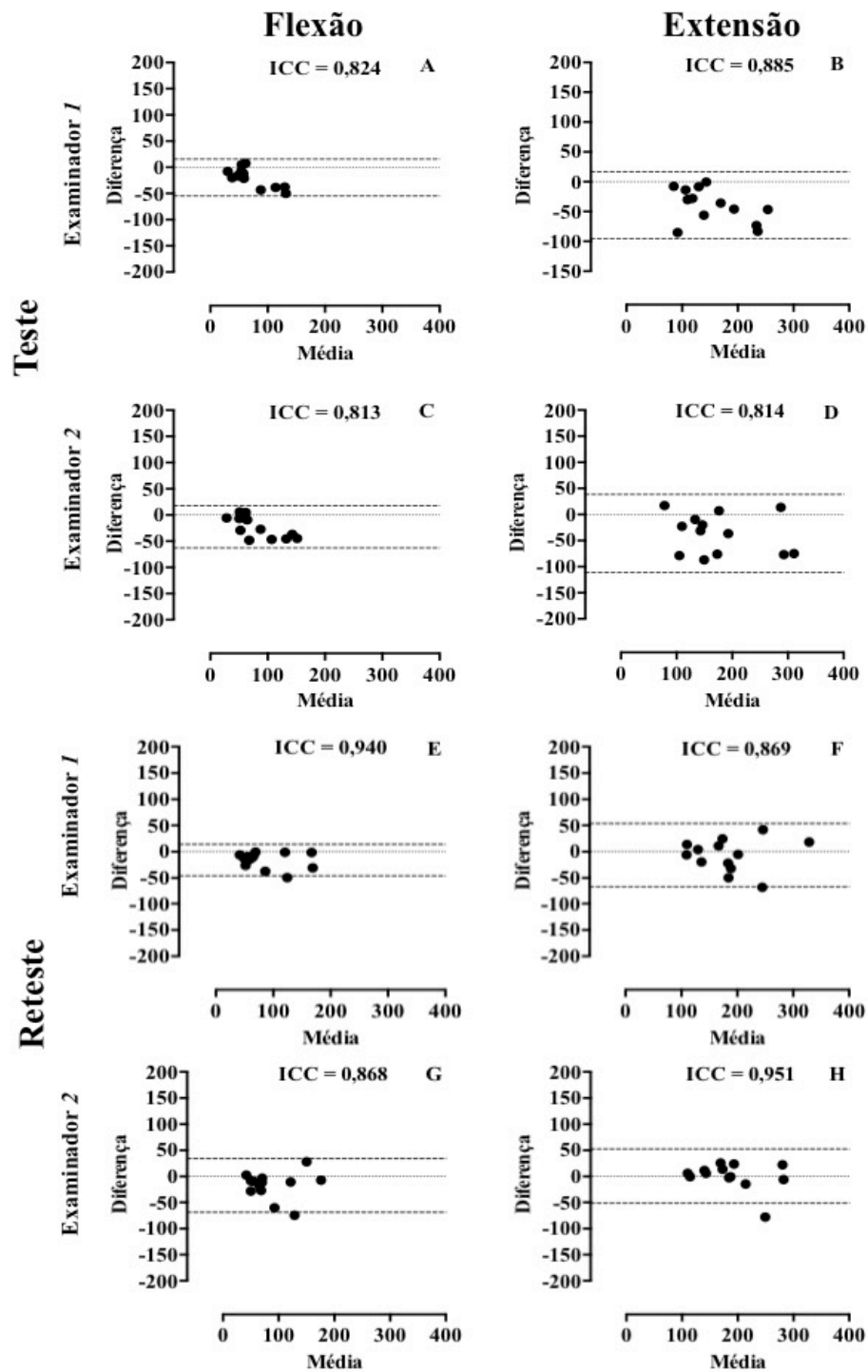
Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos 20A, C, E e G) concentrados em faixas de desvios próximos ou iguais a zero. Foi observada também no movimento de flexão, os maiores valores de ICC tanto no teste (Figura 20A e C) quanto no reteste (Figura 20E e G), quer para o examinador 1 ou 2. Os valores de ICC para a flexão do tronco foram no teste de 0,93 e 0,88 e no reteste de 0,97 e 0,92 para examinador 1 e 2, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 20B, D, F e H) observou-se também faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figuras 20A, C, E e G). Este alargamento foi evidente em ambos os examinadores tanto no teste como no reteste, acompanhado de uma maior dispersão das diferenças entre medidas que contribuiu para uma leve diminuição nos valores de ICC. Mesmo assim, foi observada uma constância dos valores de ICC tanto no teste quanto no reteste. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,79 e 0,75 e no reteste de 0,80 e 0,78 para o examinador 1 e 2, respectivamente.

Foi interessante notar no grupo controle que as diferenças entre medidas tomadas nas duas posições de teste foram predominantemente positivas (acima da reta  $y=0$ ) a partir do segundo examinador e no reteste (Figuras 21D, F e H), indicando que na posição SC os participantes atingiam um maior pico de torque do que na posição SS. Este comportamento não aconteceu no grupo hemiparesia, como veremos a seguir.

#### 4.4.1.2 Pico de torque no hemiparesia

Para o grupo hemiparesia (Figura 21), os valores de confiabilidade variaram de 0,81 a 0,88 para o teste e de 0,86 a 0,95 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.



**Figura 21:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque (em Nm) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.



Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 21A, C, E e G), poucos ou nenhum desvio entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Ao longo desta reta, é possível encontrar uma parte dos participantes (pontos nos gráficos da figura 21 A, C, E e G). Os valores de ICC para a flexão do tronco foram de 0,82 e 0,81 no teste e de 0,94 e 0,86 no reteste tanto para o examinador 1 quanto para o 2, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figura 20B, D, F e H) observou-se as faixas de LC mais alargadas do que as observadas nos movimentos de flexão (Figura 21A, C, E e G). Porém, nesta condição de repetição, estes alargamentos foram menos evidentes que usual, frente a faixas também levemente alargadas na flexão. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,88 e 0,81 e no reteste de 0,86 e 0,95 para os examinadores 1 e 2, respectivamente.

#### **4.4.2. Pico de torque normalizado (Nm/Kg)**

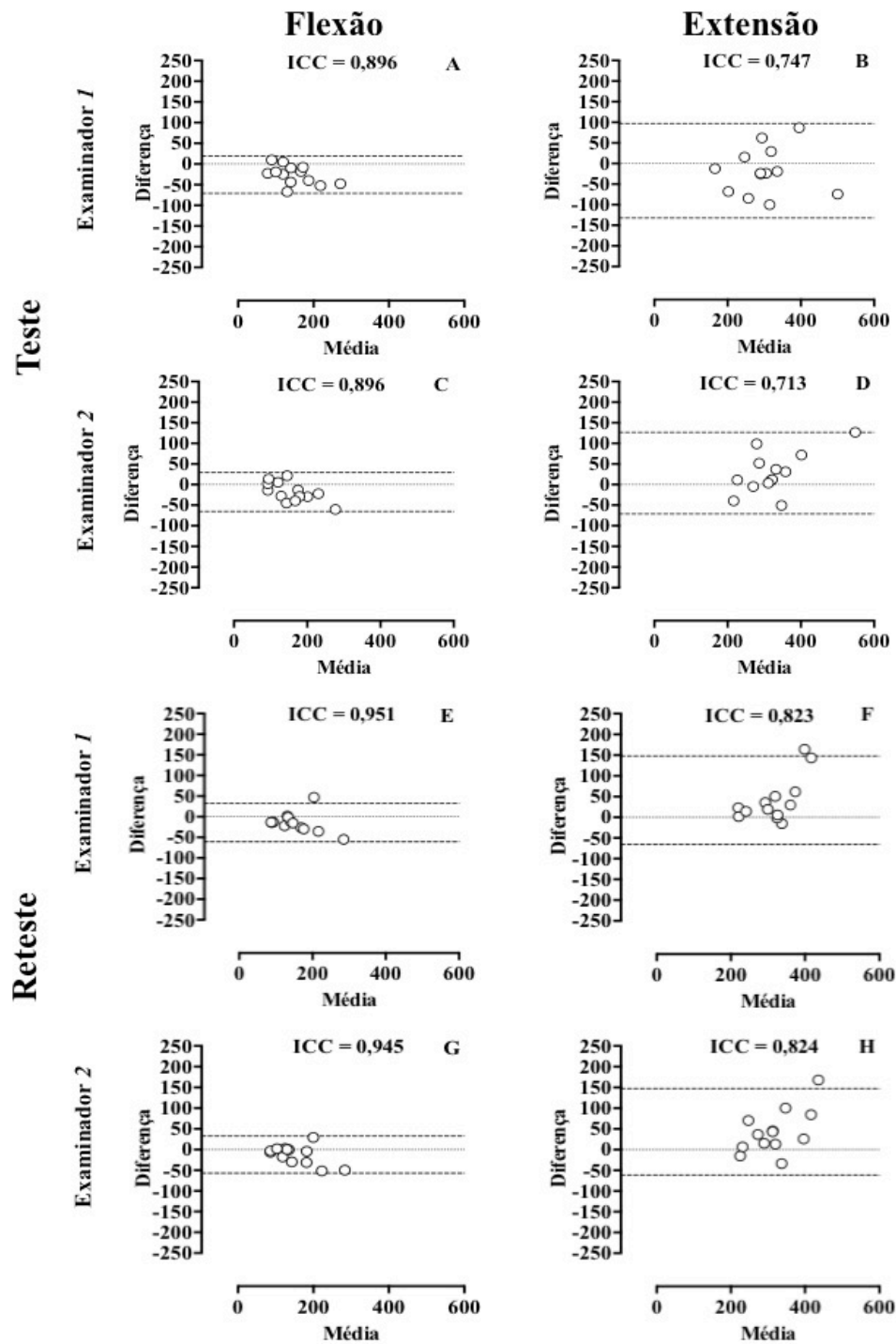
De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável pico de torque normalizado em Nm/Kg nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade alta a muito alta com valores acima de 0,71 (Figuras 22 e 23).

##### **4.4.1.1 Pico de torque normalizado no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 22), os valores de confiabilidade variaram de 0,71 a 0,89 para o teste e de 0,82 a 0,95 para o reteste, sempre indicando confiabilidade alta a muito alta.

Ainda para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou nas medidas tomadas em flexão (Figura 22A, C, E e G), poucos desvios entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero.

Ficou evidente aqui uma tendência a diferenças negativas pela concentração observada no gráfico abaixo da reta  $y=0$ , mostrando que as medidas tomadas na posição SS foram maiores que as tomadas na posição SC para a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 22A, C, E e G).



**Figura 22:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classes (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância de valores de ICC tanto no teste (Figura 22 A e C) quanto no reteste (Figura 22 E e G), quer por medidas tomadas pelo examinador 1 ou 2. Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram respectivamente de 0,89 para ambas as posições SC e SS e no reteste de 0,95 e 0,94 para as posições SC e SS, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 22B, D, F e H) a tendência a maiores valores medidos na posição SS não foi mais observada, sendo constatadas as já esperadas faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 22A, C, E e G) que não interferiram na constância dos valores de ICC determinantes de confiabilidade alta. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,74 e 0,71 e no reteste de 0,82 para o examinador 1 e 2, respectivamente.

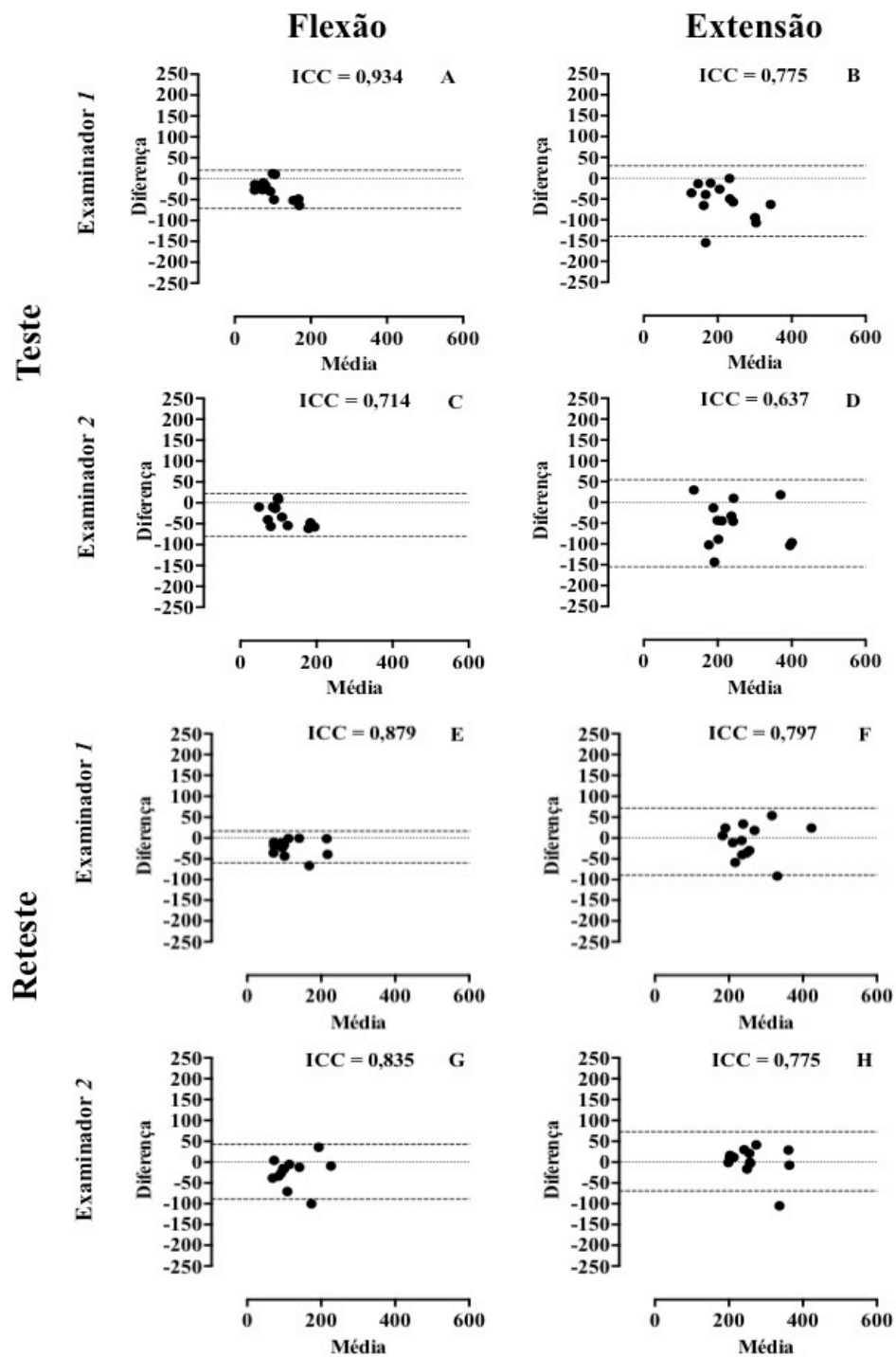
Para o movimento de extensão, inversamente ao observado no movimento de flexão, nota-se uma tendência à predominância de diferenças positivas entre as medidas, principalmente observadas no segundo examinador e no reteste (Figuras 22D, F e H). Este comportamento, a exemplo do que observamos no pico de torque, aqui também não se repetiu no grupo hemiparesia que será descrito a seguir.

#### **4.4.1.2 Pico de torque normalizado no grupo hemiparesia**

Diferindo um pouco do controle, para o grupo hemiparesia (Figura 23), os valores de confiabilidade variaram de 0,63 a 0,93 para o teste e de 0,77 a 0,87 para o reteste, indicando confiabilidade variando de moderada a muito alta.

Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 23A, C, E e G), maiores desvios negativos a partir da reta  $y=0$ , ao longo da qual encontramos as diferenças iguais ou próximas de zero para a maioria dos participantes tanto no teste quanto no reteste que por tomadas realizados pelo examinador 1 ou 2.

Não foi observada, no movimento de flexão, a constância dos valores de ICC, visto que observamos um ICC=0,71 (Figura 23C) que determina confiabilidade muito próxima de moderada. Os valores de ICC para a flexão do tronco foram de 0,93 e 0,71 no teste e de 0,87 e 0,83 no reteste tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2, respectivamente.



**Figura 23:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável pico de torque normalizado (em Nm/Kg) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

No movimento de extensão do tronco (Figura 23B, D, F e H) observou-se as faixas de LC mais alargadas do que os observados no movimento de flexão em todos os procedimentos. O comprometimento da constância dos valores de ICC na extensão também foi observado com um valor de ICC dentro da faixa de confiabilidade moderada (Figura 23D).

Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,77 e 0,63 e no reteste de 0,79 e 0,77 tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2, respectivamente.

#### **4.4.3. Potência muscular (W)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável potência muscular em W nos grupos controle e hemiparesia, indicaram ainda confiabilidade moderada a muito alta com valores acima de 0,65 (Figuras 24 e 25).

##### **4.4.3.1 Potência muscular no grupo controle**

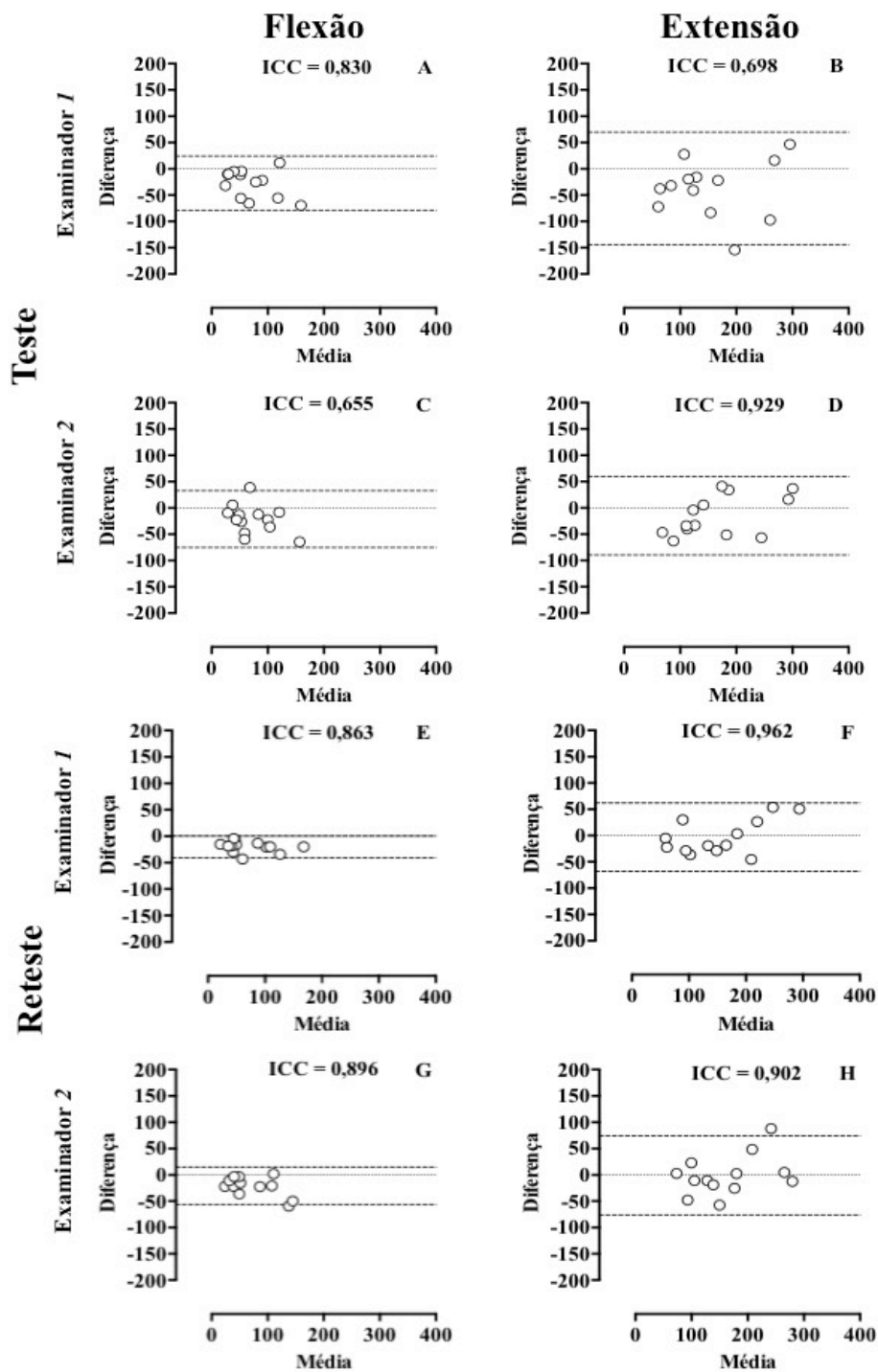
Para o grupo controle (Figura 24), os valores de confiabilidade variaram de 0,65 a 0,92 para o teste e de 0,86 a 0,96 para o reteste, agora indicando confiabilidade moderada a muito alta.

Ainda para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou nas medidas tomadas em flexão (Figura 24A, C, E e G), desvios entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Ficou evidente aqui uma tendência a diferenças negativas pela concentração observada no gráfico abaixo da reta  $y=0$ , mostrando que as medidas tomadas na posição SS foram maiores que as tomadas na posição SC para a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 22A, C, E e G).

Não foi observada também no movimento de flexão, a constância dos valores de ICC, visto que observamos um ICC = 0,65 (Figura 24C) que determina confiabilidade muito próxima de moderada. Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram de 0,83 e 0,65 e no reteste de 0,86 e 0,96 os examinador 1 e examinador 2, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figura 24B, D, F e H) continuamos a observar faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 24A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente no examinador 1 (Figura 24B) do que no examinador 2 (Figura 24D).

Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,69 e 0,92 e no reteste de 0,96 e 0,90 para o examinador 1 e examinador 2, respectivamente.



**Figura 24:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência (em W) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontinuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico

#### 4.4.3.2 Potência muscular no grupo hemiparesia

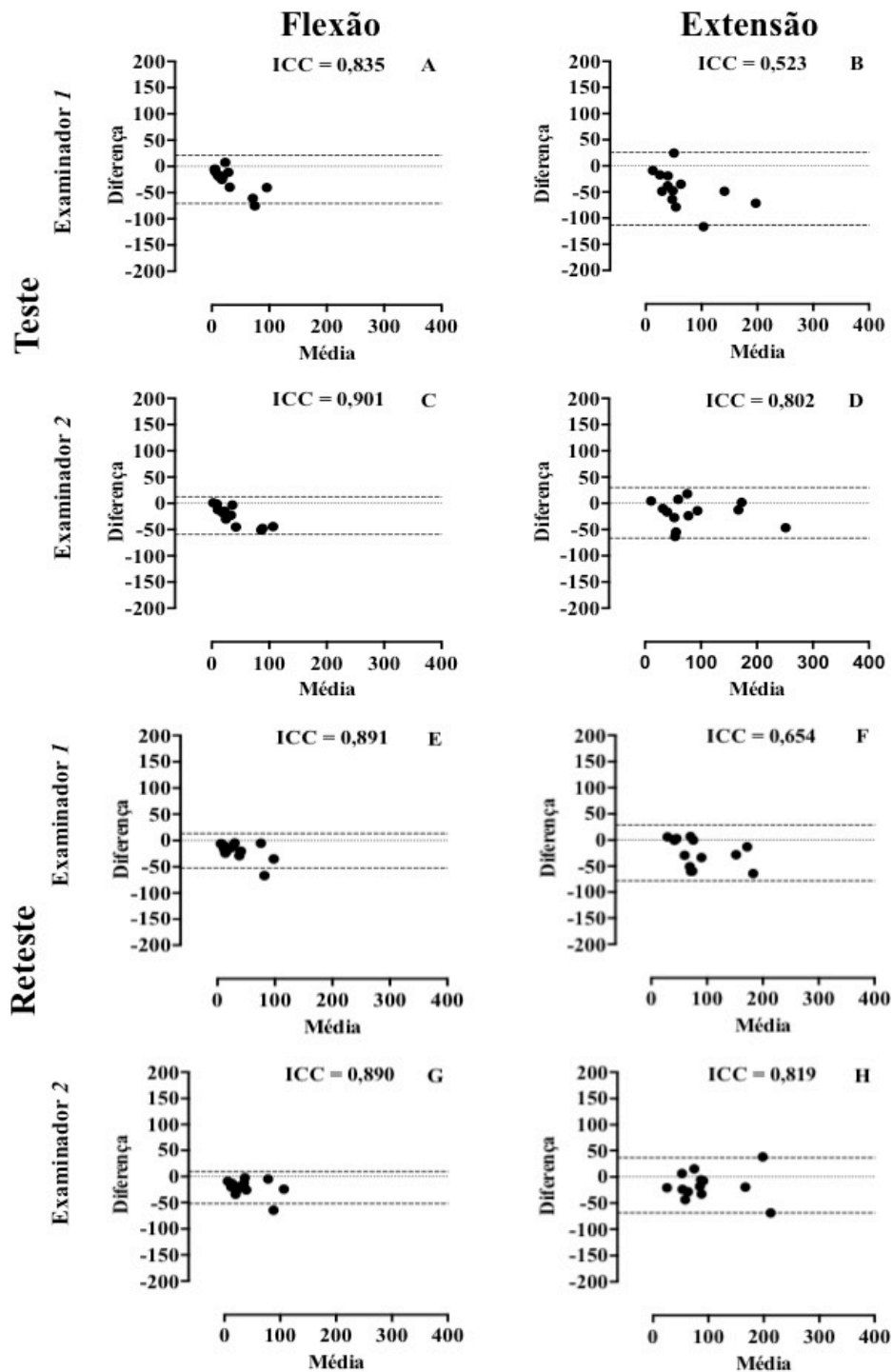
De forma similar ao controle, para o grupo hemiparesia (Figura 25), os valores de confiabilidade variaram de 0,52 a 0,90 para o teste e de 0,65 a 0,89 para o reteste, agora indicando confiabilidade moderada a muito alta.

Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 25A, C, E e G), desvios entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contem a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Continua evidente aqui uma tendência a diferenças negativas pela concentração observada no gráfico abaixo da reta  $y=0$ , mostrando que as medidas tomadas na posição SS foram maiores que as tomadas na posição SC para a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 25A, C, E e G).

Foi observada também no movimento de flexão, uma constância dos valores de ICC tanto no teste (Figura 25 A e C) quanto no reteste (Figura 25 E e G), quer por medidas tomadas pelo examinador 1 ou examinador 2., respectivamente. Os valores de ICC para a flexão do tronco foram de 0,83 e 0,90 no teste e de 0,89 no reteste tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figura 25B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 25A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente no examinador 1 (Figura 25B) do que no examinador 2 (Figura 25E) no teste, porem manteve esse alargamento no reteste.

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,52 e 0,80 e no reteste de 0,65 e 0,81 tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2, respectivamente.



**Figura 25:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável potência (em W) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontinuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.



#### **4.4.4 Trabalho total (J)**

De maneira geral, os valores de ICC entre as medidas repetidas para a variável trabalho muscular em Joule nos grupos controle e hemiparesia, indicaram confiabilidade alta a muito alta com valores acima de 0,76 (Figuras 26 e 27).

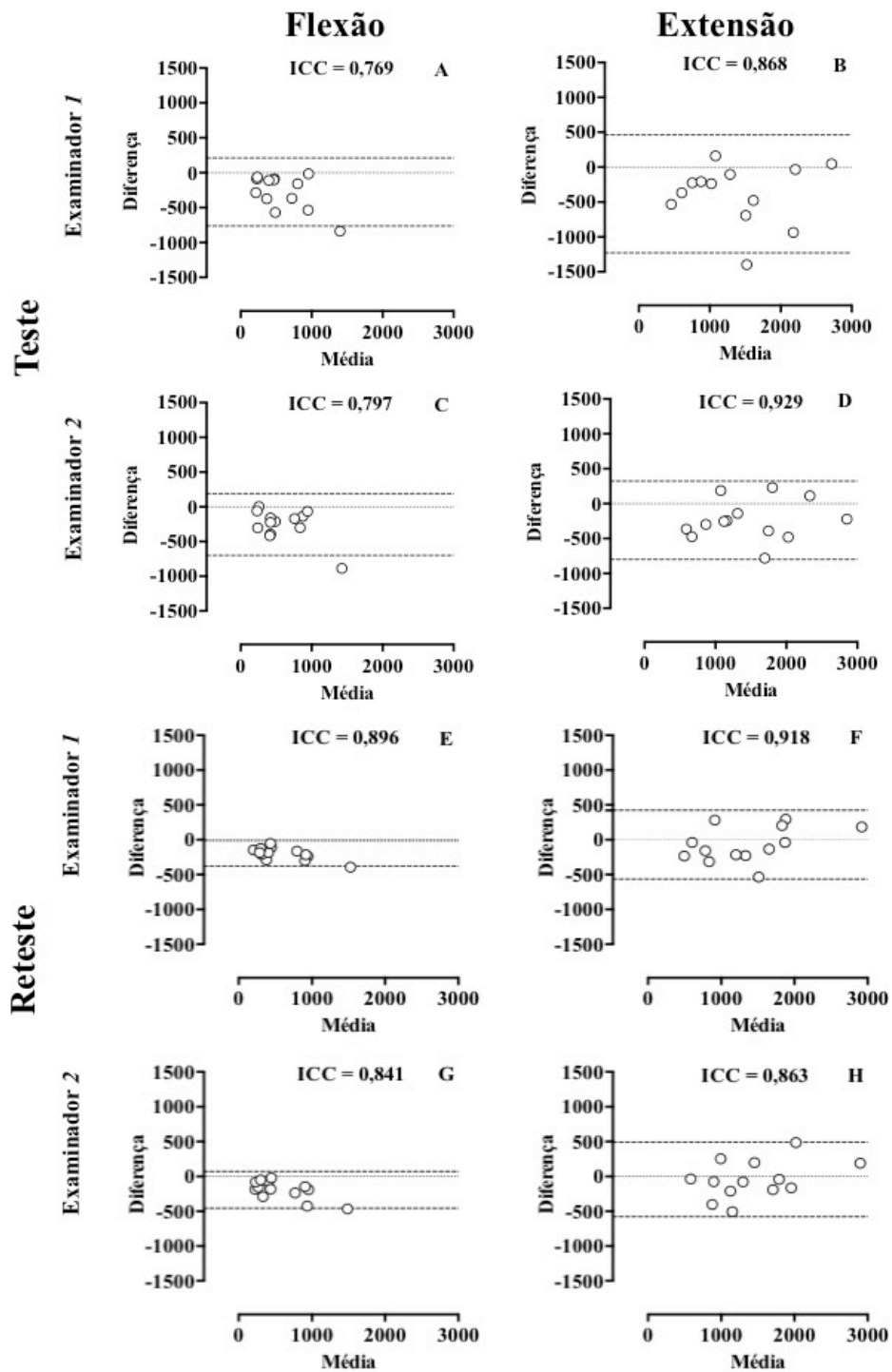
##### **4.4.3.1 Trabalho muscular no grupo controle**

Para o grupo controle (Figura 26), os valores de confiabilidade variaram de 0,76 a 0,92 para o teste e de 0,84 a 0,91 para o reteste, voltando a indicar confiabilidade alta a muito alta.

Ainda para o grupo controle, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 26A, C, E e G), desvios entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Nesta reta, é possível encontrar a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 26 A, C, E e G). Foi observado também no movimento de flexão, um comprometimento da constância dos valores de ICC tanto no teste (Figuras 26A e C) quanto no reteste (Figuras 26 E e G), pelo examinadores (E1 e E2), respectivamente. Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram de 0,76 e 79 e no reteste de 0,89 e 0,84 para o examinador 1 e examinador 2, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figuras 26B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 26A, C, E e G). Este alargamento foi mais evidente no examinador 1 (Figura 26B) que no examinador 2 (Figura 26D) no teste, porém este maior alargamento se inverteu no reteste.

Ainda no movimento de extensão, foi observado um comprometimento da constância dos valores de ICC acompanhando os alargamentos mencionados. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,86 e 0,92 e no reteste de 0,91 e 0,86 para o examinador 1 e examinador 2, respectivamente



**Figura 26:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho (em J) para o grupo controle (círculos brancos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontinuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

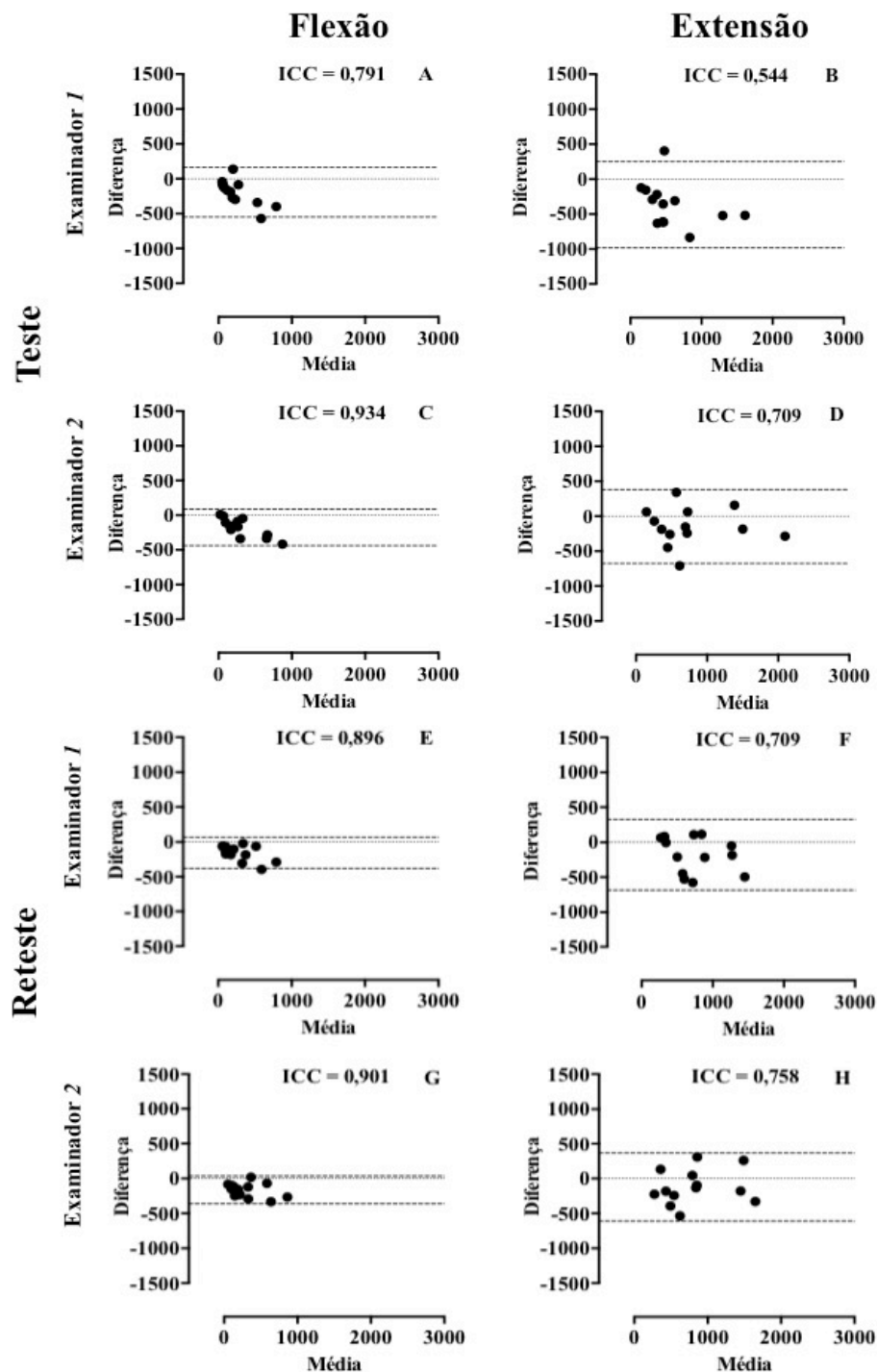
#### 4.4.3.2 Trabalho muscular no grupo hemiparesia

Diferenciando-se um pouco do controle, o grupo hemiparesia (Figura 27), os valores de confiabilidade variaram de 0,54 a 0,93 para o teste e de 0,75 a 0,90 para o reteste, indicando confiabilidade moderada a muito alta.

Ainda para o grupo hemiparesia, a plotagem pelo método Bland-Altman indicou na flexão (Figura 27A, C, E e G), pouco ou nenhum desvios entre as medidas repetidas, conforme observado a partir da reta  $y=0$  que contém a maioria das diferenças iguais ou próximas a zero. Ficou evidente aqui uma tendência a diferenças negativas pela concentração observada no gráfico abaixo da reta  $y=0$ , mostrando que as medidas tomadas na posição SS foram maiores que as tomadas na posição SC para a maioria dos participantes (pontos nos gráficos da figura 27A, C, E e G).

Foi observado também no movimento de flexão, um comprometimento da constância dos valores de ICC tanto no teste (figura 27A e C) quanto no reteste (Figura 27 E e G). Os valores de ICC para a flexão do tronco no teste foram de 0,79 e 0,93 e no reteste de 0,89 e 0,90, quer para o examinador 1 ou 2, respectivamente.

No movimento de extensão do tronco (Figura 27B, D, F e H) observou-se faixas de LC mais alargadas do que as observadas no movimento de flexão (Figura 27A, C, E e G). Ainda no movimento de extensão, foi observado uma diminuição dos valores de ICC que apontou um dos menores valores de ICC até o momento (ICC=0,54) observado na análise de medidas repetidas pelo examinador 1 durante o teste. Os valores de ICC para a extensão do tronco no teste foram de 0,54 e 0,70 e no reteste de 0,70 e 0,75 tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2, respectivamente.



**Figura 27:** Confiabilidade interposição com gráficos de dispersão com teste de Bland-Altman na variável trabalho (em J) para o grupo hemiparesia (círculos pretos) nos movimentos de flexão (gráficos A, C, E e G) e extensão (gráficos B, D, F e H) utilizando valores que foram obtidos pelo teste (gráficos A, B, C e D) e reteste (gráficos E, F, G e H), pelo examinador 1 (gráficos A, B, E e F) e examinador 2 (gráficos C, D, G e H). Traços descontínuos superior e inferior mostram os limites de concordância (LC) (intervalo de 95% de confiança) e o traço contínuo indica valor de zero para cada gráfico. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) entre as medidas obtidas foram indicados para cada gráfico.

#### 4.5. Comparação das variáveis isocinéticas na condição experimental inicial (examinador 1 no teste)

A primeira condição experimental de repetição de medidas foi utilizada para análise comparativa das variáveis isocinéticas obtidas nas duas diferentes posições de teste (SC *versus* SS) e nos dois diferentes movimentos (flexão *versus* extensão).

Nas tabelas 2 e 3, estão descritas as médias e desvios-padrão das variáveis PT (em Nm), PTn (em Nm/Kg), P (em J) e T (em W) para os participantes sem (grupo controle) e com hemiparesia (grupo hemiparesia) respectivamente.

Para ambos os grupos, o teste ANOVA apontou comportamento de variância significativamente diferente para todas as variáveis obtidas no movimento de flexão quando comparadas às obtidas no movimento de extensão tanto na posição da alavanca de tronco em SC quanto em SS.

**Tabela 2.** Variáveis isocinéticas do grupo controle medidas pelo examinador 1 no teste por tipo de movimento (flexão e extensão) e por tipo de posição na cadeira (*Seated Compressed* e *Semi Standing*).

Variáveis Isocinéticas (unidade de medida)	Controle			
	<i>Seated-Compressed</i>		<i>Semi-Standing*</i>	
	flexão	extensão	flexão	extensão
pico de torque (média ± DP Nm)	96,18 ± 40,91	204,10 ± 66,01	116,40 ± 53,65	217,90 ± 64,73
pico de torque normalizado (média ± DP Nm/kg)	135,70 ± 49,65	292,20 ± 89,57	161,60 ± 60,75	310,30 ± 86,63
potência muscular (média ± DP W)	61,45 ± 35,82	137,20 ± 85,45	83,92 ± 47,94	174,40 ± 79,99
trabalho total (média ± DP J)	453,70 ± 301,90	1179,00 ± 706,50	730,00 ± 437,60	1564,00 ± 716,50

A ANOVA com dois fatores não detectou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de interação para nenhuma das variáveis isocinéticas testadas. O asterisco (\*) e as células destacadas em cinza indicam que o fator posição e o fator movimento afetou significativamente as medidas (variância), enquanto que as células destacadas por bordas indicam onde ocorreu diferença significativa no pós-teste de Bonferroni. Entretanto, nenhuma diferença significativa entre médias foi observada. DP - Desvio Padrão; Nm - Newton.metro; kg - kilograma; J - Joule; W - Watts.

Para o grupo controle, embora a ANOVA apontasse um comportamento diferente determinado pela variância do fator movimento (flexão *versus* extensão), somente no registro obtido na posição SS e para a variável trabalho total na extensão foi detectado um valor significativamente maior que o valor obtido nas mesmas condições, porém no movimento de flexão (Tabela 2).

Para o grupo hemiparesia, embora a análise de variância também apontasse um comportamento diferente determinado pela variância do fator movimento (flexão *versus* extensão), somente para registros obtidos na posição SS, os valores de todas as variáveis isocinéticas obtidas na extensão foram significativamente maiores que os valores obtidos nas mesmas condições, porém no movimento de flexão (Tabela 3).

**Tabela 3.** Variáveis isocinéticas do grupo hemiparesia medidas pelo examinador 1 no teste por tipo de movimento (flexão e extensão) e por tipo de posição na cadeira (*Seated-Compressed* e *Semi-Standing*).

Variáveis Isocinéticas (unidade de medida)	Hemiparesia			
	<i>Seated-Compressed</i>		<i>Semi-Standing*</i>	
	flexão	extensão	flexão	extensão
pico de torque (média ± DP Nm)	60,73 ± 27,72	134,70 ± 52,28	80,47 ± 41,41	174,30 ± 65,76
pico de torque normalizado (média ± DP Nm/kg)	85,84 ± 35,68	188,70 ± 64,17	116,60 ± 49,04	244,00 ± 75,84 <sup>p</sup>
potência muscular (média ± DP W)	18,55 ± 22,02	43,53 ± 46,36	43,45 ± 39,80	87,35 ± 62,41 <sup>m</sup>
trabalho total (média ± DP J)	158,20 ± 178,10	404,70 ± 396,50	351,70 ± 305,90	772,60 ± 504,60 <sup>p</sup>

A ANOVA com dois fatores não detectou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de interação para nenhuma das variáveis isocinéticas testadas. O asterisco (\*) e as células destacadas em cinza indicam que o fator posição e o fator movimento afetou significativamente as medidas (variância), enquanto que as células destacadas por bordas indicam que o fator posição da cadeira afetou significativamente as medidas (variância). Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre tipos de movimento (m) e tipos de posição na cadeira (p) detectadas nas comparações múltiplas de Bonferroni foram indicadas sobrescritas no valor dentro das células. DP - Desvio Padrão; Nm - Newton.metro; kg - kilograma; J - Joule; W - Watts.

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de verificar a confiabilidade das medidas registradas na avaliação isocinética dos movimentos do tronco durante o teste em velocidades variando dentro de amplitude funcional para sobreviventes de acidente vascular encefálico que adquiriram hemiparesia e compará-las a grupo controle, tanto na posição *semi standing* quanto na posição *seated compressed*.

Apesar da dinamometria isocinética já ocupar quantidade considerável de informação na literatura científica desde muitas décadas<sup>3,9,13,19,46</sup>, constatamos que, para as medidas obtidas em testes realizados para os movimentos do tronco, as informações são um pouco mais escassas<sup>1,11,28,50</sup>.

Em se tratando da análise de confiabilidade das medidas isocinéticas obtidas nos atuais dinamômetros, nós já havíamos constatado por meio de uma revisão sistemática da literatura e metanálise que existem evidências de bom para excelentes níveis de confiabilidade obtidos de testes envolvendo membros superiores e inferiores da população de pessoas com hemiparesia. Tais testes foram aplicados tanto no hemicorpo afetado quanto no não afetado pela hemiparesia.

Desta forma, as evidências justificam a aplicação de programas de fortalecimento através de equipamentos isocinéticos para a população de sobreviventes de acidente vascular encefálico, mesmo na presença de espasticidade<sup>20,42,51</sup>. Entretanto, artigos científicos informando o nível de confiabilidade das medidas obtidas em testes do desempenho muscular em dinamometria isocinética do tronco de pessoas com deficiência do tipo hemiparesia não estão presentes na literatura, causando surpresa, uma vez que a dinamometria isocinética já está disponível para uso a muitos anos<sup>1</sup>.

Assim, embora sejam bem documentadas as deficiências de desempenho muscular avaliadas por dinamometria isocinética em membros superiores e inferiores dos sobreviventes de doenças cerebrovasculares, que já convivem cronicamente com a hemiparesia, pouca informação está disponível para evidenciar os seus efeitos no desempenho muscular do tronco, cuja atividade muscular influencia posturas, transferências, locomoção e muitas outras movimentações funcionais comuns na prática das atividades de vida diária<sup>1</sup>.

O presente estudo, além de contribuir com informações ausentes na literatura científica, introduz uma análise de confiabilidade nunca discutida: a confiabilidade de medidas repetidas nas duas opções de teste de tronco permitidas pelo dinamômetro isocinético.

A seguir, iremos discutir as características da amostra de participantes da população de interesse neste estudo que apresentou um poder de teste estatístico acima de 80%, visto que o cálculo amostral considerando a variável pico de torque indicou uma amostra de 10 participantes por grupo e estamos utilizando 13. Em seguida, discutimos por tipo de confiabilidade os resultados obtidos neste estudo.

### 5.1. Características da amostra

Neste estudo, foi demonstrado que a confiabilidade entre as medidas repetidas de dinamometria isocinética computadorizada testadas em velocidades angulares diferentes para os movimentos do tronco, foram confiáveis na população de sobreviventes de acidente vascular encefálico com hemiparesia crônica e em participantes sem hemiparesia com base em uma amostra formada por conveniência.

Em nosso estudo, os participantes tinham idade acima de 57 anos no momento da coleta dos testes e entrevistas. Dados da literatura ressaltam que a incidência de AVE aumenta com a idade, podendo dobrar após os 55 anos<sup>21-23</sup>. A literatura no entanto, diverge em relação ao gênero mais acometido, por isso, durante os procedimentos de amostragem por conveniência não foram controladas as quantidades específicas de homens ou mulheres.

Nossos dados também apontam um IMC indicativo de sobrepeso em ambos os grupos, fato este bastante comum nos dias atuais e considerado fator de risco para o desenvolvimento de doenças cerebrovasculares<sup>52,53</sup>.

De acordo com os resultados obtidos pelos formulários específicos da MIF e MEEM, observou-se no grupo com e sem hemiparesia, que a maioria dos participantes realizavam as atividades de forma totalmente independente e com as funções cognitivas preservadas, resultado semelhante a Fernandes *et al* (2012), que confere uma correlação positiva entre esses instrumentos. Desta forma, garantimos dois aspectos necessários para um bom desempenho avaliado por dinamometria isocinética de tronco: posicionamento no dispositivo e capacidade de resposta ao comando de voz.

Mesmo tendo obtido escores de MIF e MEEM compatíveis com independência e cognição preservados em ambos os grupos, estes estavam significativamente reduzidos na comparação com os escores obtidos de seus controles. As diferenças detectadas sugerem uma população que sobreviveu a eventos lesivos e que se recuperou ao ponto de realizar atividades motoras com pouca espasticidade no lado parético e, apesar destes participantes conviverem com a fraqueza muscular



por mais de 7 anos, tal fraqueza não os impedem de realizar suas atividades de vida diária de forma independente, conforme constatado na avaliação pela MIF.

Para discussão dos resultados da confiabilidade entre as medidas repetidas, organizamos a seguir três principais pontos de análise: a confiabilidade interexaminador (E1–E2), a confiabilidade interteste (T–RT) e a confiabilidade das medidas obtidas a partir das diferentes posições da alavanca de tronco (SC- SS), seguida neste item da análise das variáveis obtidas na condição de teste inicial (examinador 1 no teste). Esta forma de organização nos permitiu apresentar a discussão de um padrão geral e comum observado nas diferentes variáveis, bem como de padrões específicos e pontuais em condições e variáveis específicas que ocorreram e foram identificadas nos resultados.

## **5.2. Padrão geral e específico da confiabilidade interexaminadores (E1-E2)**

De acordo com os resultados observados neste estudo, os dados sobre a confiabilidade entre os examinadores para cada variável isocinética no teste e no reteste durante os movimentos de flexão e extensão do tronco de acordo com as posições da alavanca SC e SS, mostraram-se confiáveis.

Em uma análise geral, os dados de ICC para estas medidas de flexão e extensão do tronco indicaram alta a muito alta confiabilidade definida por valores de ICC acima de 0,81 para ambos os grupos (Tabela 4).

Nossos resultados concordam com os apresentados por Karatas *et al.* (2002), porém para uma população de jovens saudáveis e sem deficiências, quando eles analisaram a confiabilidade intraexaminador e interexaminador da variável pico de torque para os movimentos de flexão e extensão concêntrica do tronco, usando o equipamento Cybex NORM e mostrando resultados de alta confiabilidade para as velocidades de 60 e 90°/seg.

A tabela 4 permite ainda melhor observar uma maior constância de valores de ICC para os movimentos de flexão, ao mesmo tempo em que apresenta uma maior variação e ICC ligeiramente menores para os movimentos de extensão do tronco, com tendência para melhores repetições para ambos examinadores durante o reteste, podendo sugerir um efeito relacionado ao fator aprendizagem, bem discutido em outros estudos que avaliaram confiabilidade<sup>25,34</sup>.

**Tabela 4.** Agrupamento dos valores de ICC presentes nos resultados para análise do padrão geral de confiabilidade.

Grupos	Variáveis Isocinéticas	Teste				Reteste			
		<i>Seated Compressed</i>		<i>Semi Standing</i>		<i>Seated Compressed</i>		<i>Semi Standing</i>	
		flexão	extensão	flexão	extensão	flexão	extensão	flexão	extensão
Controle	PT	0,959	0,873	0,991	0,960	0,980	0,988	0,980	0,911
	PTn	0,955	0,870	0,986	0,960	0,971	0,978	0,975	0,818
	P	0,979	0,949	0,975	0,864	0,958	0,943	0,977	0,899
	$\tau$	0,981	0,952	0,977	0,962	0,992	0,971	0,994	0,942
Hemiparesia	PT	0,972	0,932	0,959	0,933	0,989	0,965	0,963	0,892
	PTn	0,960	0,903	0,943	0,913	0,987	0,952	0,953	0,841
	P	0,963	0,861	0,977	0,966	0,991	0,965	0,989	0,972
	$\tau$	0,957	0,886	0,976	0,954	0,994	0,965	0,987	0,966

Os dados da tabela foram extraídos dos resultados para dar uma visão panorâmica do comportamento das medidas por variável na análise da confiabilidade interexaminadores (E1-E2).

Este efeito de aprendizagem pode ser atribuído ao fato dos participantes experimentarem um procedimento sem treinos específicos prévios e o desafio do novo, mesmo tendo sido realizadas de 3 a 4 repetições prévias aos testes para cada velocidade com o intuito de evitar ou diminuir o efeito aprendizagem e melhorar a familiarização com o equipamento. É lógico pensar que a repetição de um procedimento seja capaz de aperfeiçoar suas capacidades de realizar o mesmo procedimento.

Entretanto, independentemente do método matemático utilizado para derivar seu valor numérico, vários fatores para além da aprendizagem podem afetar a confiabilidade de um teste: a acurácia do dinamômetro, variações ligadas a máquina (falta de calibragem, por exemplo); variações ligadas ao procedimento do teste (estabilizações incorretas); erros ligados ao protocolo de teste (pausas entre contrações diferentes); variações ligadas ao examinador (diferenças entre os examinadores em relação a técnica e ou experiência no equipamento) e fatores relacionados ao sujeito e motivação<sup>6,28,54</sup>.

Em análise mais específica, considerando o comportamento da diferença entre medidas para cada participante que estavam mais concentrados ou dispersos conforme observado na plotagem pelo método Bland-Altman, no movimento de extensão, evidenciamos maiores alargamentos dos limites de concordância (LC) do que os observados no movimento de flexão, em todos os procedimentos. Estes alargamentos mostram-se mais evidentes na posição da alavanca de tronco em SC no teste do que na posição SS e das posições repetidas no reteste.

Este fato da posição *seated compressed* - SC apresentar uma maior mais variação pode ser justificada pela falta de apoio distal nos membros inferiores, favorecida pela posição *semi standing* - SS, conforme observado na figura 2.

Em particular, para todas as variáveis de ambos os grupos (controle e hemiparesia) quando medidas foram repetidas no movimento de flexão, foi observado um nível de confiabilidade quase perfeita (ICC acima de 0,90) tanto no teste quanto no reteste. Esta tendência a índices altos de ICC foi mantida na extensão com exceção da posição SS no teste e reteste para o grupo sem hemiparesia e na posição SC no teste para o grupo hemiparesia, que ainda assim estavam muito próximo aos valores indicativos de muito alta confiabilidade.

Estes ICC que ainda se mantiveram como alta confiabilidade, porém num limite para serem indicativos de muito alta confiabilidade podem estar relacionados ao fato de que os testes foram realizados para contrações concêntricas e na extensão o mais natural é que os grupos musculares envolvidos realizem contrações excêntricas<sup>30</sup>. Tal informação nos permite hipotetizar que, na segunda medida tomada pelo examinador 2, os participantes poderiam estar apresentando uma medida melhorada em função da repetição, o que poderia justificar um pequeno enfraquecimento da correlação entre a primeira e a segunda medida.

A acurácia dos dinamômetros foi testada em inúmeros estudos que os consideram como padrão ouro para a medida de desempenho muscular<sup>2,6</sup>. Em nosso estudo, a calibragem do equipamento foi realizada com frequência conforme recomendado para cada período de teste. Da mesma forma, em todos os testes foram realizados protocolos bem padronizados com estabilizações, alinhamentos dos eixos mecânicos e biológicos, bem como as devidas pausas e intervalos entre cada teste/sessão.

Nossos resultados mostram que mesmo por diferentes examinadores podemos obter medidas precisas e sem diferenças de reprodução, visto que as diferenças com relação as suas capacidades de treinamento tanto para realização dos procedimentos de calibragem recomendados quanto com relação aos comandos verbais e visuais motivacionais de cada examinador não interferiram de forma prejudicial aos indicadores de confiabilidade sempre mantidos entre alta e muito alta confiabilidade.

Karatas *et al.* (2004) também cita a importância da ordem das velocidades do teste, sugerindo que a mesma pode influenciar a sua confiabilidade. De acordo com esta análise, ficou indicada avaliar primeiro em velocidades lentas para depois testá-los em velocidades mais altas<sup>54</sup>. Nosso estudo iniciou com a velocidade de 60°/seg para depois realizar os procedimento com a velocidade

de 120°/seg. Como assumimos a sugestão de Karatas *et al.* (2004), tal fato pode ter contribuído para a excelente confiabilidade observada interexaminadores.

Limitações de estudos anteriores que realizaram avaliação isocinética da musculatura do tronco apontam para a utilização de poucas variáveis isocinéticas por estudo, com análise de pico de torque<sup>3,28,32</sup> sendo a mais utilizada, seguida de pico de torque normalizado<sup>3,11,33</sup> e trabalho total<sup>16</sup>. O fato de termos avaliado as 4 variáveis em conjunto: PT, PTn, P e  $\tau$ ; valoriza ainda mais o ineditismo deste estudo.

### 5.3. Padrão geral e específico da confiabilidade intertestes (T-RT)

Diferentemente dos resultados observados na análise da confiabilidade das medidas repetidas entre os examinadores, os dados sobre a confiabilidade entre o teste e o reteste (confiabilidade interteste) durante os movimentos de flexão e extensão do tronco de acordo com as posições da alavanca SC e SS e realizados pelos examinadores 1 e 2, mostraram-se também confiáveis, porém apresentaram valores que indicam confiabilidade moderada, alta e muito alta, tanto para o grupo controle quanto para o grupo com hemiparesia.

**Tabela 5** Agrupamento dos valores de ICC presentes nos resultados para análise do padrão geral de confiabilidade.

Grupos	Variáveis Isocinéticas	Examinador 1				Examinador 2			
		<i>Seated-Compressed</i> flexão	<i>Seated-Compressed</i> extensão	<i>Semi-Standing</i> flexão	<i>Semi-Standing</i> extensão	<i>Seated-Compressed</i> flexão	<i>Seated-Compressed</i> extensão	<i>Semi-Standing</i> flexão	<i>Semi-Standing</i> extensão
Controle	PT	0,967	0,736	0,962	0,885	0,945	0,852	0,944	0,863
	PTn	0,956	<b>0,659</b>	0,874	<b>0,669</b>	0,984	0,808	0,896	0,891
	P	0,945	0,879	0,951	0,967	0,852	0,918	0,900	0,927
	$\tau$	0,940	0,885	0,912	0,901	0,940	0,962	0,896	0,753
Hemiparesia	PT	0,852	0,856	0,824	0,797	0,879	0,879	0,962	0,933
	PTn	0,890	0,736	0,846	<b>0,654</b>	0,791	0,709	0,824	0,703
	P	0,907	<b>0,696</b>	0,993	0,923	0,918	<b>0,615</b>	0,863	0,764
	$\tau$	0,868	<b>0,588</b>	0,978	0,874	0,918	0,731	0,951	0,830

Os dados da tabela foram extraídos dos resultados para dar uma visão panorâmica do comportamento das medidas por variável na análise da confiabilidade interteste (T-RT). Valores em negrito indicam confiabilidade moderada.

Em uma análise geral, conforme observado na tabela 5 que agrupa os valores de ICC nesta condição de análise, os resultados para estas medidas de flexão e extensão do tronco indicaram

confiabilidade definida por valores de ICC acima de 0,58 para ambos os grupos. Para o grupo sem hemiparesia, os valores de ICC para os movimentos de flexão e extensão do tronco foram representados como alto a muito alto, com exceção da variável pico de torque normalizado (PTn) tomados pelo examinador 1 que obteve valores de ICC de 0,65 e 0,66 (confiabilidade moderada) durante o movimento de extensão para ambas as posições da alavanca de tronco em SC e SS. Estes valores no entanto, retomam seu padrão de confiabilidade alta durante o procedimento executado pelo examinador 2.

Este fato aconteceu porque no reteste o valor da variável foi maior, ou seja, ele melhorou seu desempenho na segunda medida feita no reteste. Estudos que investigaram a confiabilidade de medidas apontam que pequenas diferenças entre as medidas<sup>37</sup>, determinadas por melhoras do desempenho são comuns e podem contribuir para uma pequena diminuição da correlação entre as medidas repetidas que não compromete a confiabilidade do teste.

Estes valores de ICC moderado também se repetem para o grupo com hemiparesia, para esta variável PTn na posição SS e para as variáveis analisadas em velocidades intermediárias (P e T) somente para a posição SC durante o movimento de extensão (Tabela 5), reforçando a maior variabilidade ao padrão extensor e na posição SC.

Interessante notar que esta melhora do desempenho aconteceu principalmente entre o teste e reteste tomado pelo examinador 1, para o movimento de extensão e para a variável PTn no controle e para as variáveis PTn, P e  $\tau$  no grupo hemiparesia. Ao que parece, os ajustes agudos que permitiram a melhora do desempenho com repercussão nos ICC indicando confiabilidade moderada são decorrente de uma adaptação ao teste concêntrico para uma musculatura mais habituada a realizar contração excêntrica.

Terreri *et al.*, (2001) já havia comentado como uma fragilidade dos testes isocinéticos a impossibilidade deles simularem movimentos mais próximos do gesto esportivo ou do movimento como ele é utilizado no dia-a-dia, sustentado no fato de que esta limitação comprometeria o desempenho<sup>10</sup>. Poderíamos utilizar esta proposição para hipotetizar que, principalmente o grupo hemiparesia, o participante teria iniciado o teste com o examinador 1 em desempenho aquém do que ele realmente seria capaz pelo fato do equipamento não simular a condição real em que ele faria o movimento (predominantemente determinado por contração excêntrica) e que, na repetição do reteste, favorecido pelo aprendizado e/ou treinamento dado pela primeira aquisição, ele teria melhorado seu desempenho causando uma diferença entre as medidas que gerou uma confiabilidade moderada. Quando o examinador 2 foi realizar os mesmos procedimentos de teste, os participantes

já estariam condicionados a aproveitar a sua capacidade máxima traduzida então no seu desempenho registrado.

Em uma análise mais específica, considerando o comportamento da diferença entre medidas para cada participante que estavam mais concentrados ou dispersos conforme observado na plotagem pelo método Bland-Altman, no movimento de extensão, evidenciamos maiores alargamentos dos limites de concordância (LC) do que os observados no movimento de flexão, em todos os procedimentos. Estes alargamentos mostram-se evidentes nas duas posições da alavanca de tronco em SC e SS para o examinador 1 do que nas posições repetidas pelo examinador 2 para ambos os grupos.

Estudos anteriores<sup>33</sup>, usaram o dinamômetro isocinético da marca Lido para testar a confiabilidade da variável PTn em indivíduos saudáveis nos movimentos de 60, 120 e 180°/seg e obtiveram valores de ICC de 0,27 a 0,39 para o movimento de extensão e 0,66 a 0,70 para o movimento de flexão, mostrando valores bem menores que os nossos no estudo atual.

Analisaram ainda que o erro-padrão da média aumentou com o crescimento das velocidades angulares, fato também confirmado pelo nossos resultados visualizados na tabela 2 e 3. Inversamente proporcional ao erro-padrão, diminuíram os valores de ICC em velocidades angulares altas<sup>33,37</sup>. Esses fatos corroboram com nosso estudo visto que os valores de ICC para as análise de P e T variaram proporcional ao aumento da velocidade angular para o grupo com hemiparesia, mas não interfere no grupo sem hemiparesia (Tabelas 5).

Em particular, para ambos os grupos, foi observado no movimento de flexão do tronco, valores de ICC mais constantes, com menores desvios dos LC em comparação ao movimento de extensão do tronco, tendo como consequência uma variação no padrão extensor com tendência para melhores repetições pelo examinador 2 com maior variação na posição SC. Por outro lado, na posição SS houve uma maior constância nos movimentos tanto para o examinador 1 quanto para o examinador 2. Importante destacar que a confiabilidade interteste alcançou maiores variações entre as medidas repetidas que na confiabilidade interexaminadores (E1-E2) apresentada na seção anterior.

Um fator que pode afetar a produção de torque é a gravidade. Durante testes envolvendo movimento no plano vertical, as forças que agem sobre o sistema de alavanca são a força muscular e a força gravitacional<sup>2,33,34</sup>. Assim, o resultado das variáveis registrado pelo dinamômetro pode ser afetado pela resultante da força gravitacional.

Em vários protocolos de avaliação em dinamometria isocinética sugere-se a correção da gravidade por um procedimento operacional dos equipamentos mais recentes. Para os testes com

membros superiores e inferiores este procedimento permite não sobrecarregar os movimentos executados contra a ação gravitacional, ao mesmo tempo que não facilitam aqueles a favor da mesma ação. Para o teste do tronco não foi possível utilizar em nossos procedimentos tal correção por razões operacionais do equipamento nesta alavanca de tronco, talvez uma possível explicação para as diferenças entre movimentos de flexão e extensão, visto que um é favorecido e o outro sobrecarregado pela ação gravitacional.

#### **5.4. Padrão geral e específico da confiabilidade entre as duas posições da alavanca de tronco (SC e SS)**

Acessórios e estruturas especiais, normalmente usados em conjunto com um dinamômetro foram relatados em alguns estudos para os movimentos do tronco com equipamentos da marca Cybex<sup>28,32</sup>, Lido<sup>33</sup> e mais recentemente o equipamento Byodex<sup>3,11,16</sup> que traz as possibilidades de posição variada da alavanca de tronco, oferecendo um espectro completo de flexão, extensão e hiperextensão.

As duas posições se diferem pela manutenção do quadril a 90° na posição SC ao passo que na posição SS, os membros inferiores ficam mais fixos no platô configurando uma posição mais funcional<sup>6,48</sup> (Figura 2), presente em equipamentos como o Biodex System 3 e 4 – Pro.

Em uma estudo recente, Messier *et al* (2012) analisou em indivíduos pós AVE subagudo, que durante os movimentos de flexão realizados em posição sentada com quadris flexionados a 90° (semelhante a posição SC), quando solicitados a flexionar o tronco para alcançar objeto, foi observado uma diminuição do deslocamento do centro de pressão com maior descarga de peso nos pés. Nesta posição, os movimentos do tronco são executados envolvendo mais o tronco superior e pouco inclinação anterior da pelve, indicando um menor deslocamento anterior do corpo comparado ao grupo sem hemiparesia<sup>55</sup>. Sugere ainda que para uma análise dinâmica e funcional, mais conhecimentos sobre a dinâmica do tronco na posição sentada poderá fornecer informações para reabilitação motora<sup>50,55</sup>.

Em caráter especial, este estudo inovou ao trazer pela primeira vez uma análise de confiabilidade da medida em relação a posição da alavanca de tronco (confiabilidade interposição). e de uma maneira geral, nossos dados mostraram-se também com confiabilidade moderada a muito alta (Tabela 6), indicando que as diferenças nas posições não interferem drasticamente na

reprodutibilidade do desempenho, entretanto conferem certa vantagem para quando o movimento é feito na posição SS.

**Tabela 6:** Agrupamento dos valores de ICC presentes nos resultados para análise do padrão geral de confiabilidade

Grupos	Variáveis Isocinéticas	Teste				Reteste			
		Examinador 1		Examinador 2		Examinador 1		Examinador 2	
		flexão	extensão	flexão	extensão	flexão	extensão	flexão	extensão
Controle	PT	0,930	0,790	0,889	0,758	0,973	0,802	0,923	0,780
	PTn	0,896	0,747	0,896	0,713	0,951	0,823	0,945	0,824
	P	0,830	<b>0,698</b>	<b>0,655</b>	0,929	0,863	0,962	0,896	0,902
	$\tau$	0,769	0,868	0,797	0,929	0,896	0,918	0,841	0,863
Hemiparesia	PT	0,824	0,885	0,813	0,814	0,940	0,869	0,868	0,951
	PTn	0,934	0,775	0,714	<b>0,637</b>	0,879	0,797	0,835	0,775
	P	0,835	<b>0,523</b>	0,901	0,802	0,891	<b>0,654</b>	0,890	0,819
	$\tau$	0,791	<b>0,544</b>	0,934	0,709	0,896	0,709	0,901	0,758

Os dados da tabela foram extraídos dos resultados para dar uma visão panorâmica do comportamento das medidas por variável na análise da confiabilidade entre as duas posições da alavanca de tronco (SC-SS). Valores em negrito indicam confiabilidade moderada

Para o grupo sem hemiparesia (controle), os resultados de ICC mostram confiabilidade alta a muito alta com exceção da variável potência muscular que obteve confiabilidade moderada durante o movimento de flexão pelo examinador 2, porém havendo a continuidade da tendência de melhores repetições para o mesmo movimento durante o reteste (Tabela 6). Importante destacar que foi a primeira vez que o movimento de flexão apresentou valores de ICC moderados, mesmo com seu retorno a parâmetros de referência no reteste.

Em particular, foi observado pelos gráficos de Bland-Altman para ambos os grupos que no movimento de flexão do tronco, aconteceram os maiores desvios dos LC em comparação as demais análises anteriores, tendo como consequência uma maior variação no padrão flexor com tendência para melhores repetições na posição SS (linha negativa abaixo da reta  $y=0$ ). Por outro lado, durante o reteste, houve um aumento da maioria do ICC, tanto pelo examinador 1 quanto pelo examinador 2.

Seguindo o mesmo perfil para as confiabilidades anteriores, para o grupo hemiparesia, os resultados de ICC mostraram confiabilidade alta a muito alta, com exceção das variáveis PTn, P e T para o movimento de extensão tanto pelo examinador 1 quanto pelo 2. O grupo hemiparesia



apresentou também tendências para melhores repetições no reteste, durante este movimento de extensão do tronco, que com o aumento da velocidade angular, reverteram a seus valores de referencia, mantendo os níveis característicos de confiabilidade moderada para a variável potencia muscular no reteste.

Os autores dos estudos da confiabilidade afirmam portanto, que as medidas isocinéticas da função muscular oferecem medições sensíveis e confiáveis do desempenho muscular do tronco<sup>33,56</sup>. Outros autores também concordaram que as velocidades 60° e 120°/seg são aceitas para esses mesmos protocolos de testes<sup>16,28,54</sup>.

### **5.5. Padrão geral e específico para a comparação das variáveis isocinéticas na condição experimental inicial (examinador 1 no teste)**

O dinamômetro isocinético computadorizado Biodex System 3 PRO revelou ainda neste estudo, que os indivíduos com hemiparesia crônica pós AVE apresentaram fraqueza muscular de tronco para os movimentos de flexão e extensão quando comparados ao grupo controle. Nossos resultados no entanto, foram maiores que estudo anterior realizado com equipamento Cybex II nas mesmas velocidades angulares (60° e 120°/seg.)<sup>28</sup>. Nossos resultados também coincidem com outros estudos onde mostraram que após um AVE, os indivíduos podem apresentar uma diminuição da ativação dos músculos reto abdominal e oblíquo externo e, ainda, um aumento da ativação nos músculos eretores da coluna<sup>57</sup>. No entanto, estes estudos não avaliaram os pacientes durante atividades no dinamômetro isocinético e em velocidades variadas.

Os resultados do presente estudo mostraram ainda valores maiores para a extensão do tronco em ambos os grupos para todas as variáveis isocinéticas. (Tabela 2 e 3). Em um estudo recente<sup>3</sup>, com o equipamento Biodex System 3 em participantes pós AVE e controle, as variáveis pico de torque e pico de torque normalizado foram proporcionalmente mais baixos para ambos os movimentos de flexão e extensão do tronco que o grupo sem hemiparesia.

De acordo com um dos primeiros estudos sobre o tema, foi demonstrado que mesmo indivíduos com alto grau de independência funcional, estes apresentam fraqueza dos músculos do tronco após um AVE<sup>58</sup> e relacionam essa fraqueza muscular ao desuso e a diminuição do recrutamento das unidades motoras, principalmente em velocidades mais altas<sup>50</sup>.

Podemos concordar com esses estudos e relacionar essa fraqueza muscular com o desuso e a diminuição das atividades de vida diária, quando o tronco posiciona-se como o eixo central da

estabilização postural em atividades como marcha e transferências posturais, também de acordo com esses autores<sup>3</sup>.

Em uma análise mais específica das tabelas 2 e 3, nossos dados indicam ainda que o fator posição da cadeira em SS afetou as medidas dos movimentos de flexão e extensão, em velocidades altas para a variável trabalho no grupo sem hemiparesia e em velocidades baixas quanto em velocidades altas para o grupo com hemiparesia, fato este inovador, pois não há na literatura estudos que avaliam as posições diferenciadas nos equipamentos isocinéticos.

De acordo com a literatura, alterações na função muscular têm sido cada vez mais caracterizadas em populações específicas como em indivíduos que sofreram AVE em comparação com amostras de indivíduos sem o mesmo comprometimento<sup>24,38</sup>, fato este demonstrado em nosso resultados.

É relevante observar, nesse tipo de fraqueza muscular, que a avaliação torna-se difícil por meio dos exames físicos e embora existam outros métodos para avaliar a força muscular do tronco, como o teste de função muscular, um dinamômetro isocinético é capaz de medir esse desempenho de forma mais precisa e confiável<sup>1,6</sup>.

Importante ressaltar ainda, que comparações com dados normativos somente são adequadas quando o equipamento utilizado, as condições de teste (fatores relacionados ao protocolo), as características do indivíduo (faixa etária, nível de atividade, sexo, dados clínicos) são equivalentes aos do estudo que forneceu os dados de referência<sup>2</sup>.

Um dos aspectos de grande limitação do nosso estudo foi a heterogeneidade entre o grupo controle e hemiparesia, em relação a idade, gênero e escolaridade, fato também limitante em outros estudos<sup>28,54</sup>.

Além disso, não testamos contrações excêntricas. Outros estudos têm demonstrado que a razão contração excêntrica dos flexores do joelho, por exemplo, pela contração concêntrica dos extensores do joelho é um índice mais fidedigno para avaliação de lesões dos isquiotibiais do que a razão entre as forças concêntricas desses dois grupos musculares<sup>32</sup>.

Outras limitações que encontramos nesse estudo, foi a escassa literatura relacionada ao desempenho muscular do tronco em populações específicas como aqueles que sofreram um insulto cerebrovascular. Mais ainda, a falta de estudos que tratam a confiabilidade dessas medidas repetidas para os movimentos do tronco utilizando o dinamômetro isocinético.

## 6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a confiabilidade das medidas registradas na avaliação isocinética dos movimentos do tronco durante o teste em velocidades variando dentro de amplitude funcional para sobreviventes de acidente vascular encefálico que adquiriram hemiparesia e comparadas a grupo controle, tanto na posição *semi standing* quanto na posição *seated compressed* foram confiáveis.

Os resultados mostram-se com confiabilidade de moderada a alta nas análises interteste e em relação as posições da alavanca do tronco (*seated compressed* e *semi standing*). Para a confiabilidade interexaminadores, os resultados mostraram-se ainda mais confiáveis, com índices de alta a muito alta.

Foi evidenciado também que o movimento de extensão do tronco varia mais do que o movimento de flexão em todas as análises e que a posição da alavanca em *semi standing* tem mais aspectos próximos a situação real de uso para executar os movimentos do que a alavanca em *seated compressed*, fato este que poderia estar favorecendo o desempenho.

Ficou também comprovado a maior fraqueza dos flexores em relação aos extensores do tronco para ambos os grupos, bem como diferenças na comparação entre a força dos acionadores do tronco (flexão e extensão) entre o grupo sem e com hemiparesia, evidenciando uma fraqueza maior no grupo hemiparesia em relação ao seu controle.

E, finalmente, reforçamos com nossos resultados que a tecnologia de dinamometria isocinética computadorizada pode trazer contribuições importantes para área da reabilitação e afins, possibilitando a obtenção de medidas objetivas de parâmetros relacionados à função muscular do tronco também para a população de pessoas que convivem com a condição de hemiparesia cronicamente.

## 7. REFERÊNCIAS

1. Rabelo M, Nunes GS, da Costa Amante NM, de Noronha M, Fachin-Martins E. Reliability of muscle strength assessment in chronic post-stroke hemiparesis: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. Maney Publishing Suite 1C, Joseph's Well, Hanover Walk, Leeds LS3 1AB, UK; 5 de agosto de 2015 [citado 15 de outubro de 2015];1945511915Y0000000008. Recuperado de: <http://www.maneyonline.com/doi/10.1179/1945511915Y.0000000008>
2. Aquino CFV, Brício D V., Silva RS, Ocarino PLP, S.T Fonseca. A utilização da dinamometria isocinética nas ciências do esporte e reabilitação. *Rev Bras da Ciência e Mov.* 2007;15(1):93–100.
3. Silva P, Franco J, Gusmão A, Moura J, Teixeira Salmela L, Faria C. Trunk strength is associated with sit-to-stand performance in both stroke and healthy subjects. *Eur J Phys Rehabil Med.* 12 de fevereiro de 2015;
4. Alessandro RLD, Augusto E, Silveira P, Túlio M, Aurélio A, Teixeira S. Analysis on the association between isokinetic dynamometry of the knee ' s articulation and one-leg horizontal jump , hop test , in volleyball athletes. *Rev Bras Med do Esporte.* 2005;11(10):255–8.
5. O'Shea K, Kenny P, Donovan J, Condon F, McElwain J. Outcomes following quadriceps tendon ruptures. *Injury.* Elsevier; 4 de abril de 2002;33(3):257–60.
6. Dvir Z. *Isocinética - Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas.* 1a. ed. Manole, organizador. 2002.
7. Vasconcelos RA de, Bevilaqua-Grossi D, Shimano AC, Paccola CJ, Salvini TF, Prado CL, et al. Confiabilidade e validade de um dinamômetro isométrico modificado na avaliação do desempenho muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop. Revista Brasileira de Ortopedia;* junho de 2009;44(3):214–24.

8. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther.* fevereiro de 1967;47(2):114–7.
9. Perrin DH. *Isokinetic Exercise and Assessment.* 1993.
10. Terreri AS a. P, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med do Esporte.* 2001;7(5):170–4.
11. den Hartog D, Eker HH, Tuinebreijer WE, Kleinrensink GJ, Stam HJ, Lange JF. Isokinetic strength of the trunk flexor muscles after surgical repair for incisional hernia. *Hernia.* 21 de janeiro de 2010;14(3):243–7.
12. Lexell J, Flansbjerg U-B, Brogaard C. Isokinetic assessment of muscle function: Our experience with patients afflicted with selected diseases of the nervous system. *Isokinet Exerc Sci.* 2012;20(4):267–73.
13. Ganzit GP, Chisotti L, Albertini G, Martore M, Gribaudo CG. Isokinetic testing of flexor and extensor muscles in athletes suffering from low back pain. *J Sports Med Phys Fitness.* dezembro de 1998;38(4):330–6.
14. Secchi, LLB, Muratt, MD, Andrade, NVS, Greve J. Isokinetic Trunk Dynamometry in Different Swimming Strokes. *Acta Ortop Bras.* 2010;18(5):295–7.
15. Câmara LC, Ritti-Dias RM, Forjaz CL de M, Greve JM, Santarém JM, Jacob-Filho W, et al. Cardiovascular responses during isokinetic muscle assessment in claudicant patients. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(5):571–6.
16. Grabiner MD, Jeziorowski J. Isokinetic trunk extension discriminates uninjured subjects from subjects with previous low back pain. *Clin Biomech.* 1992;7(4):195–200.
17. Gruther W, Wick F, Paul B, Leitner C, Posch M, Matzner M, et al. Diagnostic accuracy and reliability of muscle strength and endurance measurements in patients with chronic low back

pain. *J Rehabil Med.* 2009;41(8):613–9.

18. Chagas PSC, MAncini MC, Barbosa a. P, Silva PTG. Análise das intervenções utilizadas para a promoção da marcha em crianças portadoras de paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Fisioter.* 2004;8(2):155–63.
19. Watkins MP, Harris BA, Kozlowski BA. Isokinetic testing in patients with hemiparesis. A pilot study. *Phys Ther.* 1984;64(2):184–9.
20. Patten C, Lexell J, Brown HE. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: rationale, method, and efficacy. *J Rehabil Res Dev.* 2004;41(3A):293–312.
21. Costa FA Da, Silva DLA Da, Rocha VM Da. Severidade clínica e funcionalidade de pacientes hemiplégicos pós-AVC agudo atendidos nos serviços públicos de fisioterapia de Natal (RN). *Cien Saude Colet.* 2011;16:1341–8.
22. Fernandes MB, Cabral DL, Sekitani HY, Teixeira-salmela LF. Independência funcional de indivíduos hemiparéticos crônicos e sua relação com a fisioterapia. *Fisioter Mov.* 2012;25(2):333–41.
23. Almeida S. Análise epidemiológica do Acidente Vascular Cerebral no Brasil. *Rev Neurociências.* 21 de janeiro de 2012;20(4):481–2.
24. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2014;9(2):e87987.
25. Eng JJ, Kim CM, MacIntyre DL. Reliability of lower extremity strength measures in persons with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(3):322–8.
26. Bertrand AM, Mercier C, Bourbonnais D, Desrosiers J, Gravel D. Reliability of maximal static strength measurements of the arms in subjects with hemiparesis. *Clin Rehabil.*

2007;21(3):248–57.

27. Mundim AC, Paz CCDSC, Fachin-Martins E. Could be the predominantly-used hemibody related to the weight bearing distribution modified by the chronic hemiparesis after stroke? *Med Hypotheses* [Internet]. Elsevier; 17 de novembro de 2015 [citado 20 de novembro de 2015];85(5):645–9. Recuperado de:  
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306987715003126>
28. Karatas M, Çetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk Muscle Strength in Relation to Balance and Functional Disability in Unihemispheric Stroke Patients. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2004;83(2):81–7. Recuperado de:  
<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00002060-200402000-00001>
29. de Araujo-Barbosa PHF, de Menezes LT, Costa AS, Couto Paz CC dos S, Fachin-Martins E. Reliability of the measures of weight-bearing distribution obtained during quiet stance by digital scales in subjects with and without hemiparesis. *Physiother Theory Pract*. 2015;31(4):288–92.
30. Marcucci FCI, Cardoso NS, Berteli KDS, Garanhani MR, Cardoso JR. Alterações eletromiográficas dos músculos do tronco de pacientes com hemiparesia após acidente vascular encefálico. *Arq Neuropsiquiatr*. setembro de 2007;65(3b):900–5.
31. Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, Shabtai E, Markovici E. Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. janeiro de [citado 14 de outubro de 2015];79(3):228–34. Recuperado de:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10821307>
32. Silva Neto M, Simões R, Grangeiro Neto JA, Cardone CP. Avaliação isocinética da força muscular em atletas profissionais de futebol feminino. *Rev Bras Med do Esporte*. fevereiro de 2010;16(1):33–5.
33. Delitto A, Crandell CE, Rose SJ. Peak torque-to-body weight ratios in the trunk: a critical analysis. *Phys Ther*. 1989;69(2):138–43.

34. Keller a, Hellesnes J, Brox JJ. Reliability of the isokinetic trunk extensor test, Biering-Sørensen test, and Astrand bicycle test: assessment of intraclass correlation coefficient and critical difference in patients with chronic low back pain and healthy individuals. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(7):771–7.
35. Hsieh C-L, Sheu C-F, Hsueh I-P, Wang C-H. Trunk Control as an Early Predictor of Comprehensive Activities of Daily Living Function in Stroke Patients. *Stroke*. 1 de novembro de 2002;33(11):2626–30.
36. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(10):1211–8.
37. Caruso JF, Brown LE, Tufano JJ. The reproducibility of isokinetic dynamometry data. *Isokinet Exerc Sci*. 2012;20(November 2015):239–53.
38. Hammami N, Coroian FO, Julia M, Amri M, Mottet D, Hérisson C, et al. Isokinetic muscle strengthening after acquired cerebral damage: a literature review. *Ann Phys Rehabil Med*. maio de 2012;55(4):279–91.
39. Pilatti L, Pedroso B, Luis G. Propriedades Psicométricas de Instrumentos de Avaliação: Um debate necessário. *Rev Bras Ensino Ciência e Tecnol*. 2010;3(1):81–91.
40. Kivlan BR, Martin RL. Systematic Review Functional Performance Testing of the Hip in Athletes : A Systematic Review For Reliability and Validity. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(4):402–12.
41. Hulley SD, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB. *Delineando a Pesquisa Clínica: Uma abordagem epidemiológica*. Artmed. 2008. 384 p.
42. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987;67(2):206–7.



43. Kim M, Kothari DH, Lum PS, Patten C. Reliability of dynamic muscle performance in the hemiparetic upper limb. *J Neurol Phys Ther* [Internet]. 2005;29(1):9–17. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16386156>
44. Duffy L, Gajree S, Langhorne P, Stott DJ, Quinn TJ. Reliability (Inter-rater Agreement) of the Barthel Index for Assessment of Stroke Survivors: Systematic Review and Meta-analysis. *Stroke* [Internet]. 2013;44(2):462–8. Recuperado de: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.112.678615>
45. Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral. Impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994;52(1):1–7.
46. Riberto M, Miyazaki MH, Jucá SSH, Sakamoto H, Potiguara P. Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência Funcional Validation of the Brazilian version of Functional Independence Measure. *Acta Fisiatr*. 2004;11:3–7.
47. Tripp EJ, Harris SR. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion torque measurements in persons with spastic hemiparesis. *Phys Ther*. 1991;71(5):390–6.
48. Biodex Medical Systems Inc. System 3 Pro Application / Operation Manual [Internet]. Shirley, New York: Biodex System 3- Pro; 2015. p. 1–108. Recuperado de: [http://www.biodex.com/sites/default/files/835000man\\_06159.pdf](http://www.biodex.com/sites/default/files/835000man_06159.pdf)
49. Carter R, Lubinsky J, Domholdt E. Rehabilitation Research: Principles and Applications. In: Saunders E, organizador. 4.ed ed 2013.
50. Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganeshan S, Rakshith KC, Nafeez S, Prem V. A review on assessment and treatment of the trunk in stroke, a need or luxury. *Neural Regen Res*. 2012;7(25):1974–7.
51. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med*

Rehabil. outubro de 1999;80(10):1211–8.

52. Obesidade atinge mais de 40% da população brasileira [Internet]. [citado 15 de novembro de 2015]. Recuperado de: <http://teen.ibge.gov.br/noticias-teen/2836-obesidade-atinge-mais-de-40-da-populacao-brasileira.html>
53. Vemmos K, Ntaios G, Spengos K, Savvari P, Vemmou A, Pappa T, et al. Association Between Obesity and Mortality After Acute First-Ever Stroke: The Obesity-Stroke Paradox. Stroke [Internet]. 1 de janeiro de 2011;42(1):30–6. Recuperado de: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/content/abstract/STROKEAHA.110.593434v1> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21127299>
54. Karataş GK, Göğüş F, Meray J. Reliability of isokinetic trunk muscle strength measurement. Am J Phys Med Rehabil. 2002;81(2):79–85.
55. Messier S, Bourbonnais D, Desrosiers J, Roy Y. Dynamic analysis of trunk flexion after stroke. Arch Phys Med Rehabil. outubro de 2004;85(10):1619–24.
56. Delitto A, Rose SJ, Crandell CE, Strube MJ. Reliability of isokinetic measurements of trunk muscle performance. Spine (Phila Pa 1976) [Internet]. julho de 1991;16(7):800–3. Recuperado de: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00007632-199107000-00019>
57. Dickstein R, Heffes Y, Laufer Y, Ben-Haim Z. Activation of selected trunk muscles during symmetric functional activities in poststroke hemiparetic and hemiplegic patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry. fevereiro de 1999;66(2):218–21.
58. Tanaka S, Hachisuka K OH. Muscle strength of trunk flexion-extension in post-stroke hemiplegic patients. Am J Phys Med Rehabil. 1998;77:288–90.

## ANEXOS

ANEXO 1. Artigo publicado na *Topics in Stroke Rehabilitation* em maio de 2015.



Home · Browse | Authors · Editors · Societies · Librarians · Agents | Subject resources · About Maney

Q Enter words / phrases / DOI / ISSN / authors / keywords / etc.

This Journal

Search

Advanced search

Home > Topics in Stroke Rehabilitation > List of Issues > Advance Articles > Reliability of muscle stre...

### Advance Articles

Next >

## Reliability of muscle strength assessment in chronic post-stroke hemiparesis: a systematic review and meta-analysis

Michelle Rabelo<sup>1,2</sup>; Guilherme S. Nunes<sup>3</sup>; Natália Menezes da Costa Amante<sup>1</sup>; Marcos de Noronha<sup>4</sup>; Emerson Fachin-Martins<sup>1,5</sup>

Author Affiliations ▶

Keywords: Stroke, Strength, Isokinetic dynamometer, Knee, Intraclass correlation coefficient

DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/1945511915Y.0000000008>

Download



### Topics in Stroke Rehabilitation

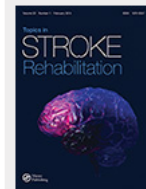


Table of contents  
All content  
Access this journal  
Get TOC alerts  
Current issue  
Sample issue  
About this journal  
Journal news  
Editorial board

Print ISSN: 1074-9357  
Online ISSN: 1945-5119

**Topics in Stroke Rehabilitation**  
**Reliability of muscle strength assessment in chronic post-stroke hemiparesis: a  
systematic review and meta-analysis**  
--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	Reliability of muscle strength assessment in chronic post-stroke hemiparesis: a systematic review and meta-analysis
<b>Article Type:</b>	Review
<b>Keywords:</b>	Stroke; Strength, Isokinetic Dynamometer; Knee; Intraclass Correlation Coefficient.
<b>Corresponding Author:</b>	Guilherme S Nunes Universidade Federal de Sao Carlos BRAZIL
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Universidade Federal de Sao Carlos
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	Michelle Rabelo
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	Michelle Rabelo Guilherme S Nunes Natália Menezes da Costa Amante Marcos de Noronha Emerson Fachin Martins
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Abstract:</b>	Background: Muscle weakness is the main cause of motor impairment amongst stroke survivors and is associated with reduced peak muscle torque. Objective: to systematically investigate and organize the evidence of the reliability of muscle strength evaluation measures in post-stroke survivors with chronic hemiparesis. Data Sources: Two assessors independently searched four electronic databases in January 2014. (Medline, Scielo, CINAHL, Embase). Study Selection: Inclusion criteria comprised of studies on reliability on muscle strength assessment in adult post-stroke patients with chronic hemiparesis. Data Extraction: We extracted outcomes from included studies about reliability data, measured by intraclass correlation coefficient (ICC) and/or similar. Results: Of 450 articles, 8 articles were included for this review. After quality analysis, two studies were considered of high quality. Five different joints were analyzed within the included studies (knee, hip, ankle, shoulder, and elbow). Their reliability results varying from low to very high reliability (ICCs from 0.48 to 0.99). Results of meta-analysis for knee extension varying from high to very high reliability (pooled ICCs from 0.89 to 0.97), for knee flexion varying from high to very high reliability (pooled ICCs from 0.84 to 0.91) and for ankle plantar flexion showed high reliability (pooled ICC = 0.85). Conclusion: objective muscle strength assessment can be reliability used in lower and upper extremities in post-stroke patients with chronic hemiplegia/hemiparesis.
<b>Funding Information:</b>	

Title Page

Title Page

**Reliability of Muscle Strength Assessment in Chronic Post-stroke  
Hemiparesis: a Systematic Review and Meta-analysis**

**Michelle Rabelo<sup>a</sup>, Guilherme S Nunes<sup>b</sup>, Natália Menezes da Costa Amante<sup>a</sup>,  
Marcos de Noronha<sup>c</sup>, Emerson Fachin Martins<sup>a,d</sup>**

<sup>a</sup> College of Ceilândia, University of Brasília, Brasília, Brazil;

<sup>b</sup> Department of Physiotherapy, Federal University of São Carlos, São Carlos, Brazil;

<sup>c</sup> Department of Allied Health, La Trobe University, Bendigo, Australia;

<sup>d</sup> Center of Research Sophia Antipolis - Méditerranée, University of Montpellier 2,  
Montpellier, France.

Address for correspondence:

Emerson Fachin Martins

Campus Universitário Darcy Ribeiro, Setor Colina, Bloco J, Apto 604, Asa Norte,  
Distrito Federal, Brasília, Brazil.

Ph/Fax: +55 61 3376 0252

Email: [efmartins@unb.br](mailto:efmartins@unb.br)

**Word count:** 2542 words; **Figures:** 1; **Tables:** 5.

**Funding:** none.

**Conflict of interest statement:** The authors report no conflict of interest.

**Ethics Approval:** not applicable.

1 **ABSTRACT**

2 **Background:** Muscle weakness is the main cause of motor impairment amongst stroke survivors  
3 and is associated with reduced peak muscle torque. **Objective:** to systematically investigate and  
4 organize the evidence of the reliability of muscle strength evaluation measures in post-stroke  
5 survivors with chronic hemiparesis. **Data Sources:** Two assessors independently searched four  
6 electronic databases in January 2014. (Medline, Scielo, CINAHL, Embase). **Study Selection:**  
7 Inclusion criteria comprised of studies on reliability on muscle strength assessment in adult post-  
8 stroke patients with chronic hemiparesis. **Data Extraction:** We extracted outcomes from included  
9 studies about reliability data, measured by intraclass correlation coefficient (ICC) and/or similar.  
10 **Results:** Of 450 articles, 8 articles were included for this review. After quality analysis, two studies  
11 were considered of high quality. Five different joints were analyzed within the included studies  
12 (knee, hip, ankle, shoulder, and elbow). Their reliability results varying from low to very high  
13 reliability (ICCs from 0.48 to 0.99). Results of meta-analysis for knee extension varying from high  
14 to very high reliability (pooled ICCs from 0.89 to 0.97), for knee flexion varying from high to very  
15 high reliability (pooled ICCs from 0.84 to 0.91) and for ankle plantar flexion showed high  
16 reliability (pooled ICC = 0.85). **Conclusion:** objective muscle strength assessment can be reliability  
17 used in lower and upper extremities in post-stroke patients with chronic hemiplegia/hemiparesis.  
18 **Keywords:** Stroke; Strength, Isokinetic Dynamometer; Knee; Intraclass Correlation Coefficient.  
19

## 1 INTRODUCTION

2

3       Muscle weakness is the main cause of motor impairment amongst stroke survivors and is  
4 associated with reduced peak muscle torque, decrease in the velocity of force development, rapid  
5 onset of fatigue and ineffective force production within the context of a task<sup>1,2</sup>. For rehabilitation  
6 staff, adult stroke-survivors presenting with these problems, pose major clinical concerns as the  
7 above issues impact on patient motor function and quality of life(3–6) and are often long-term and  
8 significant. About 50-70% of stroke patients regain some functional independence after six months,  
9 while the remaining 50 to 30% remain with the major consequences related hemiparesis /  
10 hemiplegia<sup>3,4</sup>. In the last decades, several studies with post-stroke subjects have used maximum  
11 strength measures to evaluate motor performance, recovery, functional ability<sup>1-3,5-7</sup> and levels of  
12 submaximal force for experimental protocols<sup>8-11</sup>.

13       Recognizing the clinical significance of post-stroke weakness in this population, leads to the  
14 support of the concept that strength training could be a simple approach for improving motor  
15 function and reducing disability, even with the presence of spasticity in the affected limb<sup>12-14</sup>.  
16 Before carrying out a longitudinal investigation of strength training protocols with post-stroke  
17 sufferers, it is necessary to identify from the literature, quantitative measures of muscle  
18 performance supported by evidence. Such evidence ideally would address factors such as reliability  
19 of the testing in the most affected joints, including variation in velocities during testing.

20       Muscle strength is commonly quantified objectively by measuring torque during isometric  
21 contractions. However, given the dynamic nature of functional tasks, it is important to consider the  
22 assessment of muscle performance under dynamic conditions seen during isotonic or isokinetic  
23 contractions<sup>11</sup>. Among the various types of strength testing devices noted in the literature, most  
24 researchers have advocated using isokinetic dynamometers for either clinical and laboratory  
25 settings. Isokinetic muscle strength testing provides three different strength variables: peak torque  
26 (PT), total work (TW) and average power (AP). PT represents the highest single torque output

1 achieved by a muscle contraction that causes the extremity to move through a range of motion  
2 (ROM)<sup>12</sup>. TW indicates the accumulated torque output produced as the extremity moves through a  
3 specified ROM; and AP refers to the average work done per unit of time<sup>11,12</sup>. PT has been well  
4 assessed in reliability studies whereas TW and AP have been less well studied. Several studies have  
5 been undertaken specifically to evaluate the reliability of isokinetic muscle strength in stroke  
6 patients. However, these studies may have results which are difficult to interpret due to a large  
7 variety of included joints, modalities and velocities in each study. Therefore, the aim of this  
8 systematic review is to investigate and organize the scientific evidence of the reliability of muscle  
9 strength evaluation measures in post-stroke survivors with chronic hemiparesis.

10

## 11 **METHODS**

12

13 The reporting of this study conforms to the Preferred Reporting Items for Systematic  
14 Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement<sup>15</sup>.

15

### 16 **Eligibility Criteria**

17 For this review, reliability studies that aimed to verify the reproducibility of muscle strength  
18 in any muscle group of individuals with post-stroke hemiparesis were included. Database searches  
19 were not limited by date or language of publication. To be included studies had to have: a) adult  
20 (over 18 years of age) post-stroke patients as the study population (ischemic, hemorrhagic or TIA)  
21 with a duration lasting longer than six months i.e. chronic; b) presence of hemiplegia or  
22 hemiparesis; c) the severity of condition from mild to moderate i.e. walking independently with or  
23 without the use of assistive device; d) testing of strength evaluation, work, muscle power:  
24 isometric, isotonic and / or isokinetic and e) presence of reliability parameters with intraclass  
25 correlation coefficient (ICC) or similar statistical analysis. Any studies using manual evaluation of  
26 muscle strength were excluded from the review.



1

## 2 Search Strategy

3 The search for articles involved the following electronic databases: *Medical Literature*  
4 *Analysis and Retrieval System Online* (Medline via Ovid), *Scientific Electronic Library Online*  
5 *(SciELO)*, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL)* and *Biomedical*  
6 *Answers* (EMBASE-OVID). The keywords used were validity and reliability, stroke, chronic  
7 hemiparesis and muscle assessment (Table 1). In addition to the main search, we also consulted the  
8 reference lists of the included papers for relevant studies. The search was undertaken in January  
9 2014.

10

## 11 Identification and Study Selection

12 The identification of articles according to the inclusion and exclusion criteria was performed  
13 first by title and then the abstracts and was performed independently by two researchers.  
14 Disagreements among researchers were resolved by consensus. In cases where there was no  
15 consensus, a third reviewer was consulted to decide on the eligibility of the study. Only studies that  
16 potentially suited the inclusion criteria were analyzed in full.

17

## 18 Quality Assessment of Included Studies

19 The selected studies were evaluated by using a Clinical Appraisal Tool (CAT scale)  
20 developed by Brink and Louw<sup>16</sup>. This instrument was developed specifically to assess the  
21 methodological quality of studies, considering the validity and reliability of objective clinical tests.  
22 The CAT scale contains 13 evaluation items. Four of the 13 items relate to issues of validity but the  
23 other nine relate to reliability and so were used for this review (Table 2). Each item was rated as  
24 "Yes" when the information regarding the item was described in sufficient detail in the article in  
25 question or "No" when the information regarding the item was not performed or did not contain  
26 sufficient information for clarification.

1

## 2 Data Extraction

3 Data extraction was performed independently by two researchers. They used a standard data  
4 extraction spreadsheet which contained: study design, information about the participants and  
5 disease, inclusion criteria, joint and test modality (Table 3). They also noted outcome measurements  
6 on both the affected and non-affected side (Table 4). The reliability parameters are presented in the  
7 current study according to their presentation in the original publication. When similarities were  
8 found among studies regarding joint, velocity of contraction, type of contraction, movement and  
9 analyzed variables, a meta-analysis was conducted.

10 For the current study the meta-analysis was performed adopting the random effect model by  
11 Hunter and Schmidt method<sup>17,18</sup>. Reliability data of the affected and non-affected sides were  
12 analyzed separately. Meta-analysis was performed using the weighted average ICC (95% CI).  
13 Statistical homogeneity was assessed by Chi Square test ( $\chi^2$ ). Confidence intervals not presented  
14 within a reviewed publication were calculated using the method advocated by Hopkins<sup>19</sup>. Studies  
15 which could not be included in a meta-analysis were analyzed qualitatively.

16 To classify the strength of correlation, we used the following scheme: 0 to .25 represents  
17 little if any correlation, .26 to .49 low correlation, .50 to .69 moderate correlation, .70 to .89 high  
18 correlation, and .90 to 1.00 very high correlation<sup>20,21</sup>.

19

## 20 RESULTS

21

22 Of 450 articles originally located, five were excluded as being duplicates and 295 were  
23 excluded for lack of the following: information on reliability, lack of muscle strength assessment  
24 and lack of clarity regarding the chronicity of the hemiparesis. Fifty five articles were considered  
25 for analysis of abstracts. Of these, 14 articles were read in full, after which six were then excluded  
26 (Figure 1). Finally eight articles were included for this review<sup>1,2,5,7,11-14</sup>.

1           The sample sizes within the final eight studies (n) ranged from 9-30 participants, with  
2 participants aged 22-81 years and the onset of illness ranged from 6 months to 6 years. Two studies  
3 also assessed a control group<sup>5,13</sup> with n = 10 and 13 respectively. Most of the studies compared the  
4 affected side with the non-affected side. Only Dehkordi et al.<sup>1</sup> assessed the participants' affected  
5 side only.

6           The joints evaluated within studies were the knee (6 studies), ankle (3 studies), hip (2  
7 studies), shoulder and elbow (2 studies). All the studies evaluated the segments using computerized  
8 isokinetic dynamometer such as: LIDO, Cybex II, Cybex 6000, Kin-Com and Biodex System 3 Pro,  
9 except for Bertrand et al.<sup>7</sup> whom used the maximum static strength through static multi-axial  
10 dynamometers developed by the researchers themselves (Table 3).

11           In assessing the quality of studies described in Table 2, only two were of high quality<sup>11,14</sup>.  
12 The major limitations among the studies were: a lack of description of competence of examiners  
13 and information on reliability scores (intra-rater e inter-rater reliability). All studies however did  
14 give detailed description of the sample of individuals as well as the statistical analyzes used. Only  
15 Bertrand et al.<sup>7</sup> did not use consistent variables in determining the adequacy of the time interval  
16 between repeated measurements.

17

## 18 **Knee**

19           Six of the 8 selected articles studied strength measurements for both knee flexion and  
20 extension<sup>1,2,5,12-14</sup>. Only Hsu et al.<sup>12</sup> and Clark et al.<sup>13</sup> analyzed just knee extension. Only Dehkordi  
21 et al.<sup>1</sup> conducted tests only on the affected side. Contraction speeds ranged from 30 to 240°/s for  
22 evaluation of concentric mode and 30 to 180°/s for the eccentric mode. Studies found high  
23 reliability for all analyzes, regardless of movement, speed, type of contraction and evaluation on the  
24 affected or non-affected side (Table 4). The only study that identified a low reliability was the study  
25 by Pohl et al.<sup>5</sup> whom measured knee flexion assessed at 60°/s with an ICC of 0.48. The standard

1 error of measurement (SEM) was presented as a percentage (SEM%) and all values were below  
2 30.71% and 19% for the affected and non-affected side respectively.

3 It was possible to perform meta-analyses for measures of knee extensors evaluated at speeds  
4 of 30°, 60°, 90° and 120°/s; and the measures of flexor knees evaluated at speeds of 60° and 120°/s  
5 and the results were of high to very high reliability for all knee meta analyses (Table 5).

6

### 7 Hip

8 For the hip joint, a study Eng et al.<sup>2</sup> analyzed the extension and flexion movements at speed  
9 of 60°/s, while Hsu et al.<sup>12</sup> analyzed only the hip flexion at speeds of 30°/s and 90°/s. In both  
10 studies, concentric strength was measured and the results showed high to very high reliability for  
11 the affected and non-affected side (Table 4). These studies did not report SEM values.

12

### 13 Ankle

14 Two studies<sup>2,5</sup> measured reliability of muscle strength for plantar flexion and dorsiflexion at  
15 the ankle, at speeds of 30°/s and 60°/s and one study<sup>12</sup> investigated the plantar flexion at speeds of  
16 15° and 30°/s. The reliability found were moderate to very high (Table 4) but again, the studies did  
17 not report SEM values.

18 We also performed meta-analysis for the plantar flexion measurements recorded at the speed  
19 of 30°/s. The results indicate that the isokinetic evaluation for plantar flexors has a high reliability  
20 (ICC=0.85) (Table 5).

21

### 22 Shoulder

23 For analysis of the upper limb, two studies<sup>7,11</sup> investigated the shoulder. Kim et al.<sup>11</sup>  
24 investigated shoulder flexion at speeds of 30°, 75° and 120°/s with high reliability values for all  
25 analyzes, regardless of movement, speed, type of contraction and evaluation on the affected or non-  
26 affected side (Table 4).

1            Bertrand et al.<sup>7</sup> analyzed static grip strength and the strength ratios of the affected against  
2 non-affected side. They also found high reliability for that assessment with results higher than 0.81  
3 (G coefficient) (Table 4). The SEM% were reported in both studies with the largest result been  
4 31.8% for the affected side and 21.54% for the non-affected side, both at a speed of 120°/s (table 4).

5

#### 6 **Elbow**

7            Two studies<sup>7,11</sup> found moderate to very high reliability for the extension and flexion at  
8 speeds of 30°, 75° and 120°/s. Bertrand et al.<sup>7</sup>, also analyzed the static strength of grip and the  
9 comparison between the affected and the non-affected side, with results higher than 0.87 (G  
10 coefficient) (Table 4). The SEM% values were measured in both studies with results below 33%  
11 and 21.3% for the affected and the non-affected side, respectively.

12

#### 13 **DISCUSSION**

14

15            We analyzed studies that reported on reliability of muscle strength assessment in patients  
16 with chronic post-stroke hemiparesis. The results from our review suggest that there are good-to-  
17 excellent levels of reliability of muscle strength assessment in upper and lower limbs for both  
18 affected and non-affected side using static and isokinetic dynamometry. Our results also support the  
19 contention that muscle strength of the affected extremities of chronic post-stroke patients is  
20 quantifiable and its measurement is reliable even in the presence of spasticity<sup>12,14</sup>.

21            In lower limbs, knee extension was the most studied movement followed by knee flexion,  
22 hip flexion and extension, ankle dorsiflexion and plantar flexion. For the upper body, two studies  
23 analyzed the shoulder flexion and extension followed by the extension and flexion of the elbow.

24            It is well documented that upper and lower extremity weakness in adults with stroke is  
25 related to functional disabilities<sup>5,11</sup>. The importance of knee extensors strength is acknowledged as  
26 important for functional tasks of daily living i.e. locomotion, standing up or sitting down from a

1 chair and ascending and descending stairs. In addition, knee extensors may be viewed as  
2 representative of overall lower extremity strength since internal consistency of muscle performance  
3 has been demonstrated in this muscle group in both non-disabled and post-stroke persons<sup>13,22</sup>. It is  
4 also one of the most tested joints in isokinetic research studies, probably because it is an easy joint  
5 to be tested.

6 As background for this review, the functional importance of the shoulder and elbow muscles  
7 for activities of daily living is acknowledged. The functional importance of the hand post-stroke is  
8 well documented but there is a paucity of literature available on reliability of isokinetic muscle  
9 testing of the hand. Articles concerning the reliability of isometric trunk muscle testing were not  
10 found in this search, which is surprising as isometric muscle testing have been available for many  
11 years. Malfunction of limb muscles in stroke patients is well documented, but little is reported about  
12 the effect of stroke in the trunk muscle activity, balance, transfers, gait, and the range of activity in  
13 daily living<sup>22</sup>. It is well known that adequate balance is fundamental for performing most physical  
14 functions, so trunk control is required to maintain body position, to remain stable when changing  
15 positions, to perform activities of daily living and for mobility<sup>23</sup>.

16 The results of this review show that dynamic muscle performance can be measured  
17 quantitatively and reliably in post-stroke patients with chronic. Isokinetic dynamometry offers clear  
18 advantages over simpler measures for assessing muscle strength, such as continuous and accurate  
19 measurement of force production across a range of movement speeds<sup>13</sup>.

20 Time intervals between tests varied in the reported studies. Some were conducted within an  
21 interval of less than one week<sup>1,2,13,14</sup>. Test intervals of about one week could maximize the effects  
22 of learning and still manage any effects of muscle fatigue as reported by Woodson et al.<sup>24</sup> who  
23 showed generally higher test-retest reliability when the range varies between 24 hours and 7 days.  
24 Kim et al.<sup>11</sup> worked with an interval up to 6 weeks and Bertrand et al.<sup>7</sup> did not follow a fixed  
25 interval protocol due to characteristics of the protocol itself. Even with those differences, the studies

11

1 reported similar levels of reliability, always with ICCs or G coefficient considered as high  
2 reliability.

3 Finally, the use of consistent test protocol, positioning, stabilization, environment and  
4 instructions during the testing sessions may contribute to reliability of the strength measurements.

5

## 6 CONCLUSION

7

8 The assessment of muscle strength is a vital component in the evaluation of patients  
9 following a stroke that is likely to lead to chronic disability. The review of the literature has found  
10 that reliable strength measurements taken from isokinetic devices can be used with confidence for  
11 both upper and lower limb muscle group in this population. Future studies may wish to consider the  
12 investigation of reliability issues for testing of other body segments, such as trunk and different  
13 measurement modalities, such as isometric measurements.

14

## 15 REFERENCES

16

- 17 1. Dehkordi NS, Talebian S, Olyaei G, Montazeri A. Reliability of isokinetic normalized peak  
18 torque assessments for knee muscles in post-stroke hemiparesis. *Gait Posture*.  
19 2008;27(4):715–8.
- 20 2. Eng JJ, Kim CM, Macintyre DL. Reliability of lower extremity strength measures in persons  
21 with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(3):322–8.
- 22 3. Marcucci FCI, Cardoso NS, Berteli K de S, Garanhani MR, Cardoso JR. Electromyographic  
23 alterations of trunk muscle of patients with post-stroke hemiparesis. *Arq Neuropsiquiatr*.  
24 2007;65(3B):900–5.

- 1 4. Oliveira CB, Medeiros ÍRT, GreTERS MG, Frota NAF, Lucato LT, Scaff M, et al. Abnormal  
2 sensory integration affects balance control in hemiparetic patients within the first year after  
3 stroke. *Clin São Paulo Braz.* 2011;66(12):2043–8.
- 4 5. Pohl PS, Startzell JK, Duncan PW, Wallace D. Reliability of lower extremity isokinetic  
5 strength testing in adults with stroke. *Clin Rehabil.* 2000;14(6):601–7.
- 6 6. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet*  
7 *Neurol.* 2009;8(8):741–54.
- 8 7. Bertrand AM, Mercier C, Bourbonnais D, Desrosiers J, Gravel D. Reliability of maximal static  
9 strength measurements of the arms in subjects with hemiparesis. *Clin Rehabil.*  
10 2007;21(3):248–57.
- 11 8. Den Hartog D, Eker HH, Tuinebreijer WE, Kleinrensink GJ, Stam HJ, Lange JF. Isokinetic  
12 strength of the trunk flexor muscles after surgical repair for incisional hernia. *Hernia J*  
13 *Hernias Abdom Wall Surg.* 2010;14(3):243–7.
- 14 9. Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Trunk rotatory muscle performance in post-stroke  
15 hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 1997;76(5):366–9.
- 16 10. Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Muscle strength of trunk flexion-extension in post-stroke  
17 hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 1998;77(4):288–90.
- 18 11. Kim M, Kothari DH, Lum PS, Patten C. Reliability of dynamic muscle performance in the  
19 hemiparetic upper limb. *J Neurol Phys Ther.* 2005;29(1):9–17.
- 20 12. Hsu A-L, Tang P-F, Jan M-H. Test-retest reliability of isokinetic muscle strength of the lower  
21 extremities in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(8):1130–7.
- 22 13. Clark DJ, Condliffe EG, Patten C. Reliability of concentric and eccentric torque during  
23 isokinetic knee extension in post-stroke hemiparesis. *Clin Biomech.* 2006;21(4):395–404.
- 24 14. Tripp EJ, Harris SR. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion torque  
25 measurements in persons with spastic hemiparesis. *Phys Ther.* 1991;71(5):390–6.



- 1 15. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for  
2 systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg Lond Engl*.  
3 2010;8(5):336–41.
- 4 16. Brink Y, Louw QA. Clinical instruments: reliability and validity critical appraisal. *J Eval Clin*  
5 *Pract*. 2012;18(6):1126–32.
- 6 17. Hunter JE, Schmidt FL. *Methods of Meta-Analysis: Correcting Error and Bias in Research*  
7 *Findings*. 2nd edition. Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications, Inc; 2004.
- 8 18. Diener MJ, Hilsenroth MJ, Weinberger J. A primer on meta-analysis of correlation  
9 coefficients: the relationship between patient-reported therapeutic alliance and adult  
10 attachment style as an illustration. *Psychother Res J Soc Psychother Res*. 2009;19(4-5):519–  
11 26.
- 12 19. Hopkins W. Calculating the reliability intraclass correlation coefficient and its confidence  
13 limits (Excel spreadsheet). [www.sportsci.org/resource/stats/xICC.xls](http://www.sportsci.org/resource/stats/xICC.xls). Accessed November 4,  
14 2014.
- 15 20. Domholdt E. *Rehabilitation Research: Principles and Applications*. 3rd edition. Saint Louis,  
16 MO: Elsevier Saunders; 2005.
- 17 21. Nunes GS, Bayer GS, M R da Costa L, de Noronha M. Intraobserver and interobserver  
18 reliability of a method to measure ankle plantar-flexion range of motion in the hook-lying  
19 position. *J Sport Rehabil*. 2012; Technical Notes(4).
- 20 22. Karataş GK, Göğüş F, Meray J. Reliability of isokinetic trunk muscle strength measurement.  
21 *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(2):79–85.
- 22 23. Bohannon RW, Walsh S. Nature, reliability, and predictive value of muscle performance  
23 measures in patients with hemiparesis following stroke. *Arch Phys Med Rehabil*.  
24 1992;73(8):721–5.

14

- 1 24. Woodson C, Bandy WD, Curis D, Baldwin D. Relationship of isokinetic peak torque with
- 2 work and power for ankle plantar flexion and dorsiflexion. *J Orthop Sports Phys Ther.*
- 3 1995;22(3):113–5.

## TABLES

Table 1 Full Search Strategy (Medline search via Ovid\*)

- 
1. exp cerebrovascular disorders/
  2. (stroke\$ or cerebrovascular or cerebral vascular or cva\$).tw.
  3. (cerebral or cerebellar or brain\$ or vertebrobasilar).tw.
  4. (infarct\$ or isch?emi\$ or thrombo\$ or emboli\$ or apoplexy).tw.
  5. 3 and 4
  6. (cerebral or brain\$ or subarachnoid).tw.
  7. (haemorrhage or hemorrhage or haematoma or hematoma).tw
  8. 6 and 7
  9. hemiplegia/
  10. (hemipleg\$ or hemipar\$ or poststroke or post-stroke).tw.
  11. 1 or 2 or 5 or 8 or 9 or 10
  12. 11 not cardiac.tw
  13. 12 not (child\* or infant).tw
  14. Valid\*.tw
  15. Reliab\*.tw
  16. Reproducib\*.tw
  17. Inter examiner.tw
  18. Inter-examiner.tw
  19. Inter tester.tw
  20. Inter-tester.tw
  21. Inter observer.tw
  22. Inter-observer.tw
  23. Inter rater.tw
  24. Inter-rater.tw
  25. Intra tester.tw
  26. Intra-tester.tw
  27. Intra examiner.tw
  28. Intra-examiner.tw
  29. Intra observer.tw
  30. Intra-observer.tw
  31. Intra rater.tw
  32. Intra-rater.tw
  33. 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 20 or 21 or 22 or 23 or 24 or 25 or 26 or 27 or 28 or 29 or 30 or 31 or 32
  34. Muscle strength/
  35. Muscle strength dynamometer/
  36. isometric contraction/
  37. isotonic contraction/
  38. (muscle or muscular) adj3 (test\* or assess\* or evaluat\*)
  39. (strength or power or torque) adj3 (assess\* or test\* or evaluat\*)
  40. 34 or 35 or 36 or 37 or 38 or 39
  41. 13 and 33 and 40
- 

\* The strategy was modified for searches of other databases.

Table 2 Quality assessment of included studies.

Study	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tripp & Harris <sup>14</sup>	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y
Pohl et al. <sup>5</sup>	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	Y
Hsu et al. <sup>12</sup>	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	Y
Eng et al. <sup>2</sup>	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y
Kim et al. <sup>11</sup>	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
Bertrand et al. <sup>7</sup>	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	Y
Clark et al. <sup>13</sup>	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y
Dehkordi et al. <sup>1</sup>	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y

Critical appraisal tool for reliability studies of objective clinical tools<sup>16</sup>:

1. If human subjects were used, did the authors give a detailed description of the sample of subjects used to perform the (index) test?
2. Did the authors clarify the qualification, or competence of the rater(s) who performed the (index) test?
3. If interrater reliability was tested, were raters blinded to the findings of other raters?
4. If intrarater reliability was tested, were raters blinded to their own prior findings of the test under evaluation?
5. Was the order of examination varied?
6. Was the stability (or theoretical stability) of the variable being measured taken into account when determining the suitability of the time interval between repeated measures?
7. Was the execution of the (index) test described in sufficient detail to permit replication of the test?
8. Were withdrawals from the study explained?
9. Were the statistical methods appropriate for the purpose of the study?

Abbreviation: N indicates that the criterion is not satisfied and Y indicates that the criteria was satisfied.

Table 3 Characteristics of Included Studies

Study	Number of Participants	Age (years $\pm$ SD)	Time of disease	Interval between test and retest	Inclusion Criteria	Joint	Movement (velocity)
Tripp & Harris <sup>14</sup>	20 (4 F)	40.4 $\pm$ 15.8	4.1 $\pm$ 2.8 y	2 to 4 days	Motor dysfunction of lower extremity; active knee extension; ability to ambulate with or without assistive devices; ability to communicate; no medical contraindications.	Knee	Extension and Flexion (isokinetic at 60 and 120°/s)
Pohl et al. <sup>5</sup>	10 (5 F)	64 $\pm$ 13.5	8.4 $\pm$ 3.0 mo	1 week	Only participants with mild and moderate stroke, who could perform the testing procedures	Ankle Knee	Extension and Flexion (isokinetic at 30°/s) Extension and Flexion (isokinetic at 60°/s)
Hsu et al. <sup>12</sup>	9 (1 F)	55.6	1.6 y	1 week	Ability to communicate and follow verbal instructions; able to actively flex the affected hip, extend the affected knee, plantar-flexion the affected ankle; complete passive ROM for all these joints; pain free in the lower extremities.	Hip Knee Ankle	Flexion (isokinetic at 30 and 90°/s) Extension (isokinetic at 30 and 90°/s) Plantar flexion (isokinetic at 15 and 30°/s)
Eng et al. <sup>2</sup>	20 (5 F)	60 $\pm$ 8	4.0 $\pm$ 2.6 y	2 to 4 days	First stroke; not participating in any formal therapy program; a minimum of stage 3 for the leg and foot on the Chedoke-McMaster Stroke Assessment; and an activity tolerance of 45 minutes with rest intervals	Hip Knee Ankle	Extension and Flexion (isokinetic at 60°/s.) Extension and Flexion (isokinetic at 60°/s.) Plantar and Dorsiflexion (isokinetic at 60°/s.)
Kim et al. <sup>11</sup>	10 (5 F)	62.2 $\pm$ 12.0	4.3 $\pm$ 2.9 y	1 to 6 weeks	Single stroke; absence of pain or contracture in the upper limbs; minor impairment of upper-limb sensation or proprioception; ability to comprehend and follow commands; demonstration of at least 30° of active elbow flexion and 10° to 15° of active shoulder flexion against gravity	Shoulder Elbow	Flexion (isokinetic at 30°/s, 75°/s, and 120°/s) Extension and Flexion (Isokinetic at 30°/s, 75°/s, and 120°/s)
Bertrand et al. <sup>7</sup>	17	53.7	5.5 $\pm$ 3.2 y	PF: 30 $\pm$ 22 days PT: 15.3 $\pm$ 12.8 days	Single stroke; motor impairment score between stages 3 and 7; no severe cognitive deficits; pain intensity in the arms of less than 2 cm on a 10-cm visual analogue scale; no arm orthopedic or neurological deficits other than those related to the stroke	Shoulder Elbow	Extension and Flexion (Isometric) Extension and Flexion (Isometric)

Clark et al. <sup>13</sup>	17 (6 F)	57 ± 6.9	6.1 ± 4.8 y	2 days	Single stroke; ability to walk; pain free passive RoM; ability to produce knee extension against gravity; stable medication regime; stable level of physical activity; ability to follow commands.	Knee	Extension (Isokinetic: concentric from 30° to 240°/s and eccentric from -30° to -180°/s)
Dehkordi et al. <sup>1</sup>	30 (11 F)	61.5 ± 11.7	1.5 ± 1 y	1 day	First stroke between 6 and 60 mo earlier; over 40 years of age; able to walk independently; confirmed diagnosis by MRI or CT-scan.	Knee	Extension and Flexion (Isokinetic at 60 and 120°/s.

Abbreviations: SD: standard deviation, F: female, Mo: month; Y: year;

Table 4 Summary of data from the studies included in the review

Study	Paretic side [ICC (SEM%)]	Non-paretic side [ICC (SEM%)]
Tripp & Harris <sup>14</sup>	- Knee Extension at 60°/s : PT= 0.97; APT= 0.98 at 120°/s : PT= 0.97; APT= 0.96 - Knee Flexion at 60°/s; PT = 0.91; APT= 0.90 at 120°/s = 0.96; APT= 0.92	- Knee Extension at 60°/s : PT= 0.97; APT=0.97 at 120°/s; PT= 0.95; APT=0.97 - Knee Flexion at 60°/s; PT= 0.93; APT=0.92 at 120°/s; PT= 0.95; APT=0.96
Pohl et al. <sup>5</sup>	- Knee Extension at 60°/s; PT= 0.81; APT=0.80 - Knee Flexion at 60°/s; PT = 0.48 ; APT= 0.44 - Ankle Plantar Flexion at 30°/s; PT = 0.90 ; APT= 0.89 - Ankle Dorsal Flexion at 30°/s : PT= 0.84; APT= 0.67	- Knee Extension at 60°/s; PT = 0.95 ; APT=0.97 - Knee Flexion at 60°/s; PT = 0.90; APT= 0.90 - Ankle Plantar Flexion at 30°/s; PT = 0.76; APT=0.75 - Ankle Dorsal Flexion at 30°/s; PT= 0.95; APT=0.95
Hsu et al. <sup>12</sup>	- Hip Flexion at 30°/s; NPT = 0.91;NTW = 0.91; NP = 0.90 at 90°/s; NPT = 0.93; NTW = 0.83; NP = 0.89 - Knee Extension at 30°/s; NPT = 0.86; NTW = 0.88; NP = 0.85 at 90°/s; NPT= 0.94;NTW = 0.91; NP = 0.87 - Ankle Plantar Flexion at 15°/s; NPT = 0.76; NTW = 0.83; NP = 0.62 at 30°/s; NPT = 0.79; NTW = 0.84; NP = 0.73 - Hip Extension at 60°/s = 0.97 - Hip Flexion at 60°/s = 0.98 - Knee Extension at 60°/s = 0.99 - Knee Flexion at 60°/s = 0.99 - Ankle Plantar Flexion at 60°/s = 0.98 - Ankle Dorsal Flexion at 60°/s = 0.98	- Hip Flexion at 30°/s; NPT = 0.89; NTW = 0.91; NP = 0.83 at 90°/s; NPT= 0.88; NTW = 0.80; NP = 0.82 - Knee Extension at 30°/s; NPT = 0.91; NTW = 0.91; NP = 0.87 at 90°/s; NPT= 0.91; NTW = 0.96; NP = 0.95 - Ankle Plantar Flexion at 15°/s; NPT = 0.74; NTW = 0.89; NP = 0.70 at 30°/s; NPT = 0.61; NTW = 0.72; NP = 0.87 - Hip Extension at 60°/s = 0.98 - Hip Flexion at 60°/s = 0.95 - Knee Extension at 60°/s = 0.95 - Knee Flexion at 60°/s = 0.98 - Ankle Plantar Flexion at 60°/s = 0.95 - Ankle Dorsal Flexion at 60°/s = 0.98
Eng et al. <sup>2</sup>	- Shoulder Flexion at 30°/s; PT = 0.92 (19.14); S = 0.79 (10.86); P = 0.92 (22.68) at 75°/s; PT = 0.92 (18.24); S = 0.95 (7); P = 0.94 (22.48) at 120°/s; PT = 0.87 (23.85); S = 0.96 (7.54); P = 0.88 (31.87) - Elbow Extension at 30°/s; PT = 0.97 (12.41); S = 0.99 (0.36); P = 0.99 (12.88)	- Shoulder Flexion at 30°/s; PT= 0.96 (8.69); S = 0.99 (0.35); P = 0.96 (9.02) at 75°/s; PT = 0.90 (13.49); S = 0.92 (5.23); P = 0.94 (14.55) at 120°/s; PT = 0.83 (18.59); S = 0.97 (3.79); P = 0.87 (21.54) - Elbow Extension at 30°/s; PT = 0.83 (15.44); S = 0.97 (0.61); P = 0.83 (16.03)
Kim et al. <sup>11</sup>		

	at 75°/s; PT = 0.94 (15.74); S = 0.94 (3.97); P = 0.92 (19.66) at 120°/s; PT = 0.85 (28.96); S = 0.94 (1.31); P = 0.83 (31.26)	at 75°/s; PT = 0.89 (14.86); S = 0.75 (6.27); P = 0.83 (21.33) at 120°/s; PT = 0.88 (12.45); S = 0.89 (2.00); P = 0.88 (13.66)
	- Elbow Flexion	- Elbow Flexion
	at 30°/s; PT = 0.90 (20.55); S = 0.64 (15.23); P = 0.84 (33.00) at 75°/s; PT = 0.90 (17.57); S = 0.92 (2.83); P = 0.89 (21.59) at 120°/s; PT = 0.92 (19.01); S = 0.82 (3.59); P = 0.92 (20.87)	at 30°/s; PT = 0.97 (8.96); S = 0.99 (0.45); P = 0.97 (0.56) at 75°/s; PT = 0.93 (15.07); S = 0.92 (3.83); P = 0.94 (15.82) at 120°/s; PT = 0.96 (11.27); S = 0.81 (4.62); P = 0.96 (13.79)
	- Elbow Extension = 0.91 (13) - Elbow Flexion = 0.87 (14) - Shoulder Extension = 0.81 (15) - Shoulder Flexion = 0.91 (13)	- Elbow Extension = 0.90 (10) - Elbow Flexion = 0.92 (7) - Shoulder Extension = 0.82 (11) - Shoulder Flexion = 0.85 (9)
Bertrand et al. <sup>7*</sup>	- Knee Extension CC	- Knee Extension CC
	at 30°/s; PT = 0.93 (21.7); P = 0.93 (21.8) at 60°/s; PT = 0.93 (19.1); P = 0.94 (20.1) at 90°/s; PT = 0.91 (26.3); P = 0.90 (27) at 120°/s; PT = 0.93 (21.4); P = 0.94 (22.4) at 150°/s; PT = 0.93 (24.8); P = 0.92 (26.2) at 180°/s; PT = 0.94 (23.8); P = 0.93 (28.2) at 210°/s; PT = 0.96 (18.2); P = 0.96 (23.2) at 240°/s; PT = 0.97 (17.3); P = 0.97 (21.1)	at 30°/s; PT = 0.99 (8.8); P = 0.99 (7.3) at 60°/s; PT = 0.97 (12.5); P = 0.97 (12.7) at 90°/s; PT = 0.97 (12.9); P = 0.97 (12.8) at 120°/s; PT = 0.99 (6.7); P = 0.99 (6.7) at 150°/s; PT = 0.99 (7.9); P = 0.99 (8) at 180°/s; PT = 0.99 (6); P = 0.99 (6) at 210°/s; PT = 0.97 (11.9); P = 0.97 (12.1) at 240°/s; PT = 0.96 (14.1); P = 0.96 (14.2)
Clark et al. <sup>13</sup>	- Knee Extension EC	Knee Extension EC
	at -30°/s; PT = 0.96 (14.1); P = 0.97 (14) at -60°/s; PT = 0.93 (17.4); P = 0.93 (17.5) at -90°/s; PT = 0.87 (21.8); P = 0.83 (21.7) at -120°/s; PT = 0.91 (19.2); P = 0.91 (19.2) at -150°/s; PT = 0.86 (21); P = 0.86 (21.1) at -180°/s; PT = 0.86 (22.6); P = 0.90 (18.5)	at -30°/s; PT = 0.92 (18.1); P = 0.92 (19) at -60°/s; PT = 0.95 (13.4); P = 0.95 (13) at -90°/s; PT = 0.94 (15.2); P = 0.94 (15.2) at -120°/s; PT = 0.95 (14.9); P = 0.95 (14.7) at -150°/s; PT = 0.93 (15.6); P = 0.94 (15.7) at -180°/s; PT = 0.94 (15.7); P = 0.96 (16.2)
	- Knee Extension	- Knee Extension
	at 60°/s; PT = 0.99 (9.14); NPT = 0.98 (8.09) at 120°/s; PT = 0.99 (6.76); NPT = 0.97 (9.29)	
Dehkordi et al. <sup>1</sup>	- Knee Flexion	x
	at 60°/s; PT = 0.90 (30.42); NPT = 0.85 (26.78) at 120°/s; PT = 0.88 (30.71); NPT = 0.86 (27.6)	

\* Data from G-coefficients (SEM in D-study); x = the analyzes were not carried out on non-paretic side; PT: Peak torque (Nm=Newton-meter); NPT: Normalized PT (Nm/Kg=Newton-meter/Kg); APT: average PT (Nm); P: Power (W=Watts); NP: Normalized P (W); TW: total work (J=Joules); NTW: Normalized TW (J); S: Speed (%); ICC: intraclass correlation coefficient; SEM%: standard error of measurement relative to the mean; CC = concentric contraction; EC = eccentric Contraction

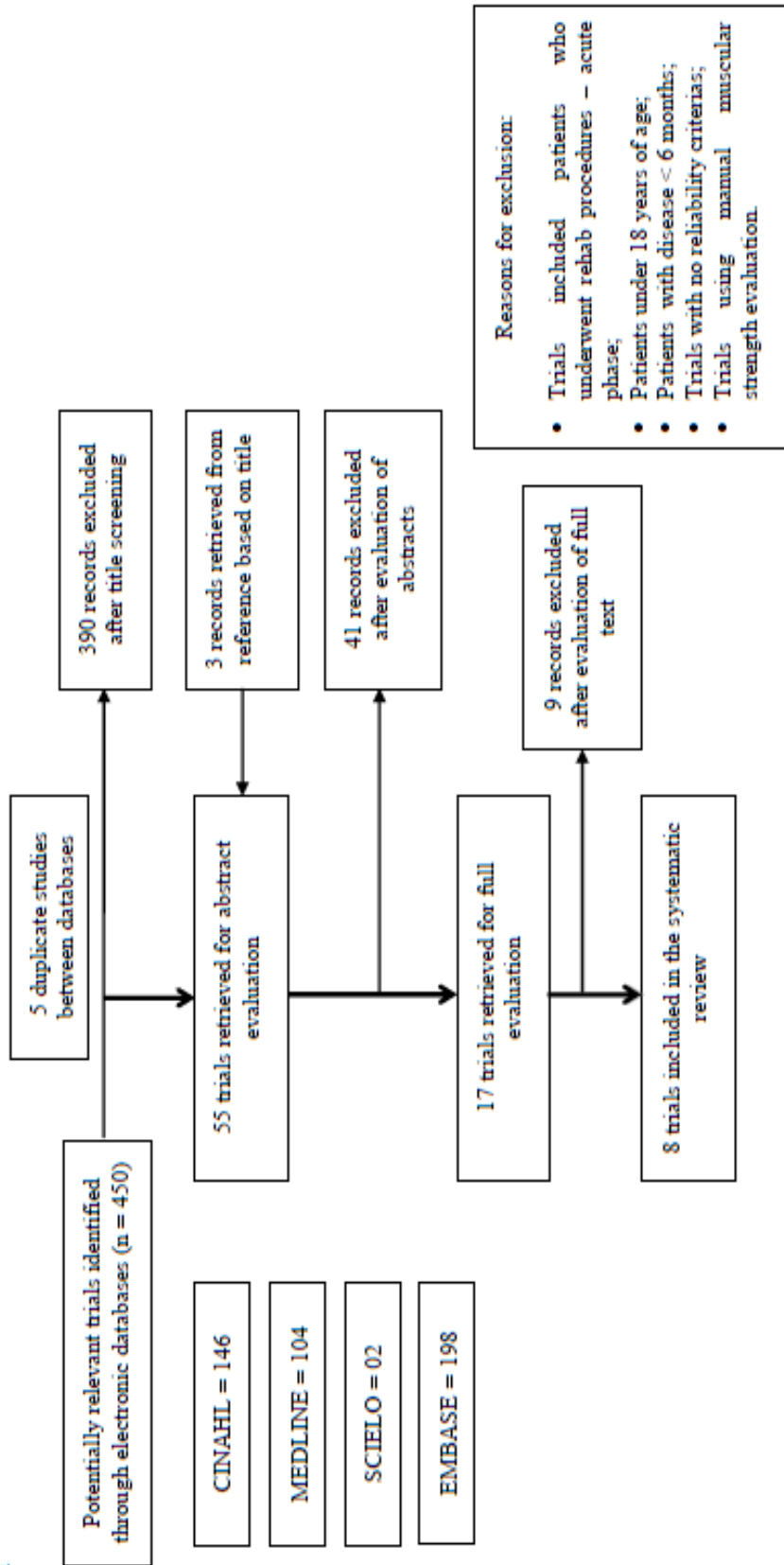


Table 5 Meta-analysis

Measure	Study	Paretic side			Non-paretic side		
		ICC (CI 95%)	ICC Meta-analysis (CI 95%)	Chi <sup>2</sup> (p value)	ICC (CI 95%)	ICC Meta-analysis (CI 95%)	Chi <sup>2</sup> (p value)
Knee extension at 30°/s (P)	Hsu et al. <sup>12</sup>	0.85 (0.47 – 0.96)*	0.90	0.99	0.87 (0.53 – 0.97)*	0.95	7.62
	Clark et al. <sup>13</sup>	0.93 (0.82 – 0.97)	(0.85 – 0.96)	(0.32)	0.99 (0.97 – 1.00)	(0.87 – 1.03)	(0.01)
Knee extension at 30°/s (PT)	Hsu et al. <sup>12</sup>	0.86 (0.50 – 0.97)*	0.91	0.81	0.91 (0.65 – 0.98)*	0.96	6.24
	Clark et al. <sup>13</sup>	0.93 (0.82 – 0.97)	(0.86 – 0.95)	(0.37)	0.99 (0.97 – 1.00)	(0.91 – 1.02)	(0.01)
Knee extension at 60°/s (APT)	Tripp & Harris <sup>14</sup>	0.98 (0.95 – 0.99)*	0.94	19.90	0.97 (0.93 – 0.99)*	0.97	0.25
	Pohl et al. <sup>5</sup>	0.80 (0.41 – 0.95)	(0.86 – 1.02)	(4.77)	0.96 (0.88 – 0.99)	(0.96 – 0.97)	(0.88)
Knee extension at 60°/s (PT)	Eng et al. <sup>2</sup>	0.98 (0.95 – 0.99)*	0.96	36.62	0.97 (0.90 – 0.98)*	0.96	1.07
	Dehkordi et al. <sup>1</sup>	0.99 (0.97 – 1.00)*	(0.91 – 1.00)	(2.15)	0.95 (0.88 – 0.98)*	(0.95 – 0.97)	(0.79)
Knee extension at 90°/s (P)	Clark et al. <sup>13</sup>	0.93 (0.82 – 0.97)	0.97 (0.93 – 0.99)*	0.97 (0.93 – 0.99)*	0.97 (0.90 – 0.99)	0.96	0.41
	Hsu et al. <sup>12</sup>	0.87 (0.53 – 0.97)*	0.89	0.11	0.95 (0.80 – 0.99)*	0.96	0.52
Knee extension at 90°/s (PT)	Clark et al. <sup>13</sup>	0.90 (0.75 – 0.95)	(0.87 – 0.91)	(0.74)	0.97 (0.90 – 0.99)	(0.95 – 0.98)	1.96
	Hsu et al. <sup>12</sup>	0.94 (0.76 – 0.99)*	0.92	0.21	0.91 (0.65 – 0.98)*	0.95	0.16
Knee extension at 120°/s (PT)	Clark et al. <sup>13</sup>	0.91 (0.77 – 0.97)	(0.90 – 0.94)	(0.65)	0.97 (0.90 – 0.99)	(0.91 – 0.99)	3.59 (0.06)
	Tripp & Harris <sup>14</sup>	0.97 (0.93 – 0.99)*	0.97	9.85	0.95 (0.88 – 0.98)*	0.97	0.97
Knee flexion at 60°/s (APT)	Dehkordi et al. <sup>1</sup>	0.99 (0.98 – 0.99)	(0.94 – 1.00)	(0.01)	0.99 (0.97 – 1.00)	(0.94 – 1.00)	1.56 (0.46)
	Clark et al. <sup>13</sup>	0.93 (0.82 – 0.97)	0.84	20.19	0.92 (0.81 – 0.97)*	0.93	0.93
Knee flexion at 60°/s (PT)	Tripp & Harris <sup>14</sup>	0.90 (0.77 – 0.96)*	(0.61 – 1.06)	(4.13)	0.90 (0.65 – 0.97)	(0.90 – 0.96)	3.87 (0.15)
	Pohl et al. <sup>5</sup>	0.48 (0.00 – 0.82)	0.87	29.78	0.98 (0.95 – 0.99)*	0.94	0.94
Knee flexion at 120°/s (PT)	Eng et al. <sup>2</sup>	0.97 (0.93 – 0.99)*	(0.72 – 1.02)	(1.53)	0.93 (0.83 – 0.97)*	(0.91 – 0.98)	NP
	Pohl et al. <sup>5</sup>	0.48 (0.00 – 0.84)	0.91	2.60	0.96 (0.90 – 0.98)*	NP	NP
Ankle plantar flexion at 30°/s (PT)	Eng et al. <sup>2</sup>	0.99 (0.97 – 1.00)*	(0.86 – 0.97)	(0.11)	0.96 (0.90 – 0.98)*	NP	NP
	Dehkordi et al. <sup>1</sup>	0.90 (0.82 – 0.95)	0.85	0.65	0.76 (0.32 – 0.93)	0.69	0.35
Ankle plantar flexion at 30°/s (PT)	Tripp & Harris <sup>14</sup>	0.91 (0.79 – 0.96)*	(0.77 – 0.92)	(0.42)	0.61 (0.04 – 0.90)*	(0.59 – 0.79)	(0.56)
	Pohl et al. <sup>5</sup>	0.90 (0.66 – 0.97)	0.85	0.65	0.76 (0.32 – 0.93)	0.69	0.35
Ankle plantar flexion at 30°/s (PT)	Hsu et al. <sup>12</sup>	0.79 (0.32 – 0.95)*	(0.77 – 0.92)	(0.42)	0.61 (0.04 – 0.90)*	(0.59 – 0.79)	(0.56)

\* Confidence Intervals (CI) not reported, we used the calculus suggested by Hopkins<sup>15</sup> to gather those CIs; x = data not reported for the healthy limb; NP = not possible to run a meta-analysis.

Figure 1



## ANEXO 2. Aprovação em comitê de ética em pesquisa.



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA  
SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE  
BRASÍLIA - CEP/FS-UNB

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA COMPUTADORIZADA PARA MOVIMENTOS DO TRONCO EM SOBREVIVENTES DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO COM HEMIPARESIA CRÔNICA

**Pesquisador:** MICHELLE RABELO

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 07569012.3.0000.0030

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ceilândia - FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 752.046

**Data da Relatoria:** 13/08/2014

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de emenda ao projeto anteriormente aprovado.

A emenda informa alteração do local de estudo e inclusão da Instituição co-participante- Centro Universitário Estácio do Ceará, que foi inserida como co-participante na plataforma. O pesquisador responsável justifica a alteração pela facilidade de sua residência no Ceará. O pesquisador também informa que os testes e equipamentos foram disponibilizados pelo Laboratório de Cinesiologia e Biomecânica da Universidade Via Corpvs.

**Objetivo da Pesquisa:**

Vide Parecer anterior

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Vide parecer anterior

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Vide parecer anterior

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

As instituições envolvidas já haviam apresentado termos de concordância.

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **Fax:** (61)3307-3799 **E-mail:** cepfs@unb.br



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA  
SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE  
BRASÍLIA - CEP/FS-UNB



Continuação do Parecer: 752.046

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Emenda sem pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

BRASILIA, 14 de Agosto de 2014

---

**Assinado por:**  
**Marie Togashi**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASILIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **Fax:** (61)3307-3799 **E-mail:** cepfs@unb.br