



LARISSA SANTOS ROST

**EFEITO DE UM OBSTÁCULO NA ESTABILIDADE DINÂMICA EM PESSOAS
COM ESCLEROSE MÚLTIPLA**

Bauru, 2023

LARISSA SANTOS ROST

**EFEITO DE UM OBSTÁCULO NA ESTABILIDADE DINÂMICA EM PESSOAS
COM ESCLEROSE MÚLTIPLA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Ciências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Campus de Bauru, para obtenção do
título de Bacharelado em Educação
Física.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Augusto
Barbieri

Coorientador: Felipe Balistieri
Santinelli, MS

Bauru, 2023

R839e Rost, Larissa Santos
Efeito de um obstáculo na estabilidade dinâmica em pessoas com esclerose múltipla / Larissa Santos Rost. -- Bauru, 2023
24 f. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Fábio Augusto Barbieri

1. Esclerose múltipla. 2. Estabilidade dinâmica. 3. Obstáculo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho as pessoas que sempre estiveram me apoiando, meus pais, namorado, orientador, coorientador, obrigada por estarem comigo em todos os momentos e por todo o suporte que me deram durante todo o período da graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu namorado Thiago Domingues Tomasini, quem me incentivou a persistir entrar em uma Universidade Pública, sem o apoio dele e dos meus pais Maximilian Rost e Gláucia Santos Rost não estaria realizando esse grande sonho.

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri por me orientar nesse trabalho e acreditar no meu potencial.

Agradeço meu coorientador Me. Felipe Balistieri Santinelli, pela paciência e todo aprendizado que ele me proporcionou, obrigada por ser o grande mentor do meu TCC.

Agradeço aos meus amigos que também contribuíram neste processo, seja no companheirismo fora da sala de aula, nos trabalhos em grupo, nos grupos de estudos, e em todos os momentos que ficarão registrados para sempre na nossa memória. Sendo eles Carlos Alberto de Oliveira Caracho; Giovani Chiarantano (Tchola); Isabelle Megale Pontes (Vivê); João Pedro da Silva (Norusca), João Victor Coelho Kanagusko (Fera) e Victória Barboza Palanca (Mirna).

Aos meus amigos e companheiros de laboratório que me auxiliaram na minha formação acadêmica, através das reuniões semanais e convivência no laboratório de pesquisa, além das ajudas durante o trabalho Murilo Henrique Faria, Aline Prieto Silveira Ciola e Tiago Penedo.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processo 2018/18078-0) por todo o suporte financeiro da pesquisa do meu coorientador que serviu de base para minha. E também ao suporte financeiro cedido pela CNPq e a Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPe) com os editais PIBIC 2021/2022.

Por fim, quero agradecer a Deus por me dar saúde e forças para ter chego até aqui, meus primeiros chefes de estágio, Bruna Cristina Vieira Sibar, Thiago Pedutti e Paulo Roberto Pavão e minha Avó Aparecida Simeão dos Santos, que não está mais entre nós, mas sempre me apoiou muito.

RESUMO

Introdução: As deficiências do andar em pessoas com esclerose múltipla (pcEM) ficam mais evidentes quando há um aumento na complexidade ou dificuldade da tarefa. Estudos anteriores observaram que quando pcEM necessitam ultrapassar um obstáculo, elas diminuem o comprimento e a velocidade do passo na fase de aproximação, além de posicionar o pé mais próximo ao obstáculo e aumentar a largura do passo no momento de ultrapassá-lo. Dessa forma, aparentemente o obstáculo causa uma perturbação, o que requer um reajuste, podendo prejudicar a estabilidade dinâmica (funcionalidade do andar) nessa população. **Objetivo:** investigar a estabilidade dinâmica no andar em pcEM em duas condições: andar sem e com a ultrapassagem de um obstáculo. **Método:** Participaram do estudo 20 pessoas com EM e 18 pessoas neurologicamente saudáveis. Para a avaliação do andar, os participantes realizaram um total de 10 tentativas em cada condição, em sua velocidade preferida, numa passarela de 8,5 m de comprimento x 1,5 m de largura. Para a condição sem obstáculo, os passos foram analisados através do MatLab. Para a condição com obstáculo, a tentativa foi dividida em fase de aproximação e ultrapassagem: perna de suporte e ultrapassagem. O obstáculo foi constituído de espuma (15 cm de altura x 2 cm de profundidade x 60 cm de comprimento) e correspondente à altura do meio-fio. Para caracterização dos grupos, as variáveis espaço-temporais do andar como comprimento, largura, duração e velocidade do passo e porcentagem em duplo suporte, foram calculadas para ambas as condições. Para a análise estatística, foram utilizadas duas ANOVAs: two-way com fator grupo e condição (sem obstáculo x fase de aproximação) e one-way com fator grupo para a fase de aproximação. **Resultado:** Na fase de ultrapassagem e especificamente para o passo de ultrapassagem, a análise estatística demonstrou que o grupo EM apresentou maiores valores para o MoS (distância entre o centro de massa (COM) extrapolado e o marcador do maléolo lateral dentro de um passo) na direção ML (direção médio lateral) quando comparado com o grupo controle [$t_{15} = 2,005$, $p = 0,05$]. Não foram observadas diferenças significativas para o passo de ultrapassagem na direção AP [$t_{15} = 0,147$, $p = 0,295$] e para o passo de suporte na direção ML [$t_{15} = 0,149$, $p = 0,877$] e AP [$t_{15} = 0,259$, $p = 0,518$]. **Conclusão:** A tarefa de ultrapassar um obstáculo para pcEM pode ser mais desafiador como foi visto especificamente na análise estatística onde o grupo EM apresentou maiores valores para o MoS na direção ML quando comparado com o grupo controle durante na fase de ultrapassagem do obstáculo para o passo de ultrapassagem.

Palavras chave: estabilidade dinâmica; esclerose múltipla, obstáculo.

ABSTRACT

Introduction: Walking deficiencies in people with multiple sclerosis (pcEM) become more evident when there is an increase in the complexity or difficulty of the task. Previous studies have observed that when pcEM needs to overcome an obstacle, they decrease the length and speed of the step in the approach phase, in addition to positioning the foot closer to the obstacle and increasing the width of the step at the time of exceeding it. Thus, apparently the obstacle causes a disturbance, which requires a readjustment in the system and may impair the dynamic stability of walking in this already weakened population. **Objective:** to investigate the dynamic stability on the floor in people with MS in two conditions: walking without and with the overtaking of an obstacle. **Method:** Twenty people with MS and 18 healthy people participated in the study. For the evaluation of the floor, the participants performed a total of 10 attempts in each condition, at their preferred speed, on a walkway 8.5 m long x 1.5 m wide. For the condition without obstacle, 5 steps were analyzed. For the condition with obstacle, the attempt was divided into an approximation phase (AF, 3 steps) and overtaking: support leg and overtaking. The obstacle consisted of foam (15 cm high x 2 cm deep x 60 cm long) and corresponding to the height of the curb. For characterization, the space-time variables length, width, duration and speed of the step and percentage in double support were calculated. For the statistical analysis, two ANOVAs were used: two-way with group and condition factor (without obstacle x approximation phase) and one-way with group factor for the approximation phase. **Result:** In the overtaking phase and specifically for the overtaking step, the statistical analysis showed that the MS group presented higher values for the MoS in the ML direction when compared to the control group [$t_{15} = 2,005$, $p = 0,05$]. No significant differences were observed for the overtaking step in the AP direction [$t_{15} = 0.147$, $p = 0.295$] and for the support step in the DIRECTION ML [$t_{15} = 0.149$, $p = 0.877$] and AP [$t_{15} = 0.259$, $p = 0.518$]. **Conclusion:** The task of overcoming an obstacle to pcEM may be more challenging as was seen specifically in the statistical analysis where the MS group presented higher values for the MoS in the ML direction when compared to the control group during the overtaking phase of the obstacle for the overtaking step.

Keywords: dynamic stability; multiple sclerosis, obstacle.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO	9
3. MÉTODOS	10
3.1. Participantes	10
3.2. Avaliação Clínica.....	10
3.3. Avaliação do andar	10
3.4. Análise de dados.....	11
3.5. Análise estatística	12
4. RESULTADOS	13
5. DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

A esclerose múltipla (EM) é a doença neurodegenerativa que mais afeta adultos jovens no mundo inteiro. No Brasil, a EM afeta 18,4 pessoas a cada 100 mil habitantes (DA GAMA PEREIRA *et al.*, 2015). A EM é caracterizada por ser uma doença progressiva e neurodegenerativa que afeta o sistema nervoso central (SNC), causando a desmielinização dos neurônios, prejudicando a velocidade de propagação da informação e produzindo inúmeros sinais e sintomas. Um dos principais sinais e sintomas causados pela EM são as deficiências do andar, afetando aproximadamente 90% da população com EM (HEMMETT *et al.*, 2004).

As características espaço-temporais do andar em pessoas com EM (pcEM) são extensivamente reportadas e bem conhecidas na literatura. PcEM apresentam maior porcentagem de tempo em duplo suporte, maior largura do passo, menor comprimento e velocidade do passo (COMBER; GALVIN; COOTE, 2017; KALRON; GIVON, 2016; REMELIUS *et al.*, 2012), assim como maior variabilidade (SEBASTIÃO *et al.*, 2018). Além disso, conforme a doença progride, é comum que pessoas em estágio mais avançado apresentem pior desempenho do andar quando comparado a níveis mais brandos de incapacidade (PREININGEROVA *et al.*, 2015).

As deficiências do andar em pessoas com EM ficam mais evidentes quando a complexidade da tarefa aumenta como ao realizar uma tarefa concomitante ao andar (dupla tarefa), por exemplo. (SOSNOFF *et al.*, 2011). Similarmente, Santinelli e colaboradores (2021) observaram que quando pessoas com EM necessitam ultrapassar um obstáculo em seu caminho, elas diminuem o comprimento e a velocidade do passo na fase de aproximação, além de posicionar o pé mais próximo ao obstáculo e aumentar a largura do passo no momento de ultrapassá-lo. Entretanto, embora bem conhecida as imparidades nos parâmetros espaço-temporais do andar dessa população em situações menos e mais complexas, ainda é pouco conhecido como é a estabilidade dinâmica durante o andar nessa população, principalmente durante um andar mais complexo como quando há a necessidade de ultrapassar um obstáculo. A busca por um adequado equilíbrio acontece a todo momento durante o andar afim de prevenir quedas. Embora as medidas mais utilizadas na literatura, como as variáveis espaço-temporais do andar, possam responder a importantes questionamentos, elas são insuficientes para entender a estabilidade dinâmica durante o andar, especialmente durante a ultrapassagem de um obstáculo. Conhecer como é o comportamento da estabilidade dinâmica é importante para a prevenção de quedas e prescrição de protocolos de intervenção eficientes para esta população.

A estabilidade dinâmica pode ser definida como a capacidade de manter a locomoção de maneira funcional e com redução no risco de quedas (BRUIJN

et al., 2013; ENGLAND; GRANATA, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2013). A estabilidade dinâmica pode ser mensurada através de alguns cálculos como a margem de estabilidade (*Margin of stability- MoS*) (PEEBLES *et al.*, 2016), Lyapunov expoente (ARPAN *et al.*, 2020; ENGLAND; GRANATA, 2007), tempo para contato (REMELIUS; VAN EMMERIK, 2015) e variabilidade da largura e duração do passo (BRUIJN *et al.*, 2013).

Por exemplo, Peebles e colaboradores (2016) encontraram que pessoas com EM apresentam maiores valores no MoS, em diferentes velocidades do andar, quando comparado com indivíduos saudáveis. Os autores argumentam que esse comportamento pode ser uma adaptação para aumentar a estabilidade, uma vez que essa população não é capaz de sentir e responder rapidamente a uma perturbação durante o andar. Diferentemente, Arpan e colaboradores (2020) observaram que durante um teste de caminhada de 6 minutos, pcEM parecem deteriorar a sua estabilidade com a progressão do teste. Com isso, podemos esperar que as pcEM tentem apresentar uma estratégia mais segura durante o andar enquanto eles precisam ultrapassar um obstáculo, entretanto, de maneira não satisfatória. Este resultado é esperado devido aos déficits motores apresentados, inicialmente neste projeto, pelas pcEM.

2. OBJETIVO

Assim o objetivo deste estudo foi investigar a estabilidade dinâmica no andar em pcEM em duas condições: andar sem e com a ultrapassagem de um obstáculo. A nossa hipótese é de que o grupo EM apresente pior estabilidade dinâmica, ou seja, falta de adaptação funcional para andar na condição com obstáculo comparado a condição sem obstáculo e também comparado ao grupo controle, uma vez que ultrapassar um obstáculo é uma tarefa mais complexa (SANTINELLI *et al.*, 2021), que requer maior equilíbrio (RAFFEGEAU *et al.*, 2022), podendo levar a um aumento no número de quedas (CHOU, DRAGANICH., 1998).

3. MÉTODOS

3.1. Participantes

Vinte pcEM diagnosticadas com a forma remitente-recorrente caracterizada pela ocorrência de surtos súbitos, que duram no mínimo 24h chegando a dias ou semanas para então melhorar (critério de McDonald) (MCDONALD *et al.*, 2001; THOMPSON *et al.*, 2018) e 18 pessoas saudáveis (Grupo Controle-GC) foram recrutados. O histórico médico (tempo de diagnóstico, tempo da última recaída e medicação atual) dos pacientes com EM foi obtido. Os participantes de ambos os grupos não apresentaram declínio cognitivo ($\geq$ ponto de corte em 24 no Mini Exame do Estado Mental- MEEM). Além disso, os pacientes com EM não tiveram exacerbação dos sintomas nos últimos três meses e não ingeriram o medicamento Fampridina (a Fampridina funciona como um bloqueador dos canais de potássio, deixando as células nervosas que foram danificadas pela EM permitindo que os canais passem para o nervo normalmente, isso faz com que os usuários do medicamento tenham uma facilidade ao andar, interferindo diretamente na nossa hipótese) além de apresentar uma pontuação menor que 4,5 na Escala Expandida de Incapacidade Funcional (*Expanded Disability Status Scale- EDSS*) (KURTZKE, 1983). O protocolo experimental foi aprovado pelo comitê de ética local da Universidade e os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da coleta de dados.

3.2. Avaliação Clínica

Os participantes de ambos os grupos responderam a uma anamnese para verificação dos critérios de inclusão. Para verificação do medo de queda de ambos os grupos, foi aplicado o *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I) (VAN VLIET *et al.*, 2013; YARDLEY *et al.*, 2005). Ainda, os participantes responderam ao *Symbol Digit Modalities Test* (SDMT) (LANGDON *et al.*, 2012) para avaliação da velocidade de processamento de informação. Para o grupo com EM os participantes responderam questionário sobre o histórico da doença (tempo de início da EM e tempo da última recaída (surto)).

3.3. Avaliação do andar

Para a avaliação do andar, os participantes foram instruídos a andarem em sua velocidade auto selecionada, em uma passarela de 8,5 m de comprimento x 1,5 m de largura. Os participantes realizaram um total de 10 tentativas em cada condição: andar sem e com a ultrapassagem de um obstáculo. As tentativas foram randomizadas com um software específico (<https://site112.com/ordenar-lista-aleatoriamente>). Para a condição sem obstáculo, foram analisados os 4 passos realizados centralmente na passarela. Para a condição com ultrapassagem de obstáculo, os participantes foram

instruídos a ultrapassarem o obstáculo sem tocá-lo. Nenhuma instrução foi dada sobre com qual membro inferior os participantes deveriam realizar a ultrapassagem. O obstáculo foi constituído de espuma (15 cm de altura x 2 cm de profundidade x 60 cm de comprimento) e correspondente à altura do meio-fio. Além disso, a condição com obstáculo foi dividida em: fase de aproximação (2 passos antes da fase de ultrapassagem) e fase de ultrapassagem (perna de suporte e ultrapassagem). A aquisição dos dados cinemáticos foi realizada utilizando dez câmeras infravermelha (Vicon Motion System®) com uma taxa de amostragem em 200 Hz. Trinta e nove marcadores reflexivos foram posicionados nos participantes seguindo o modelo *Plug-in-Gait Full Body* (Vicon®) e dois marcadores posicionados no topo do obstáculo.

3.4. Análise de dados

Através do software Nexus (Vicon), as coordenadas dos 39 marcadores reflexivos foram extraídas e processadas em ambiente MATLAB®. Para ambos os cálculos das variáveis espaço-temporais, quanto para a estabilidade dinâmica, os dados foram filtrados através de um filtro Butterworth passa baixa de 5ª ordem (zero-lag) e frequência de corte de 6 Hz.

Finalmente, foi calculado o CoM extrapolado (MCANDREW; WILKEN; DINGWELL, 2012), sendo mensurada a estabilidade dinâmica dos passos analisados como a distância entre o CoM extrapolado e a lateral da margem de estabilidade (região entre as linhas dos marcadores do calcâneo) (PEEBLES *et al.*, 2016). Para o cálculo da estabilidade dinâmica, primeiramente o centro de massa (CoM) foi exportado do software da Nexus (Vicon®) onde o mesmo utilizou o modelo de 15 segmentos (WINTER, 2005). Em seguida, o CoM extrapolado (CoMx) foi definido com a posição do COM mais sua velocidade vezes um fator (h/g), com h sendo a altura máxima do COM e g a aceleração da gravidade. Após, a MoS foi calculada e identificada como a distância mínima entre o marcador do maléolo lateral (MoS na direção médio lateral) e também para o marcador do calcâneo (MoS na direção anteroposterior) com o CoMx em cada passo (identificado anteriormente como o contato do calcâneo ao solo com o contato subsequente do calcâneo da perna contralateral) o MoS pode ser aumentado por um aumento na frequência da passada. (Beek *et al* 2013) (Figura 1). Por fim, a média dos passos entre as tentativas foi utilizada como medida final para o MoS.

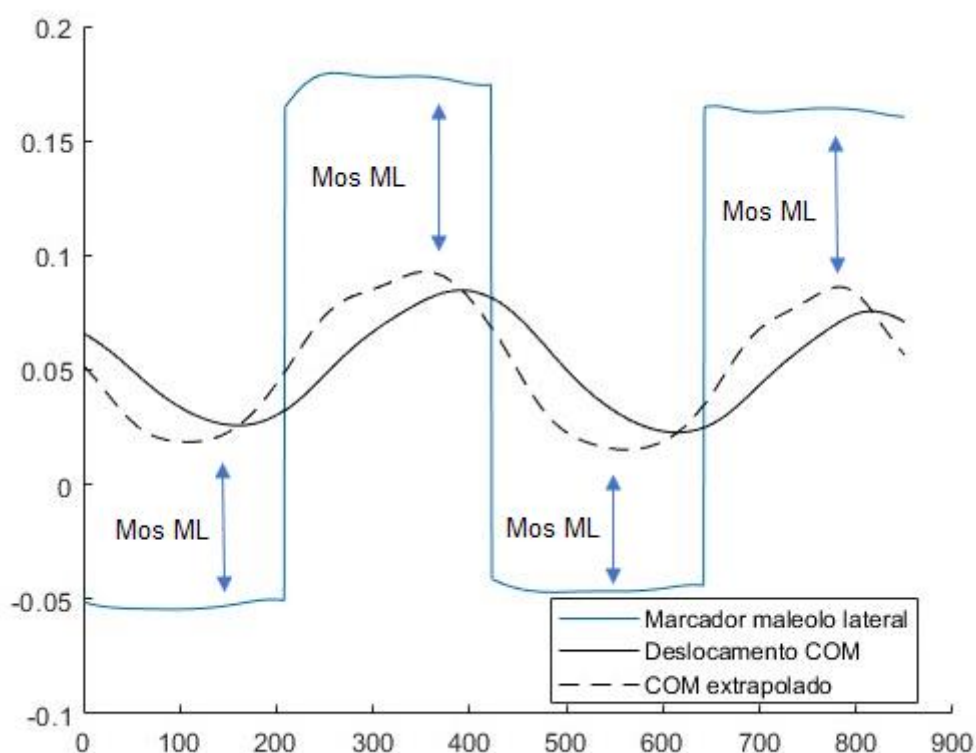


Figura 1. Representação do cálculo da Margem de Estabilidade (*Margin of Stability (MoS)*) na direção médio lateral (ML). O MoS é definido como a menor distância entre o centro de massa (COM) extrapolado e o marcador do maléolo lateral dentro de um passo.

3.5. Análise estatística

O nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as variáveis analisadas e o programa SPSS 26.0 (SPSS, Inc.) utilizado para o tratamento estatístico. Os testes de ShapiroWilk e de Levene foram empregados para verificação da normalidade na distribuição dos dados e da homogeneidade das variâncias, respectivamente. Um teste t de *student* para amostras independentes foi utilizado para comparação dos dados antropométricos, MEEM, FES-I e SDMT entre os grupos. Os dados de estabilidade dinâmica e espaço-temporais foram comparados através de uma ANOVA two-way com fator para grupo (EM x GC) e condição (andar sem obstáculo x fase de aproximação- condição com obstáculo), com medidas repetidas para o último fator. Ainda, para o momento de ultrapassagem da condição com obstáculo, um teste t para amostras independentes foi utilizada para comparação entre os grupos.

4. RESULTADOS

Os grupos foram similares em termos de altura, massa corporal, IMC e idade. O grupo EM apresentou pior performance no TUG comparado ao grupo controle, assim como pior menor velocidade de processamento de informação (demonstrado pelo SDMT) e pior desempenho no MEEM. Finalmente, o grupo EM apresentou maior medo de quedas (demonstrado pelo FES-I) comparado ao grupo controle.

Tabela 1. Média, desvio padrão e valores máximos e mínimos das características antropométricas e clínicas do grupo esclerose múltipla (EM) e saudáveis. Em negrito, estão as diferenças significativas.

	pcEM (n=10)	GC (n = 7)	t (df = 15)	p
Altura (m)	1,67 ± 0,1	1,67 ± 0,8	-0,42	0.997
Massa Corporal (Kg)	72,7 ± 13,5	67,9 ± 10,8	0,79	0.168
Idade (anos)	33,1 ± 7,5	35,5 ± 5,9	-0,14	0.776
TUG (s)	8,45 ± 2,86	6,03 ± 0,9	2,47	0.026
FES-I	33,8 ± 9,3	18,5 ± 2,1	4,21	<0,001
SDMT (pts)	50,8 ± 8,7	64 ± 10,4	-2,73	0.016
MEEM (pts)	29,1 ± 0,8	29,5 ± 0,8	-2,13	0.05
Início (meses)	85 ± 79	-	-	-
Tempo da última recaída (meses)	39 ± 31	-	-	-
EDSS (pts)	2,2 ± 1,2	-	-	-

Abreviação: *Timed-Up-Go* (TUG); *Expanded Disability Status Scale* (EDSS); *Falls efficacy Scale-International* (FES-I); *Symbol Digit Modality Test* (SDMT); Mini-Exame do estado Mental (MEEM).

Além disso, a análise estatística não apontou efeito principal de grupo e condição ou interação entre os fatores (grupo e condição) para o MoS quando considerado as condições livres e com ultrapassagem de obstáculo (fase de aproximação) para ambas as direções ML e AP (Tabela 2).

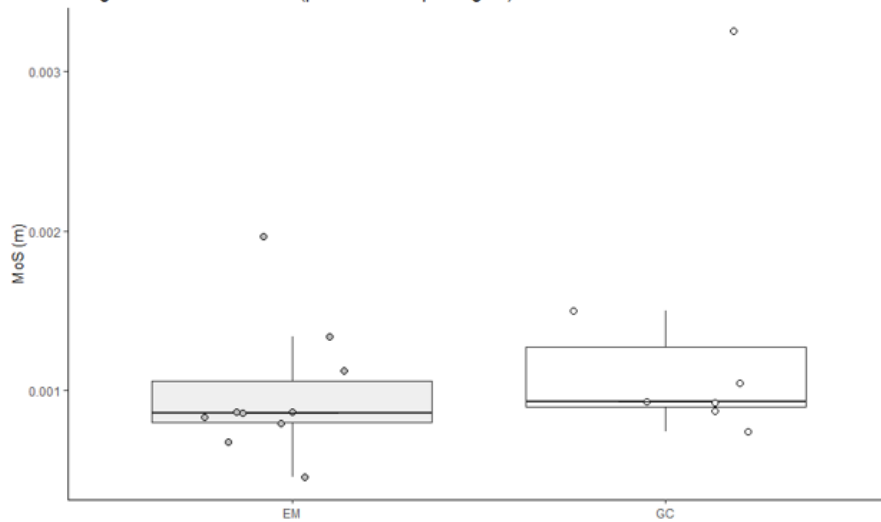
Entretanto, quando na fase de ultrapassagem e especificamente para o passo de ultrapassagem, a análise estatística demonstrou que o grupo EM apresentou maiores valores para o MoS na direção ML quando comparado com o grupo controle [$t_{15} = 2,005$, $p = 0,05$]. Não foram observadas diferenças

significativas para o passo de ultrapassagem na direção AP [$t_{15} = 0,147$, $p = 0,295$] e para o passo de suporte na direção ML [$t_{15} = 0,149$, $p = 0,877$] e AP [$t_{15} = 0,259$, $p = 0,518$].

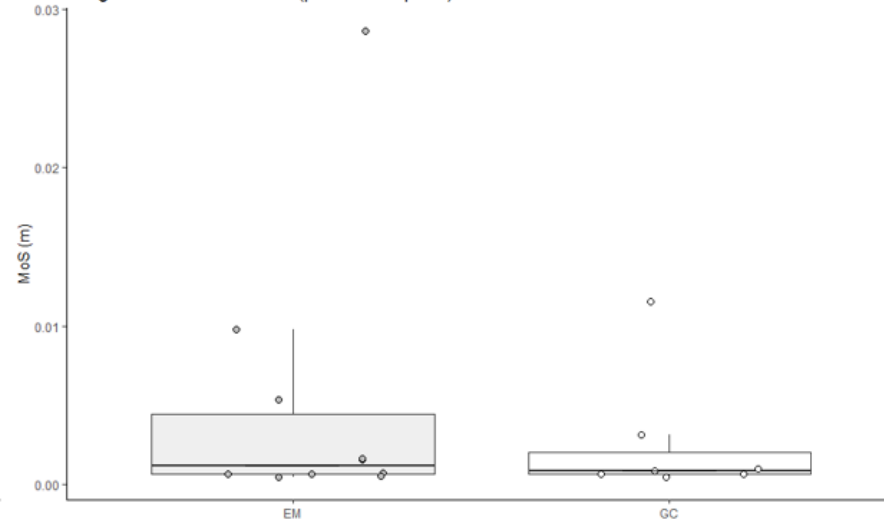
Tabela 2. Média e desvio padrão da Margem de estabilidade (*Margin of stability* (Mos)) nas condições livre e de ultrapassagem de obstáculo (Fase de aproximação).

			EM	GC	F	Grupo p	F	Condição p	F	Grupo*Condição p
MoS (m)	ML	Livre	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	1,887	0,19	0,003	0,955	0,122	0,731
		Aproximação	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01						
	AP		0,006 ±	0,007 ±	0,016	0,902	0,023	0,882	0,244	0,629
		Livre	0,008	0,001						
			0,006 ±	0,006 ±						
		Aproximação	0,007	0,008						

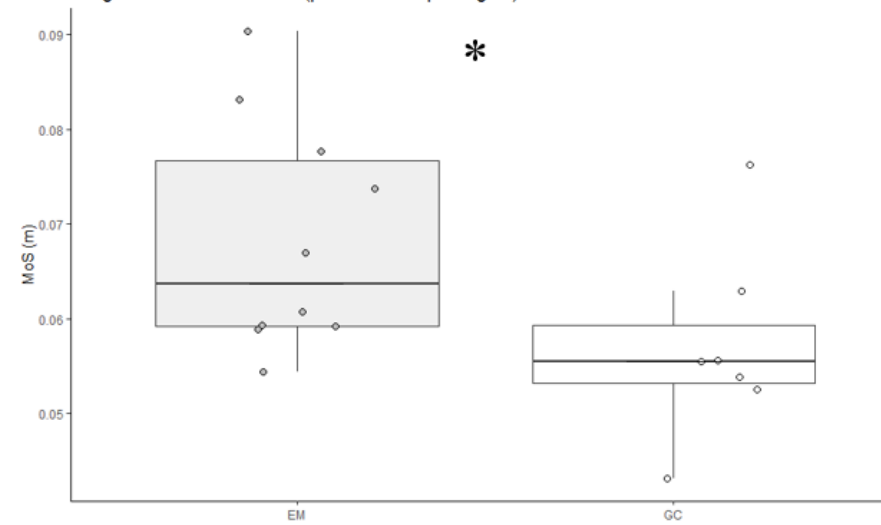
Margem de estabilidade AP (passo de ultrapassagem)



Margem de estabilidade AP (passo de suporte)



Margem de estabilidade ML (passo de ultrapassagem)



Margem de estabilidade ML (passo de suporte)

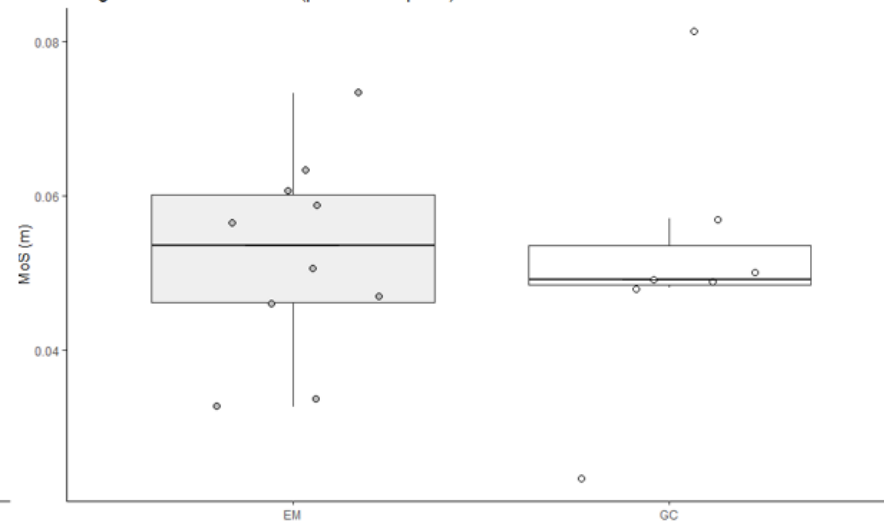


Figura 2. Box plot dos grupos esclerose múltipla (EM) e grupo controle (GC) na fase de ultrapassagem para os passos de ultrapassagem e suporte nas direções anteroposterior (AP) e médio lateral (ML). *Diferença significativa entre os grupos.

5. DISCUSSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso buscou investigar a estabilidade dinâmica do andar em pcEM durante uma tarefa do andar com ultrapassagem de um obstáculo. Os resultados mostraram que quando comparadas as condições com e sem ultrapassagem de obstáculo, ambos os grupos apresentaram similar estabilidade dinâmica durante a aproximação com o obstáculo e não alteraram a estabilidade entre as condições. Entretanto, na fase de ultrapassagem do obstáculo para o passo de ultrapassagem, pcEM apresentaram maiores valores do MoS, tendo uma maior estabilidade dinâmica comparado ao grupo neurologicamente saudável, o que parece indicar uma estratégia compensatória e evitar uma possível queda. Nos parágrafos seguintes, explicações ao resultado dos estudos serão fornecidas.

A estabilidade dinâmica não é alterada em pcEM em situações do andar sem a presença e na fase de aproximação de um obstáculo. Não observamos diferença entre a condição sem obstáculo e na fase de aproximação na condição com obstáculo, o que não confirma em parte a hipótese do presente trabalho de conclusão de curso. Esse resultado não confirma os achados de Peebles et al., (2015), onde os autores observaram um aumento da estabilidade dinâmica em pcEM em diferentes velocidades do andar. Além disso, uma possível explicação para o nosso achado é o nível de incapacidade da nossa população com EM. O andar de pcEM é prejudicado em situações menos e mais complexas do andar (COMBER et al., 2017; SANTINELLI et al., 2021; 2022), onde pessoas mais debilitadas apresentam pior desempenho do andar (PERINGEROVA et al., 2015). Com isso, embora nosso grupo de pesquisa já mostrou que pcEM modificam parâmetros espaço-temporais do andar e também pior desempenho comparado a pessoas neurologicamente saudáveis na fase de aproximação para ultrapassar um obstáculo (SANTINELLI et al., 2021; 2022), similares ajustes relacionados a estabilidade dinâmica não são necessários. Uma segunda possível explicação é que ambas as condições sem obstáculo e fase de aproximação, não são desafiadoras o suficiente para alterar a estabilidade dessa população. Por fim, as diferenças metodológicas empregadas para o cálculo do MoS entre o presente trabalho de conclusão de curso e os empregados por Peeble et al., (2015), onde os autores calcularam o MoS para diferentes fases do ciclo da marcha, podem explicar as diferenças entre os estudos.

Diferente da fase de aproximação para o obstáculo e da condição sem obstáculo, pcEM aumentaram a estabilidade dinâmica na direção ML na fase de ultrapassagem para o passo de ultrapassagem. Raffegau e colaboradores (2022) observaram resultados similares ao nosso estudo. Idosos aumentaram a estabilidade dinâmica quando um obstáculo foi apresentado para eles em seu caminho. A fase de ultrapassagem de obstáculo é desafiadora, complexa e que pode levar a um aumento de quedas, principalmente na direção médio-lateral, uma vez que o período em suporte simples combinado com a presença de um

obstáculo e o posicionamento do pé em relação ao obstáculo, requer uma maior demanda de equilíbrio comparado a fase de duplo suporte (RAFFEGEAU *et al.*, 2022; CHOU, DRAGANICH., 1998). Com isso, o aumento da estabilidade dinâmica durante a fase de ultrapassagem de um obstáculo pode ser uma estratégia conservativa de pcEM (PEEBLES *et al.*, 2015) para realizar a tarefa com maior segurança, garantindo uma retirada do pé apropriada e que permita a ultrapassagem sem tocar no obstáculo (RAFFEGEAU *et al.*, 2022), evitando assim quedas. Uma segunda possível explicação é que o nosso grupo de pcEM apresentou maior medo de quedas e que pode prejudicar o comportamento do andar (KALRON, ALLALI, 2017), incluindo a estabilidade dinâmica.

Embora os resultados do presente trabalho de conclusão de curso podem oferecer oportunidades para elaboração de programas de reabilitação para pcEM, algumas limitações devem ser apontadas. Primeiro, foi recrutado uma pequena população para esse estudo. Considerando que a EM é uma doença heterogênea, com diferentes manifestações entre os sujeitos, os resultados podem não se aplicar a todos os níveis de incapacidade da doença. Além disso, a pequena amostra pode ter contribuído para diminuir o poder da análise estatística empregada no presente estudo. Segundo nós não calculamos as variáveis espaço-temporais no presente estudo o que pode limitar o entendimento do porquê dos resultados observados.

6. CONCLUSÃO

Esse foi o primeiro estudo que buscou investigar o efeito de um obstáculo na estabilidade dinâmica em pcEM e compara-las com indivíduos neurologicamente saudáveis. Ultrapassar um obstáculo para pcEM pode ser mais desafiador como pode se observar especificamente na análise estatística onde o grupo EM apresentou maiores valores para o MoS na direção ML quando comparado com o grupo controle durante na fase de ultrapassagem do obstáculo para o passo de ultrapassagem.

Dessa forma, estratégias para recuperar o equilíbrio durante esse momento devem ser propostas durante programas de reabilitação nessa população para que não ocorra quedas e acidentes, melhorando a qualidade de vida desses indivíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIKE, S. *et al.* Step length synergy while crossing obstacles is weaker in patients with Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v. 84, p. 340–345, 1 fev. 2021.

ARPAN, I. *et al.* Local dynamic stability during long-fatiguing walks in people with multiple sclerosis. **Gait and Posture**, v. 76, n. February 2019, p. 122–127, 1 fev. 2020.

BRUIJN, S. M. *et al.* Assessing the stability of human locomotion: a review of current measures. **Journal of The Royal Society Interface**, v. 10, n. 83, p. 20120999, 6 jun. 2013.

COMBER, L.; GALVIN, R.; COOTE, S. Gait deficits in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. **Gait and Posture**, v. 51, p. 25–35, 1 jan. 2017.

DA GAMA PEREIRA, A. B. C. N. *et al.* Prevalence of multiple sclerosis in Brazil: A systematic review. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 4, n. 6, p. 572–579, 1 nov. 2015.

ENGLAND, S. A.; GRANATA, K. P. The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. **Gait and Posture**, v. 25, n. 2, p. 172–178, fev. 2007.

HEMMETT, L. *et al.* What drives quality of life in multiple sclerosis? **QJM - Monthly Journal of the Association of Physicians**, v. 97, n. 10, p. 671–676, 2004.

KALRON, A.; GIVON, U. Gait characteristics according to pyramidal, sensory and cerebellar EDSS subcategories in people with multiple sclerosis. **Journal of Neurology**, v. 263, n. 9, p. 1796–1801, 1 set. 2016.

KRUPP, L. B. The Fatigue Severity Scale. **Archives of Neurology**, v. 46, n. 10, p. 1121, 1989.

KURTZKE, J. F. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). **Neurology**, v. 33, n. 11, p. 1444–52, nov. 1983.

LANGDON, D. W. *et al.* Recommendations for a brief international cognitive assessment for multiple sclerosis (BICAMS). **Multiple Sclerosis Journal**, v. 18, n. 6, p. 891–898, 2012.

MCDONALD, W. I. *et al.* Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: Guidelines from the International Panel on the Diagnosis of Multiple Sclerosis. **Annals of Neurology**, v. 50, n. 1, p. 121–127, 2001.

OLIVEIRA, H. B. *et al.* Estabilidade dinâmica da caminhada de indivíduos hemiparéticos: a influência da velocidade. **Revista da Educação Física**, v. 24, n. 4, p. 559–565, 2013.

PEEBLES, A. T. *et al.* Dynamic margin of stability during gait is altered in persons with multiple sclerosis. **Journal of Biomechanics**, v. 49, n. 16, p. 3949–3955, 8 dez. 2016.

PENEDO, T. *et al.* Influence of obstacle color on locomotor and gaze behaviors during obstacle avoidance in people with Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, v. 236, n. 12, p. 3319–3325, 25 dez. 2018.

PREININGEROVA, J. L. *et al.* Spatial and temporal characteristics of Gait as outcome measures in multiple sclerosis (EDSS 0 to 6.5). **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2015.

REMELIUS, J. G. *et al.* Gait impairments in persons with multiple sclerosis across preferred and fixed walking speeds. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, n. 9, p. 1637–1642, set. 2012.

REMELIUS, J. G.; VAN EMMERIK, R. E. A. Time-to-contact analysis of gait stability in the swing phase of walking in people with multiple sclerosis. **Motor Control**, v. 19, n. 4, p. 289–311, 1 out. 2015.

SANTINELLI, F. B. *et al.* Cortical activity and gait parameter characteristics in people with multiple sclerosis during unobstructed gait and obstacle avoidance. **Gait & Posture**, v. 86, p. 226–232, 20 maio 2021.

SANTINELLI, F. B. *et al.* Is BDNF related to spatial-temporal gait parameters in people with multiple sclerosis? An observational study. **Multiple sclerosis and related disorders**, v. 66, n. July 2021, p. 104064, 22 jul. 2022.

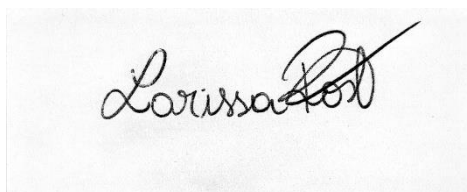
SEBASTIÃO, E. *et al.* Gait Variability and Energy Cost of Oveground Walking in Persons with Multiple Sclerosis: A Cross-Sectional Study. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 97, n. 9, p. 646–650, 1 set. 2018.

SOSNOFF, J. J. *et al.* Walking and thinking in persons with multiple sclerosis who vary in disability. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 92, n. 12, p. 2028–2033, dez. 2011.

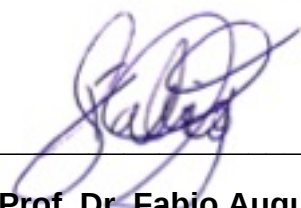
THOMPSON, A. J. *et al.* Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. **The Lancet Neurology**, v. 17, n. 2, p. 162–173, 1 fev. 2018.

VAN VLIET, R. *et al.* Falls efficacy scale-international: A cross-sectional validation in people with multiple sclerosis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 5, p. 883–889, maio 2013.

YARDLEY, L. *et al.* Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age and Ageing**, v. 34, n. 6, p. 614–619, nov. 2005.

A handwritten signature in black ink, reading "Larissa Santos Rost", with a stylized flourish at the end.

Aluna: Larissa Santos Rost

A handwritten signature in purple ink, reading "Fabio Augusto Barbieri", with a stylized flourish at the end.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri

A handwritten signature in purple ink, reading "Felipe Balistieri Santinelli", with a stylized flourish at the end.

Coorientador: Felipe Balistieri Santinelli