



## AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA BASEADO EM DISCO DE FREEMAN E UM EXERGAME COM DASHBOARD CAPAZ DE MONITORAR O EQUILÍBRIO DO JOGADOR

Raquel dos Santos Vieira<sup>1</sup>, Luana Aparecida Alves Silva<sup>2</sup>, Stefani Lopes Silva<sup>3</sup>, André Roberto Fernandes da Silva<sup>4</sup>,  
Sílvia Regina Matos da Silva Boschi<sup>5</sup>, Alessandro Pereira da Silva<sup>6</sup>

1. Estudante de Fisioterapia; e-mail: raaquel.dsv@gmail.com;
2. Estudante de Fisioterapia; e-mail: lu-ana.silva@hotmail.com;
3. Estudante de Fisioterapia; e-mail: astefanylopessilva@gmail.com;
4. Doutorando em Engenharia Biomédica; e-mail: andrerobertofernandes@gmail.com;
5. Professora da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: boschi@umc.br;
6. Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: alessandrops@umc.br.

**Área do conhecimento:** Bioengenharia.

**Palavras-chave:** Equilíbrio postural; *Exergame*; Jogos eletrônicos de movimento.

### INTRODUÇÃO

O equilíbrio postural refere-se à manutenção do corpo dentro dos limites de estabilidade através da relação entre as forças externas e internas que atuam sobre ele, tais como: força da gravidade e dos músculos (TEIXEIRA, 2010). Sendo extremamente fundamental para as atividades humanas, tanto em circunstâncias estáveis, como instáveis, por meio da base de apoio composta pelos pés (DORNELES, SILVA e MOTA, 2015). Segundo Dorneles, Silva e Mota (2015), a manutenção postural depende de três sistemas sensoriais: o vestibular, proprioceptivo e o visual. Com isso, a organização sensorial e sua efetividade consiste no desempenho do Sistema Nervoso Central (SNC) em obter, suprir e combinar os estímulos nesses três sistemas (DORNELES, SILVA e MOTA, 2015). Do mesmo modo, à interação sensorial pelo SNC envolve questões de percepção visual e espacial de um tônus muscular efetivo, no qual se adapta as alterações, tais como: trocas posturais, movimentação em ações do cotidiano, força muscular e flexibilidade articular (PALTAMAA *et al.*, 2012). Além disso, em relação à avaliação e tratamento, atualmente torna-se cada vez mais evidente a utilização de ferramentas tecnológicas e interativas, como os jogos computadorizados ativos, que são capazes de atuar nos aspectos motores importantes dentro de um contexto motivador ao paciente. Esse tipo de mecanismo, quando aplicado com continuidade e repetição, pode aperfeiçoar as habilidades motoras, posturais e de equilíbrio (ARNONI *et al.*, 2018). Essas intervenções atuam tanto em complementação avaliativa quanto no treinamento do controle postural e equilíbrio, através de plataformas tecnológicas ou jogos (CHIU, ADA e LEE, 2017).

## OBJETIVOS

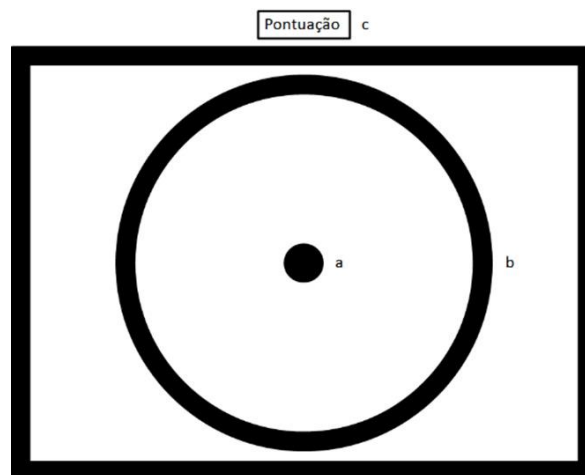
Avaliar a eficiência de uma ferramenta computadorizada baseada em um disco de Freeman wireless com alteração no sistema de instabilidade e um *exergame* com *dashboard* capaz de monitorar o equilíbrio do jogador.

## METODOLOGIA

Para realização do estudo foi utilizado o Disco de Freeman, que consiste em um disco sensorizado com oito células de carga e um acelerômetro. O dispositivo permite alterar a sua peça inferior, modificando o tipo de oscilação gerada. O sistema conta com três peças inferiores, sendo elas: paralelepípedo vazado, meio cilindro e meio esfera. A forma como cada uma será usada permitirá uma oscilação específica. As possibilidades são: antero-posterior, latero-lateral e de forma livre, ou seja, para todas as direções. Os dados obtidos são enviados via *bluetooth* para um sistema supervisorio (*dashboard*) desenvolvido com o objetivo de permitir um uso livre do dispositivo. Além disso, conta com um jogo chamado “*WobbleBall*”, onde o jogador deve manter uma bola dentro de um anel.

O objetivo do jogo foi avaliar a estabilidade corporal do usuário de forma lúdica. Para isso, o jogador teve que manter o avatar (Figura 1a) dentro de um círculo (Figura 1b) cujo raio está em constante redução. Para cada instante que o jogador permanecer dentro do círculo, ele ganha pontos (Figura 1c).

**Figura 1** - Diagrama do jogo; a) Avatar; b) Círculo de pontuação; c) Pontuação obtida pelo jogador.



O jogo conta com três fases diferentes: na primeira fase o círculo de pontuação permanece imóvel; na segunda fase o círculo de pontuação se movimenta em uma direção constante; e, na terceira fase, o círculo de pontuação se movimenta para direções aleatórias. No protocolo utilizado nesse estudo, a fase foi considerada concluída se o voluntário obtivesse no mínimo 30 pontos, que equivalem a 10,56 segundos, sendo repetido no máximo três vezes caso o participante não atinja essa pontuação. Nas fases em que foi preciso realizar nova tentativa,

foi considerada somente a última tentativa para realização dos cálculos. Com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 47330721.5.0000.5497) e assinatura do TCLE, foram avaliados 30 voluntários, convidados aleatoriamente, alunos dos cursos de Fisioterapia e pós-graduação de uma Universidade do Alto Tiete, com idade entre 18 e 35 anos, sendo 34% do sexo masculino e 66% feminino. Adotou-se como critérios de exclusão: histórico de crises de perda de equilíbrio, consciência ou mobilidade no último ano. O número da amostra foi baseado no Teorema do Limite Central (KAR e RAMALINGAM, 2013). Foi utilizado o seguinte protocolo de teste: coleta da oscilação corporal antes do jogo com o dispositivo na forma estática, com olhos abertos e fechados utilizando, o sistema supervisorio; etapa completa das três fases do jogo com dispositivo utilizando a peça paralelepípedo vazado; etapa completa das três fases do jogo, com dispositivo utilizando a peça meio cilindro realizando movimentos antero-posterior; etapa completa das três fases do jogo, com dispositivo utilizando a peça meio cilindro realizando movimentos latero-lateral; etapa completa das três fases do jogo, com dispositivo utilizando a peça meio esfera; coleta da oscilação corporal depois dos jogos com o dispositivo na forma estática, com olhos abertos e fechados, utilizando o sistema *dashboard*. Além disso, para todos os testes foi utilizado um sistema de segurança composto por barras de apoio que cercam o dispositivo. Cada voluntário compareceu em dia e horário previamente agendado de acordo com a sua disponibilidade, antes ou após seu horário de aula. Os testes aconteceram em um único dia com duração de 30 a 45 minutos. Para análise dos dados, foi utilizado uma estatística descritiva baseado nos valores dos pontos alcançados em cada fase do jogo e uma média aritmética para as três fases e dos diferentes tipos de instabilidade geradas pelo disco. Em seguida, foi realizado um teste estatístico D'Agostino para determinar se os dados eram paramétricos ou não paramétricos. Por fim, para determinar se houve diferença significativa entre os tipos de instabilidade foi utilizado um teste de variância amostral. Nesse sentido, será aplicado o método ANOVA em caso de normalidade dos dados ou o teste de *Kruskal-Wallis* se os dados forem não paramétricos. Para todas as análises, será considerado um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram planilhados e encontram-se na Tabela 1, onde pode-se observar a média geral das pontuações gerais alcançadas pelos voluntários nas 3 fases do jogo.

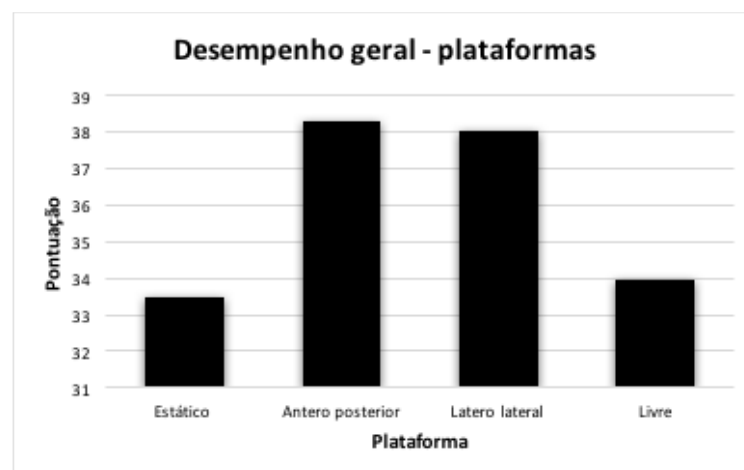
Tabela 1: Dados comparativos da pontuação geral dos voluntários em cada plataforma do jogo

Forma de jogo	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Média
Estática	35,96	32,59	34,77	33,45
Antero-posterior	38,86	38	38,03	38,29
Latero-lateral	39,86	37,44	36,72	38,01
Livre	37,86	31,31	33,21	33,95

□

Na Figura 2, pode-se observar que em uma avaliação geral do desempenho dos voluntários, o estímulo de desequilíbrio antero posterior apresentou um desempenho 12,64% maior que o obtido na forma estática geral, 11,33 % maior que o estímulo livre, 0,73% maior que o estímulo latero-lateral, mostrando que nos estímulos em que a movimentação exercida pelo jogador é unidirecional há um maior controle do equilíbrio em comparação com os demais.

**Figura 2** - Comparativo da pontuação geral dos participantes em cada plataforma do jogo



Feita a análise desses dados pelo teste de normalidade D'Agostino, foi possível verificar que nos tipos de instabilidade estática, latero-lateral e livre os resultados foram paramétricos, porém no tipo antero-posterior os valores não apresentaram normalidade. Dessa forma, foi aplicado o teste de *Kruskal-Wallis* nos valores amostrais, que apresentou diferença significativa entre os tipos de instabilidade, entretanto esse método não descreve em qual tipo de instabilidade essa diferença foi gerada. Para tanto, foi aplicado o *post-hoc Dunn* que mostrou que não houve diferença significativa entre as instabilidades estático e livre e nas instabilidades anteroposterior e latero-lateral. Além disso, o estudo proposto contou com a utilização de um *exergame*, que são jogos capazes de captar movimentos ou oscilações corporais, tornando-os virtuais (SCHROEDER, 2017; BORGES VIANA, 2019). Esse tipo de jogo, quando usado de forma regular, pode ser utilizado como uma ferramenta de reabilitação

(BORGES VIANA, 2019). Para o *exergame* utilizado no presente estudo (*Wobbleball*) foram utilizados diferentes tipos de plataforma, permitindo assim, o treinamento do equilíbrio em diferentes direções. Percebe-se que as plataformas que mais apresentaram dificuldades de utilização por parte dos voluntários foram na forma estática e livre, com as menores pontuações médias. Sendo explicado pelo fato de que ambas permitem a movimentação do participante para todas as direções. Já nas demais formas, permitem a movimentação do jogador de forma unidirecional, ou seja, há um controle maior do movimento que está sendo executado. Por fim, pode-se destacar que na forma estática, o sensor de movimento utilizado foi a pressão exercida pelo jogador, e nas outras plataformas, a inclinação, também gerada pelo voluntário durante o jogo. Com isso, percebe-se que não houve diferença significativa entre o tipo de sensor de movimento utilizado, pois na forma estática, com sensor a pressão, e na forma livre, com sensor a inclinação, ambos apresentaram um resultado muito semelhante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o *exergame* que compõe o sistema, tem potencial de estimular o treinamento do equilíbrio através dos diferentes tipos de oscilações. Adicionalmente, utiliza o disco de Freeman, uma plataforma instável que permite alterar a sua peça inferior, modificando o tipo de oscilação gerada e possibilitando abranger diferentes tipos de exercícios.

## REFERÊNCIAS

- ARNONI, J. L. B.; VERDERIO, B. N.; PINTO, A. M. A.; ROCHA, N. A. C. F. Efeito da intervenção com videogame ativo sobre o autoconceito, equilíbrio, desempenho motor e sucesso adaptativo de crianças com paralisia cerebral: estudo preliminar. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 294-302, 2018.
- BORGES VIANA, R.; LUIZ VANCINI, R.; SANTOS ANDRADE, M.; ALEXANDRE VIEIRA, C.; BARBOSA DE LIRA, C. A. O uso dos exergames nos protocolos de reabilitação em diversas populações clínicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 132–140, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/rbps/article/view/24512>.
- CHIU, H.C.; ADA, L.; LEE, S.D. Balance and mobility training at home using Wii Fit in children with cerebral palsy: a feasibility study. **BMJ Open**, v. 8, n. 5, 2018.
- DORNELES, P. P.; SILVA, F. S.; MOTA, C. B. Comparação do equilíbrio postural entre grupos de mulheres com diferentes faixas etárias. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 392-397, Dec. 2015.
- KAR, S.S.; RAMALINGAM, A.: Is 30 the magic number? Issuer in sample size estimation. **Natl. J. Commun Med.** 4. Pp. 175-179, 2013.
- PALTAMAA, J.; SJÖGREN, T.; PEURALA, S.H.; HEINONEN, A. Effects of physiotherapy interventions on balance in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of rehabilitation medicine**, vol. 44, n. 10 p. 811-23, 2012.

SCHROEDER, R B. **Wobu-bble – jogo sério para o equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia**. Dissertação de mestrado. Joinville, 154 p. 2017.

TEIXEIRA, C.L. Equilíbrio e controle postural. **Brazilian Journal of Biomechanics**. Maringá, PR., v. 11, n. 20, 2010.