

Aplicativo de adaptação do Wii Balance Board como instrumento de avaliação do equilíbrio em idosos

Wagner Henrique de Souza Silva, Fabrícia Azevedo da Costa, Aluísio Igor Rêgo Fontes, Joseph Andrews Belo Alves

Departamentos de Fisioterapia e Engenharia da Computação

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Natal/RN, Brasil

wagnersouza@ufrnet.br

Resumo— Alterações do potencial fisiológico são problemas comuns no envelhecimento, dentre os quais se incluem menor velocidade de processamento cerebral e planejamento motor, comprometendo a elaboração de respostas a estímulos. Neste contexto, a intervenção fisioterapêutica objetiva avaliar e treinar a condição neuro-motora para melhor controle do equilíbrio e função, tornando o idoso mais seguro e independente. Porém, para uma intervenção precisa e eficaz são necessárias, muitas vezes, tecnologias com interfaces de alto custo e baixa disponibilidade. Pretende-se com este estudo propor uma alternativa clínica mais viável pelo uso de tecnologia moderna, mas de baixo custo, baseada na adaptação do *Nintendo Wii Balance Board*. O estudo prevê o pareamento do *Wii Balance Board* (WBB) com um computador com sistema operacional *Microsoft Windows* (convencional ou *notebook*) por conexão *Bluetooth*. Utilizando-se um aplicativo baseado na linguagem de programação C#, com o auxílio da plataforma *Microsoft Visual C# 2008* juntamente com o *Microsoft XNA Framework*, foi possível extrair e manipular informações do WBB em intervalos irregulares, subsidiados pela biblioteca em código aberto *WiimoteLib*. Dados como o peso captado por sensores na balança; peso total aferido; calibração e posicionamento do centro de gravidade foram recuperados. A manipulação de tais achados foi direcionada de modo a simular os testes “*Limits of Stability*” (LOS) e “*Clinical Test of Sensory Interaction on Balance*” (CTSIB), pertinentes ao *Balance Master* da *NeuroCom* - padrão ouro em avaliação. Ao fim do projeto, que prevê ainda testes em pacientes, espera-se alcançar o paralelismo de resultados entre o *Balance Master* e o *Wii Balance Board* modificado, de modo que se possa oferecer uma opção confiável e de custo consideravelmente inferior, promovendo a acessibilidade.

Keywords— *Equilíbrio; Wii; Reabilitação; aplicativo C#*

I. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, novas técnicas farmacológicas, aprimoramentos médicos e políticas com foco em melhor saúde e qualidade de vida têm favorecido a longevidade [1]. A população brasileira observa o aumento dos índices de envelhecimento. Neste contexto, inclui-se um fator de grande relevância epidemiológica, social e econômica: as quedas e suas consequências. Principais responsáveis pela hospitalização e óbito de idosos no país, as quedas representam grande parte dos gastos com a saúde pública nesta faixa etária. A fim de se evitar o agravamento iminente deste quadro em uma população em crescimento, se faz necessária a avaliação dos fatores que

repercutem no bom equilíbrio, bem como o seu treinamento, algo realizado com a integração de terapeutas e equipamentos tecnológicos modernos.

Um dos mais notáveis dispositivos aplicados para tais fins, o *Balance Master* da *NeuroCom*[®] possui duas plataformas de força adjacentes conectadas a um computador no qual é capaz de detectar as oscilações no centro de massa (CM). O sistema provê medidas quantitativas do desempenho do equilíbrio estático e dinâmico a fim de se avaliar a média da velocidade de oscilação do CM [2]. Apesar de sua eficácia, a utilização de plataformas de equilíbrio em substituição às plataformas de força tem alcançado novos horizontes à medida que a primeira oferece vantagens quanto à portabilidade e transmissibilidade de informações associadas ao menor custo de mercado.

II. OBJETIVOS

Pretende-se verificar a aplicabilidade de um software baseado no sistema *Wii*[®] para avaliação e treino do equilíbrio. O aplicativo, idealizado por engenheiros e terapeutas, procura validar uma avaliação (CTSIB) e um teste (LOS), oferecendo como resultado os índices que denotam a velocidade de movimento, controle direcional, tempo de reação, ponto final de excursão e máximo ponto de excursão, bem como a representação do movimento do centro de massa do indivíduo em um diagrama num modelo semelhante ao adotado pelo dispositivo *Balance Master*. Assim, será observado o paralelismo de resultados entre os dois dispositivos e a reprodutibilidade dos dados observados provenientes dos testes no WBB. Espera-se, diante da equivalência de resultados, ser possível propor uma alternativa eficaz, confiável e de baixo custo à avaliação do equilíbrio humano, favorecendo diagnósticos e promovendo maior acessibilidade.

III. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A comunicação entre o WBB com o computador foi através da tecnologia *Bluetooth*, que prevê uma taxa de transmissão de 3 Mbit/s. Para recepção dos parâmetros da balança, foram utilizadas funções presentes na biblioteca em código aberto chamada *WiimoteLib* [3]. A interface gráfica (fig.1) foi desenvolvida no *Microsoft Visual C# 2008 Express* com *Microsoft XNA Framework 3.1*[®]. Utilizou-se o banco de dados *SQL Server* incluindo os simples procedimentos de *Insert*, *Update* e *Delete*.

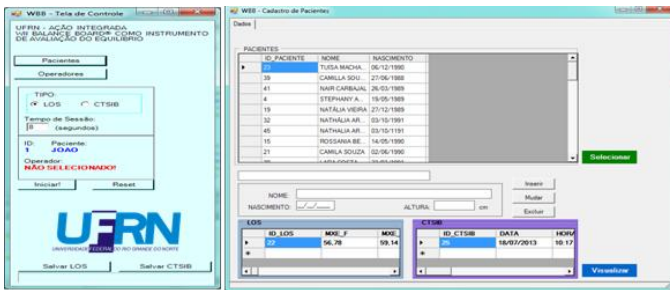


Fig. 1. Tela de controle do aplicativo e seleção de pacientes.

A WBB trabalha com quatro em formas cilíndricas acoplados aos suportes inferiores e localizados nos vértices do produto (fig.2). Eles operam simultaneamente para determinar o CM à medida que o indivíduo altera a pressão em cada sensor. Cada sensor se caracteriza por ser um medidor de tensão e funciona com um fio acoplado a um metal que, ao receber uma pressão externa, terá a sua área de secção transversal reduzida e, portanto, a sua resistência elevada e a corrente que passa por este diminuída. A magnitude da pressão definirá a intensidade de corrente passante e, assim, poderá ser aferida a pressão exercida.



Fig. 2. Posição dos sensores do WBB.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

A. Aquisição de Dados

Durante as intervenções, a comunicação da balança com o computador possui uma taxa de atualização da interface gráfica de 40Hz [4]. Os valores do espaço percorrido pelo CM na interface serão armazenados em matrizes de deslocamento. O LOS é composto por oito excursões. Antes de cada excursão, o operador solicita que o círculo esteja estabilizado no quadrado vermelho (ao meio da tela, com a CM formando um ângulo de 90° com o centro de aferição dos sensores do WBB), para que seja possível dar o comando para que o computador emita o sinal sonoro e a excursão tenha início. A partir deste momento, o indivíduo é instruído a deslocar o círculo vermelho à região indicada pela cor verde na tela (fig. 3) e mantê-lo o mais próximo possível ao alvo (deslocamento limite do CM) até que o segundo sinal sonoro seja emitido. Os valores de posição do CM na tela são captados em tempo real através do membro *CenterOfGravity*, presente na estrutura *BalanceBoardState* do *WiiMoteLib* [5]. Ao fim da excursão, o analista prepara o início da próxima excursão, até que as oito sejam completadas.

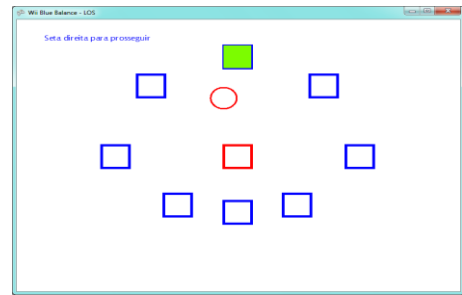


Fig. 3. Ambiente de intervenção para LOS (círculo representa o CM captado em tempo real).

O CTSIB não possui *feedback* visual, ou seja, o paciente é instruído a manter o seu equilíbrio comum (relaxado) pelo tempo determinado pelo operador enquanto o aplicativo contabiliza o tempo decorrido e emite os sinais sonoros de início e fim de aferição. Compreende três sessões de olhos abertos acompanhadas de três de olhos fechados, em ordem. [2] A fig.4 representa a posição estável do paciente em uma sessão do CTSIB e o possível ângulo de variação em deslocamento ântero-posterior.

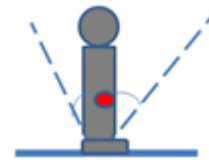


Fig. 4. Representação do ângulo para variação do CM no deslocamento ântero-posterior (vista lateral do paciente).

B. Representação do Movimento

A matriz de posições deverá receber os valores equivalentes ao deslocamento do centro do círculo (representante do CM) na grade definida pelo tamanho da imagem. Ou seja, o deslocamento será calculado em pixels a serem convertidos em graus (fig.5).

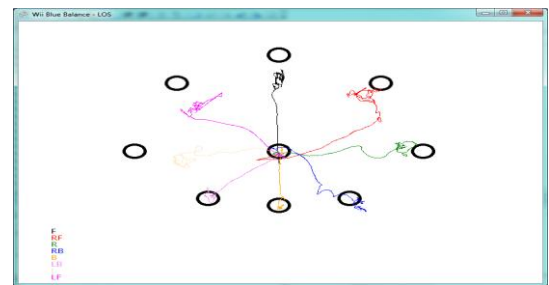


Fig. 5. Representação da matriz de posições capturadas em LOS com as sessões diferenciadas pelas cores.

C. Índices

A matriz de posições deverá receber os valores equivalentes ao deslocamento do centro do círculo (representante do CM) na grade definida pelo tamanho da imagem. Ou seja, o deslocamento será calculado em pixels a serem convertidos em graus. A partir desta, podemos inferir os índices para cada sessão:

- **Reaction Time (RT):** tempo que o paciente leva a iniciar a excursão após o sinal sonoro ser emitido. É calculado tomando como base o primeiro momento em que o CM do paciente supera a maior variação de espaço pelo CM apresentada entre 2s compreendidos entre o acionamento do comando pelo operador e a emissão do sinal sonoro pelo aplicativo.
- **Movement Velocity (MVL):** velocidade de deslocamento médio do CM do paciente compreendido entre 5% até 95% do total do movimento (n representa o tamanho da matriz de deslocamento, e ΔS o próprio deslocamento):

$$MVL = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta S_i}{0.025} \quad (1)$$

- **Endpoint Excursion (EPE):** percentual da distância entre o centro e o alvo que foi percorrido pelo CM do paciente em seu primeiro impulso ao alvo na excursão:

$$EPE = \frac{\Delta S_{EPE}}{\Delta S_{Centro}} \times 100 \quad (2)$$

- **Maxpoint Excursion (MXE):** percentual da distância entre o centro e o alvo que foi percorrido pelo CM do paciente ao alvo na excursão:

$$MXE = \frac{\Delta S_{MXE}}{\Delta S_{Centro}} \times 100 \quad (3)$$

- **Directional Control (DCL):** representa a relação entre a quantidade de movimentos realizados pelo CM em direção ao alvo (*toward target*, TT) em uma excursão com a quantidade de movimentos antagonistas (*off target*, OT):

$$DCL = 1 - \left[\frac{|TT-OT|}{(TT+OT)} \right] \times 100 \quad (4)$$

O LOS tem como resultado todos os índices descritos acima, categorizados para cada excursão (frontal, frontal-direita, direita, anterior direita, anterior, anterior esquerda, esquerda e frontal esquerda). O CTSIB oferece a média do MVL para as três tentativas de olhos abertos e para as outras três tentativas de olhos abertos.

V. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo buscou as principais características do dispositivo *Balance Master (NeuroCom®)* a serem reproduzidas através de um aplicativo de adaptação do WBB para avaliação do equilíbrio, levando em conta as rotinas de dois tipos de intervenções (LOS e CTSIB). O desenvolvimento do aplicativo concentrou-se em garantir a maior paridade entre os índices gerados por ambas as alternativas. Os próximos desafios abrangem a construção de um padrão de calibração adequado à altura dos indivíduos avaliados, a inserção de filtros aos sinais emitidos da WBB ao computador e melhorias da interface gráfica e usabilidade do aplicativo em consonância às necessidades dos profissionais que o utilizarão.

REFERÊNCIAS

- [1] Kamarano, A.A; Kanso, S; Fernandes, D. **Envelhecimento populacional, perda de capacidade laborativa e políticas públicas.** IPEA - mercado de trabalho | 54 | fev. 2013.
- [2] Balance Master - User Manual. www.onbalance.com (integration seminar resource pack).
- [3] TUMELTY, Ronan. **An Infra-Red Finger-Tracking System.** School of Computer Science and Statistics, p. 25, abr. 2009.
- [4] MCGOUGH, Rian et al. **The Use of Nintendo Wii Balance Boards for Real-Time Investigation Of Weight Bearing Asymetry.** Portuguese Journal Of Sports Sciences, Porto, p.1027-1030, fev. 2011.
- [5] VARCHOLIK'S, Paul. **BalanceBoardState Structure.** Disponível em: <<http://www.bespokesoftware.org/3DUI/4.3.0.0/doc/html/html/7ad04358-4757-c943-0ea9-685835e39023.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2014.
- [6] BRANDON, Shrewsbury. **WiiHab Test Creator.** University of West Georgia, Georgia, 2010.