

Sistema ETHEL para Exames de Posturografia Utilizando Wii Balance BoardTM

Tulio Campos Silva¹, Raí Sales Pereira Bizerra¹,
Sabrina Silva Martins¹, Marcus Vinícius Souza Sodré¹,
Marcílio Ferreira Marques Filho¹, Esbel Tomás Valero Orellana¹

¹Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET)
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
CEP 45662-900 – Bairro Salobrinho, Ilhéus – BA – Brasil.

{tuliocampossilva, raispbizerra}@gmail.com

sabrinamartins1@gmail.com, marcus.sodre@ifbaiano.edu.br

{mfmfilho, evalero}@uesc.br

Abstract. *Posturography has been used to assess body sway and changes in posture, but its use is limited due to the high cost of force platforms. Equipped with pressure sensors the Wii Balance BoardTM (WBB) gaming platform can also be used as a low cost force platform. However, there are no accessible applications for implementing posturography using WBB. In this paper we present the ETHEL software, which allows us to capture and process WBB signals and calculate quantitative parameters used in posturography. A friendly graphical interface was implemented and a database system was designed to store the results of medical examinations. A methodology for calibrating and validating the platform is being implemented.*

Resumo. *A posturografia tem sido utilizada para avaliar as oscilações corporais e alterações na postura, mas seu uso é limitado devido ao alto custo das plataformas de força. Equipada com sensores de pressão a plataforma para jogos Wii Balance BoardTM (WBB) pode ser utilizada também como uma plataforma de força de baixo custo. Entretanto não há aplicações acessíveis para implementação da posturografia utilizando a WBB. Neste artigo apresentamos o software ETHEL, que permite capturar e processar os sinais da WBB e calcular parâmetros quantitativos utilizados na posturografia. Foi implementada uma interface gráfica amigável e modelado um sistema de banco de dados para armazenar os resultados dos exames médicos. Uma metodologia para calibrar e validar a plataforma está sendo implementada.*

1. Introdução

A posturografia é utilizada como uma importante técnica para avaliar as alterações posturais e as oscilações corporais [Prieto et al. 1996]. Neste sentido a posturografia pode ser utilizada como ferramenta para avaliar e acompanhar a evolução de indivíduos com deficit no equilíbrio corporal. A grande limitação para a utilização da mesma é o alto custo das plataformas de força necessárias na implementação desta técnica.

O desenvolvimento de acessórios e dispositivos para jogos tem evoluído significativamente nos últimos anos. Um exemplo disso é a *Plataforma Wii Balance Board*TM (**WBB**), vista na Figura 1, desenvolvida para promover uma maior imersão do usuário no jogo. A **WBB** é equipada com quatro sensores de pressão e pode ser utilizada também como uma plataforma de força de baixo custo. Diversos artigos recentes têm comprovado a viabilidade de utilizar a **WBB** como substituta de plataformas de força mais sofisticadas, utilizadas na posturografia, [Clark et al. 2010], [Young et al. 2011], [Huurnink et al. 2013], [Leach et al. 2014]. Os estudos mostram que é possível avaliar quantitativamente as oscilações corporais dos indivíduos e identificar a contribuição de cada um dos sistemas somatossensoriais na manutenção do equilíbrio.



Figura 1. Plataforma para jogos WBB

Já existem bibliotecas específicas, algumas de código fonte aberto, desenvolvidas para conectar a **WBB** a um computador pessoal. Um exemplo é a **cwiid** que pode ser utilizada para desenvolvimento de aplicações que explorem os recursos dos acessórios do console de jogos da **Nintendo**[®], como a **WBB**. O desenvolvimento deste tipo de aplicação é facilitado graças a esta biblioteca, e pode ser feito em linguagem **C** ou **Python**. Apesar destes recursos a disponibilidade de aplicações para a implementação da posturografia, utilizando a **WBB**, é bastante restrita.

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de uma aplicação, o software **ETHEL**, que permite capturar e processar os sinais gerados pela **WBB** e calcular parâmetros quantitativos utilizados na posturografia. Os primeiros resultados deste projeto foram apresentados em [Bizerra et al. 2018]. Com as funcionalidades implementadas no **ETHEL** é possível utilizar a plataforma de jogos como uma alternativa de baixo custo aos equipamentos atualmente disponíveis, para a implementação de técnicas de instrumentalização de exames e procedimentos clínicos.

Com esta finalidade foi proposto desenvolver uma interface gráfica amigável que possa ser utilizada para coletar e processar os dados dos diferentes protocolos de exames. Foi proposto também desenhar e implementar um sistema de banco de dados que permite armazenar os resultados dos exames médicos para consultas e acompanhamento da evolução dos indivíduos testados. Além disso, fez-se necessário propor uma metodologia, para calibrar e validar a plataforma, que encontra-se em desenvolvimento.

O protótipo da solução, que engloba a plataforma, o software e equipamentos desenhados para o processo de calibração, serão apresentados nas próximas seções. Serão apresentados, inicialmente, as principais funcionalidades que foram levadas em consideração no desenvolvimento do *software*. Posteriormente são apresentados os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do **ETHEL**, assim como a evolução dos protótipo e o estágio atual do mesmo. Resultados obtidos e os testes iniciais realizados

com a nova ferramenta computacional serão discutidos, assim como as conclusões e as propostas para o desenvolvimento posterior do projeto.

2. Desenvolvimento

Partindo do sinal obtido da plataforma **WBB**, que retorna a resposta de cada um dos seus quatro sensores para o eixo X ou anteroposterior (**AP**) e Y ou médio-lateral (**ML**), é possível determinar a projeção do (*Center of Pressure* - **CoP**) sobre a plataforma, [Prieto et al. 1996]. Um conjunto de métricas derivadas podem ser extraídas da evolução do CoP, de maneira a definir, a partir de um conjunto de parâmetros estabelecidos na posturografia, o estado do paciente.

Dentre as métricas a serem calculadas podem ser destacadas a amplitude da oscilação nas direções **AP**, **ML** e total, além da velocidade do movimento nas direções **AP**, **ML** e total. Os gráficos contendo as séries temporais da variação da distância percorrida pelo CoP nas direções **AP** e **ML** assim como o gráfico da série temporal da trajetória do CoP no plano, também são recursos importantes utilizados na posturografia.

3. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do **ETHEL** foi considerado o modelo da plataforma **WBB** mais comercializado no Brasil. Desenvolvido para o público dos Estados Unidos, este modelo foi desenhado para atender um público de até 150 Kg. Para conexão com a plataforma via *bluetooth* foi necessário o auxílio da **cwiid** (versão 3.0.0). A programação das funcionalidades da **cwiid** pode ser em **Python 3**, o que garante a disponibilidade de um série de recursos disponíveis para esta versão da linguagem de programação.

O software **ETHEL** foi desenvolvido em **Python 3**, uma linguagem de programação de propósito geral com suporte para programação procedural, funcional e orientada a objeto e muitas vezes aplicada em papéis de script. A escolha da linguagem se deu pela sua versatilidade e pela disponibilidade de recursos para implementação da interação com a plataforma **WBB**, da interface gráfica e do cálculo das métricas utilizadas na posturografia.

A implementação da interface gráfica foi desenvolvida com ajuda do módulo **PyGtk** (versão 3.0), um módulo de interface em **Python** para o **GTK+**, utilizado em diversos ambientes gráficos. Para desenhar a interface e integrá-la com a implementação do sistema foi utilizado o **Glade** (versão 3.22.1), um construtor de interfaces muito prático que permite separar o desenvolvimento da interface da programação da lógica do sistema. A utilização do **Glade** permite fazer alterações na interface gráfica sem precisar alterar o código do aplicativo, de forma rápida e simples.

O banco de dados do **ETHEL** foi modelado observando-se os recursos necessários para a construção do software e gerado, a partir de suas principais características, levando-se em consideração um conjunto de dados que tem o intuito de evitar erros de programação de projeto e de funcionamento. O sistema gerenciador de banco de dados utilizado foi o **PostgreSQL** (versão 9.6). A escolha do **PostgreSQL** se deu por se tratar de um gerenciador de código aberto que roda na maioria dos sistemas operacionais, incluindo GNU/Linux, macOS e Windows e possui interfaces de programação nativas para Python.

Na implementação do software utilizamos a prototipação evolucionária. Os protótipos foram idealizados com a participação de especialistas da área de saúde. No primeiro momento do projeto foi apresentado um protótipo inicial, e, conforme o desenvolvimento foi avançando, este protótipo foi refeito, adaptado e alinhado às fases de elaboração. Utilizamos protótipos com fidelidades variadas, em cada uma das etapas, o critério foi a melhor adaptação ao momento de desenvolvimento. Normalmente estes protótipos eram delineados em cada uma das reuniões da equipe.

3.1. Calibração

Diversos estudos apresentam resultados que permitem comparar as medidas obtidas com a **WBB** com aqueles gerados com ajuda de plataformas utilizadas como referências no mercado. Particularmente em [Leach et al. 2014] é apresentado um estudo detalhado e são discutidas as características e a forma de processar os sinais de cada um dos sensores contidos na **WBB**.

Com base nestes resultados e na metodologia por eles proposta foi construído, para este trabalho, um equipamento que permite testar cada um dos sensores individualmente, Figura 2. O dispositivo de calibração é formado por um braço móvel ao qual é possível acoplar anilhas de pesos diversos. Desta forma é possível aplicar cargas em pontos diferentes da plataforma e estimular, de forma diferenciada, cada um dos sensores.

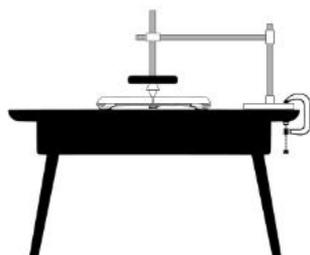


Figura 2. Mesa de teste para verificar a calibração dos sensores de plataforma WBB

Com base neste equipamento, encontra-se em fase de desenvolvimento uma metodologia de calibração estática. Para avaliar a necessidade de se desenvolver uma metodologia específica para calibração, foi implementado um experimento com objetos variados, cujo peso foi avaliado com o **ETHEL** e com ajuda de uma balança digital. Os objetos foram pesados sozinhos, nas duas balanças, e com o acréscimo de uma ou duas anilhas de 5 Kg. O peso dos objetos foi escolhido para ser o mais próximo possível de indivíduos reais.

4. Resultados e Discussão

O processo de desenvolvimento do **ETHEL** passou por diversas etapas visando ajustar a interface gráfica para conseguir uma maior usabilidade do sistema. A Figura 3 mostra a evolução da interface da aplicação desde um dos seus estágios iniciais até o estágio atual. Recursos como o indicador de conectividade com a plataforma via Bluetooth e o nível das baterias, foram acrescentados para simplificar a operação do **ETHEL**.

A janela de resultados, que pode ser vista na Figura 4, permite acessar e editar os dados dos pacientes na coluna da esquerda. As principais métricas descritas em

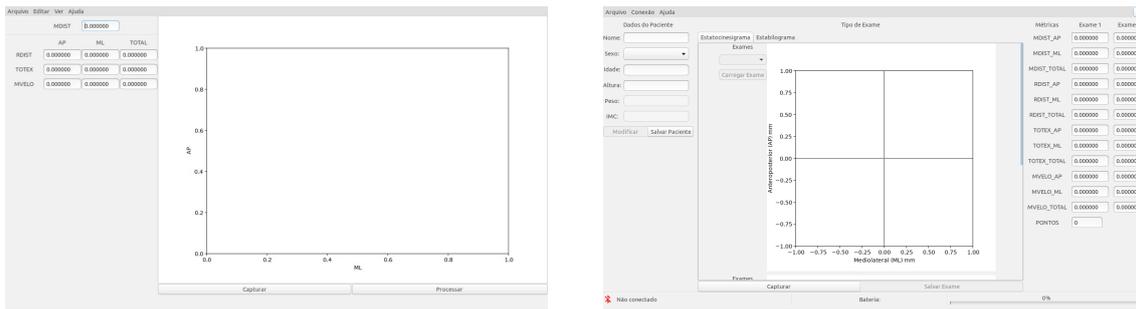


Figura 3. Evolução da interface gráfica do ETHEL, das primeiras versões (esquerda) para o estágio atual (direita)

[Prieto et al. 1996] foram implementadas e são apresentadas na tabela que aparece à direita na janela. Ao centro pode ser visualizado o gráfico das séries temporais.

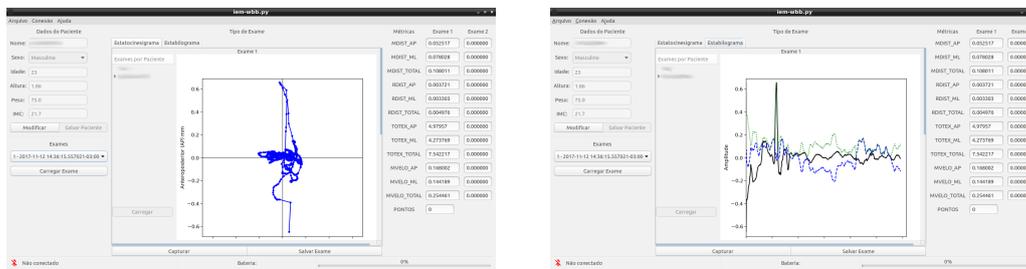


Figura 4. Janela de apresentação dos resultados obtidos com base nos dados obtidos pela WBB no ETHEL

As avaliações realizadas até agora com o **ETHEL** são limitadas e não incluem testes exaustivos com humanos. Testes com corpos estáticos foram realizados utilizando a plataforma de calibração e adicionando-se pesos diretamente sobre a plataforma.

A Tabela 1 mostra resultados do teste feito com duas anilhas de 5kg e um conjunto de pesos que foram monitorados com uma balança digital, como descrito na seção anterior. Pode-se constatar uma divergência entre o peso reportado pela balança e o obtido no software. A diferença entre as duas primeiras colunas de resultados, apresentado na terceira coluna, mostra que uma variação média de 1,53 Kg com um desvio padrão de 0,10. A análise das duas últimas colunas mantiveram o mesmo nível de divergência.

5. Conclusões

O uso da **WBB** no **ETHEL** para instrumentalizar exames de posturografia, além de diminuir o custo, traz consigo uma gama de possibilidades quanto à aplicação dos testes, que podem ser personalizados de acordo com a demanda dos pesquisadores. Isso se deve à facilidade do desenvolvimento e realização dos testes com as ferramentas citadas neste trabalho.

Os resultados obtidos até agora indicam a necessidade de definir uma metodologia para calibração estática da plataforma. Trabalhos futuros devem ir nessa direção. Os testes exaustivos com humanos e de usabilidade devem ser iniciados após vencida esta etapa inicial visando definir a acurácia do **ETHEL**.

Tabela 1. Verificação da calibração dos sensores

	Balança (Kg)	WBB (Kg)	Variação (Kg)	WBB+5Kg (Kg)	WBB+10kg (Kg)
Anilha1	4.8	6.27	1,47	-	-
Anilha2	4.8	6.27	1,47	-	-
Duas anilhas	9.7	11.15	1,45	-	-
Peso 1	63.2	64.78	1,58	69.63	74.54
Peso 2	69.4	70.85	1,45	75.65	80.71
Peso 3	89.6	91.21	1,61	96.18	101.06
Peso 4	104.6	106.31	1,71	111.20	116.15

Projetos de validação dinâmica, como o proposto em [Leach et al. 2014], podem ser utilizados com ajuda de uma segunda plataforma já validada. Na falta desta última é possível propor uma metodologia baseada em testes comparativos com outras soluções que utilizam também a **WBB** como plataforma de força e que já tenham sido validadas.

Atualmente o software encontra-se em fase de testes e validação, com pedido de registro.

Agradecimentos

A pesquisa contou com o apoio do Núcleo de Biologia Computacional e Gestão de Informações Biotecnológicas (**NBCGIB**) da UESC. A pesquisa contou também com o apoio financeiro da FAPESB e da UESC.

Referências

- Bizerra, R. S. P., Souza, T. S., Silva, T. C., and Orellana, E. T. V. (2018). Sistema ETHEL para Instrumentalização de Exames de Posturografia. In *5º Simpósio de Ensino, Extensão, Inovação, Pesquisa e Pós-Graduação e 24º Seminário de Iniciação Científica*, Ilhéus.
- Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., and Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait and Posture*, 31(3):307–310.
- Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., and van Dieën, J. H. (2013). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *Journal of Biomechanics*, 46(7):1392–1395.
- Leach, J. M., Mancini, M., Peterka, R. J., Hayes, T. L., and Horak, F. B. (2014). Validating and calibrating the Nintendo Wii balance board to derive reliable center of pressure measures. *Sensors (Switzerland)*, 14(10):18244–18267.
- Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett, E. G., and Myklebust, B. M. (1996). Measures of postural steadiness differences between healthy young and elderly adults. *Transactions of Biomedical Engineering*, 43(9):965–966.
- Young, W., Ferguson, S., Brault, S., and Craig, C. (2011). Assessing and training standing balance in older adults: A novel approach using the 'Nintendo Wii' Balance Board. *Gait and Posture*, 33(2):303–305.