

# PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA AVALIAÇÃO DA POSTURA SENTADA

Freitas MS<sup>1</sup>, Pereira AA<sup>1</sup>, Da Silva FVR<sup>2</sup>

Faculdade de Engenharia Elétrica – FEELT/UFU, <sup>1</sup>Laboratório de Engenharia Biomédica – BIOLAB, <sup>2</sup>Laboratório de Automação, Servomecanismo e Controle - LASEC

Avenida João Naves de Ávila, 2121 Bloco 1E Campus Santa Mônica – 38408 -100 – Uberlândia – MG, Brasil.

[freitasmarlasouza@gmail.com](mailto:freitasmarlasouza@gmail.com)

**Resumo** – O objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema que avalie a postura sentada de pessoas que exerçam atividades por longos períodos nessa posição. Uma plataforma de força será construída para obter dados estabilométricos e verificar a distribuição de forças sobre as extremidades da plataforma, provocadas pela distribuição de peso do indivíduo ao utilizar as partes da cadeira como assento, encosto e apoio para os braços. Serão utilizados também acelerômetros, giroscópios e magnetômetros para verificar mudanças no deslocamento da coluna vertebral. Os dados medidos serão enviados ao computador e exibidos em uma interface a ser implementada em Visual C#.

**Palavras-Chave** – Acelerômetro, Avaliação postural, Plataforma de Força

## PROPOSAL OF A SYSTEM FOR EVALUATION OF SITTING POSTURE

**Abstract** - The goal of this work is to develop a system to assess the sitting posture of people that practice activities for long periods in that position. A force platform will be built to obtain data stabilometric and check the distribution of forces on the ends of the platform, caused by the weight distribution of the person using the parts of the chair as a seat, backrest and armrests. Are also used accelerometers, gyroscopes and magnetometers to determine changes in displacement of spinal curvature. The measured data will be sent to the computer and displayed on an interface to be implemented in Visual C #.

**Keywords** - Accelerometer, postural evaluation, Force Platform.

### I. INTRODUÇÃO

A postura pode ser entendida como a posição relativa entre os segmentos corporais, configurada pelo arranjo das articulações, em que o estado de equilíbrio entre ossos e músculos é mantido no intuito de proteger as estruturas do

corpo humano, como a coluna vertebral. Assim, o ser humano adota diversas posturas ao longo do dia, que para serem mantidas exige uma interação das funções neuromusculares e biomecânicas [1-3].

Uma das posturas mais adotadas é a postura sentada, que permite ao indivíduo diminuir o gasto energético, ter maior estabilidade na realização de determinadas tarefas, e redução do esforço das articulações de membros inferiores [4-7], porém quando mantida por longos períodos pode ser muito prejudicial à saúde do ser humano, provocando a sensação de desconforto e dor, podendo evoluir para dores crônicas, quando persistente por mais de 6 meses [2, 8, 9].

A coluna vertebral, geralmente, é a mais afetada, pois a mesma não foi desenvolvida para permanecer muito tempo na posição sentada, realizando movimentos repetitivos e quando afetada não possui mecanismos de regeneração dos processos danificados [3,10]. A manutenção prolongada da desta posição provoca fadiga muscular e numerosos efeitos ao longo do tempo, como sobrecarga imposta ao aparelho respiratório, formação de edemas, varizes e afecções nas articulações. Particularmente, na coluna vertebral a posição sentada assumida por muito tempo pode causar deformações, hérnias de disco e limitação articular por artrose [4-7].

Atualmente, está havendo um crescimento da adoção da posição sentada por períodos prolongados dentro dos postos de trabalho [2]. Isso tem provocado o aumento da prevalência no número de problemas musculoesqueléticos, acarretando perda de produtividade e aumento de despesas médicas para as empresas [11].

Em busca da redução desses problemas, alguns estudos realizaram análises quantitativas de variáveis biomecânicas, eletromiográficas e distribuição de forças para diferentes tarefas de trabalho na busca de maior precisão e confiabilidade dos resultados [11,12]. Porém esses dispositivos de medição podem influenciar na performance da tarefa, pois o indivíduo pode se comportar de forma diferente do habitual devido a tensão de ser monitorado, aumentando o risco da atividade avaliada não representar as características do trabalho real [13].

Em [14] houve o desenvolvimento de uma cadeira de escritório instrumentada, que monitorava continuamente a ocupação do assento, uso da lombar, ângulos de inclinação do encosto e posição do apoio do braço, por meio de sensores liga-desliga. Tinha-se o intuito de medir os movimentos do usuário sem interferir na movimentação do mesmo, porém, como o sistema detectava apenas a presença ou ausência de uma pessoa, ele poderia gerar resultados errôneos ao detectar o uso das partes da cadeira, mesmo que essa estivesse sendo utilizada por uma mochila.

No intuito de corrigir as posturas sentadas, há trabalhos que buscaram por uma intervenção ergonômica efetiva



X CEEL - ISSN 2178-8308  
24 a 28 de setembro de 2012  
Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

utilizando sistemas de *biofeedback* auditivo ou técnicas de estereoscopia, em que mudanças posturais promovem a ligação de uma lâmpada. Mas há pesquisadores que mostram que esses sistemas de correção podem afetar a eficiência do trabalho, por meio da distração do indivíduo [15].

Para auxiliar no monitoramento da postura adequada durante as atividades diárias, há estudos que utilizam roupas com acelerômetros e giroscópios integrados, que monitoram alguns parâmetros cinemáticos do corpo como inclinação relativa à gravidade, aceleração linear e velocidade angular. Os resultados demonstraram que a postura de indivíduos normais pode ser monitorada durante atividades diárias, porém não se sabe os efeitos do sistema a longo prazo [16].

Em [11] foi realizado um estudo utilizando eletromiografia, acelerômetros, giroscópios e câmeras de vídeo para verificar a influência de 5 tipos de cadeiras na postura sentada, ao se realizar atividades laborais, durante 90 minutos. Não foi encontrada nenhuma alteração postural significativa para os diferentes tipos de cadeiras, mas percebeu-se que a realização dessas atividades laborais afetava as medidas de ativação muscular, postural e cinemática.

Outras pesquisas buscam analisar a estabilidade e o equilíbrio postural através das forças de reação do solo e da trajetória do centro de pressão (COP) obtidos por uma plataforma de força [17,18]. A análise estabilométrica da posição sentada permite quantificar a distribuição de forças e a transferência do peso para os diferentes componentes de uma cadeira como o assento, encosto, apoio dos braços e pés, já que a carga melhor distribuída influencia na redução do estresse das estruturas vertebrais [13].

A utilização de plataforma de força e câmeras de vídeo permitiu também verificar uma relação entre a frequência de mudança da postura sentada e o desconforto. Os indivíduos eram sentados em uma plataforma de força, sem apoio para os pés, braços ou costas e assento sem estofado e tinham a curvatura da coluna monitorada por câmeras. Houve um aumento significativo no deslocamento do COP e na curvatura lombar ao longo do tempo, indicando uma relação entre a frequência de alteração da postura e o aumento do desconforto [8].

Neste cenário, o trabalho proposto neste artigo tem o objetivo de desenvolver um sistema para avaliação da postura sentada ao longo do dia, composto por uma plataforma de força acoplada sob pés de uma cadeira para medir o deslocamento do centro de pressão (COP) e de acelerômetros, giroscópios e magnetômetros a serem afixados sobre a coluna vertebral do indivíduo para monitorar o seu deslocamento.

## II – METODOLOGIA

O sistema a ser desenvolvido permitirá a coleta e exibição em uma interface de dados estabilométricos e o deslocamento da coluna vertebral de indivíduos sentados em uma cadeira. As etapas do sistema podem ser acompanhadas pelo diagrama de blocos da Figura 1, que será detalhado a seguir.

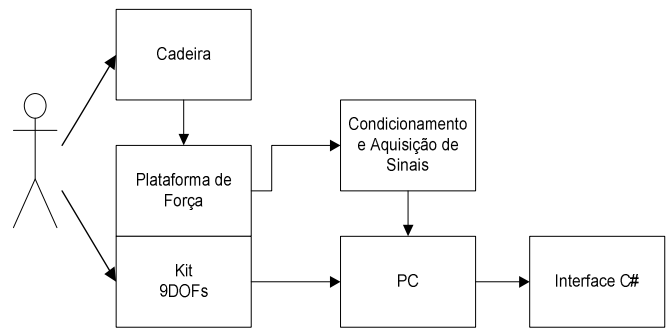


Fig. 1. Diagrama de Blocos das etapas do projeto

O indivíduo na Figura 1 representa os 10 voluntários que serão utilizados na pesquisa, com idade entre 18 e 60 anos, que permaneçam pelo menos 5 horas sentados ao longo do dia, com altura e massa corpórea similares, já que essas variáveis influenciam nos resultados estabilométricos. Essas pessoas não podem ter histórico de problema motor, doença neurológica, e distúrbios relacionados à coluna. Para verificar tais critérios será aplicado um questionário aos voluntários.

O bloco Cadeira da Figura 1 representa a cadeira a ser utilizada para acomodação da pessoa, do tipo secretária com apoio e ajuste de altura para os braços e assento, Figura 2. O conjunto cadeira-plataforma será ajustado à estação de trabalho da pessoa, assim como o seu posicionamento correto sobre a cadeira antes do início da primeira coleta de dados, tendo a liberdade para movimentar os braços e as costas durante as medições e não será informada do momento em que a coleta será realizada.



Fig. 2. Representação da cadeira acoplada a Plataforma de Força.

Como mostrado na Figura 2, a cadeira será posicionada sobre uma plataforma de força, que será composta por quatro células de carga que suportam até 100 Kg cada.

Os dados medidos pela plataforma de força, provenientes do indivíduo sentado na cadeira serão coletados e condicionados, por um sistema com ganho variável, filtro passa-baixa *Butterworth* com frequência de corte em 10 Hz,

taxa de amostragem a 100 Hz e comunicação com o computador por protocolo USB.

O bloco Kit 9 DOFs na Figura 1 está relacionado com a monitoração da coluna utilizando 1 acelerômetro, 1 giroscópio e 1 magnetômetro que são integrados a um kit de desenvolvimento cinemático, da empresa *Shimmer*. Os sensores são montados em um pequeno pacote que é responsável por coletar os dados e enviar ao computador por meio de comunicação sem fio. Utilizando três pacotes será possível analisar as regiões superior, média e inferior da coluna vertebral em até 9 graus de liberdade. Os sensores serão afixados sobre a coluna vertebral nos processos espinhosos T1, T12 e S1, semelhante ao mostrado na Figura 3, da mesma forma que em [16].

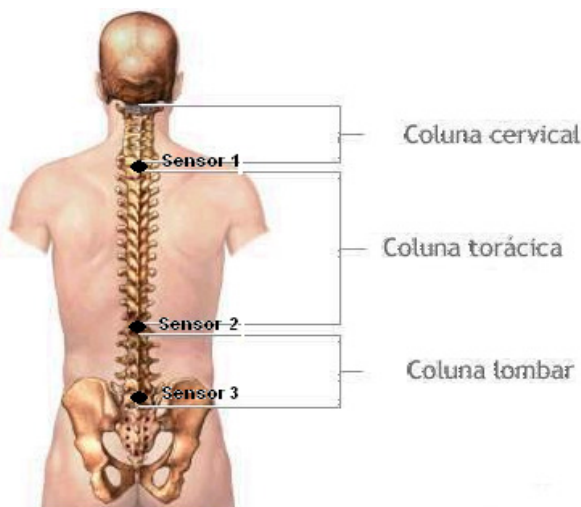


Fig. 3. Posicionamento dos sensores sobre a coluna da pessoa.

A interface que permitirá a comunicação dos *Hardware* com o computador será implementada em Visual Studio C#, em que além da comunicação haverá a exibição gráfica dos dados coletados pela plataforma de força, como a distribuição de peso sobre o assento e o deslocamento do COP nas direções ântero-posterior e médio-lateral, além de permitir configurar o ganho de cada célula de carga da plataforma e as alterações da coluna obtidas pelos acelerômetros.

Serão realizadas 4 coletas ao longo do dia, com duração de 1 hora cada medição e com intervalo entre cada medida de pelo menos 1 hora [11].

### III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados com os acelerômetros espera-se encontrar alguma alteração na curvatura da coluna das pessoas entre as 4 medições, em decorrência do cansaço muscular ocasionado pelo tempo prolongado na posição sentada.

Espera-se encontrar diferenças estatisticamente significantes entre as 4 medidas realizadas pela plataforma de força.

Além disso, espera-se visualizar alguma relação entre a mudança na curvatura da coluna e o deslocamento do COP ao longo do dia.

### IV - CONCLUSÃO

Os resultados dessa pesquisa possuem grande aplicação nas atividades desenvolvidas pelo ser humano atualmente, visto que em sua maioria, o indivíduo encontra-se na postura sentada. Assim, a análise realizada poderá ser utilizada para definições de tempo de descanso e da postura adequada para cada indivíduo evitando dores e deformações temporárias ou permanentes decorrentes da postura inadequada. Dessa forma, torna-se indiscutível a abrangência social desse trabalho.

A avaliação da postura sentada com a monitoração do deslocamento do COP e curvatura da coluna vertebral poderão auxiliar o fisioterapeuta a identificar regiões mais afetadas pela posição sentada e realizar exercícios para aliviar a tensão das regiões mais prejudicadas.

O sistema a ser desenvolvido poderá ser aplicado em *biofeedback*, para treinamento de pessoas que apresentam dificuldade em controle de tronco.

Dessa forma, o sistema pode auxiliar na redução dos problemas musculoesqueléticos, diminuindo gastos com despesas médicas, propiciando mais qualidade de vida para as pessoas.

### V - REFERÊNCIAS

- [1] M. Duarte and S. M. S. F. Freitas, "Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio" *Revista Brasileira de Fisioterapia*, vol. 14, pp. 183-192, 2010.
- [2] N. R. Marques, C. Z. Hallal, and M. Gonçalves, "Características biomecânicas, ergonômicas e clínicas da postura sentada: uma revisão" *Fisioterapia e Pesquisa*, vol. 17, pp. 270-276, 2010.
- [3] L. M. P. Bracciali and R. Vilarta, "Aspectos a serem considerados na elaboração de programas de prevenção e orientação de problemas posturais" *Rev. Paul. Educ. Fís.*, pp. 159-71, 2000.
- [4] M. Huet, "Avaliação ergonômica e cinesiológica dos constrangimentos músculo-esqueléticos da região sacrolombar na postura sentada em viagens aéreas longas," in *Departamento de Artes e Design*. Mestre Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2003, p. 253.
- [5] A. L. d. S. Ritter, "Postura Corporal ao Sentar e Transportar Material Escolar," in *Escola de Educação Física*. Dourado Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009, p. 158.
- [6] A. F. Barbosa, "Avaliação da Influência do Mobiliário Escolar na Postura Corporal em Alunos Adolescentes," in *Escola de Engenharia*. vol. Mestre: Universidade do Minho, 2009, p. 155.
- [7] F. d. L. e. S. Resende, "Análise da distribuição de cargas e das forças entre assento e encosto, na postura sentada adequada," in *Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá*. vol. Mestrado Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista, 2006, p. 114.
- [8] K. H.E.Søndergaard, Christian G.Olesen, Eva K.Søndergaard, Mark de Zee, and P. Madeleine, "The variability and complexity of sitting postural control are

- associated with discomfort," *Journal of Biomechanics*, vol. 43, p. 4, 2010.
- [9] S. S. d. Barros, R. d. C. d. O. Ângelo, and É. P. B. L. Uchôa, "Occupational low back pain and the sitting position," *Rev. dor*, vol. 112, pp. 226-30, 2011.
- [10] A. R. Zapater, D. M. Silveira, A. d. Vitta, C. R. Padovani, and J. C. P. d. Silva, "Postura sentada: a eficácia de um programa de educação para escolares," *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 9, pp. 191-199, 2004.
- [11] R. P. Ellegast, K. Kraft, L. Groenesteijn, F. Krause, H. Berger, and P. Vink, "Comparison of four specific dynamic office chairs with a conventional office chair: Impact upon muscle activation, physical activity and posture," *Applied Ergonomics*, vol. 43, pp. 296-307.
- [12] P. K. Nag, S. Pal, S. M. Kotadiya, A. Nag, and K. Gosai, "Human-seat interface analysis of upper and lower body weight distribution," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 38, pp. 539-545, 2008.
- [13] E. Vieira and S. Kumar, "Working Postures: A Literature Review," *Journal of Occupational Rehabilitation*, vol. 14, pp. 143-159, 2004.
- [14] D. A. McCormick and R. G. Tubergen, "System to monitor task chair seating," *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, vol. 18, pp. 981-4, Dec 2003.
- [15] S.-Y. Park and W.-G. Yoo, "Effects of a Posture Sensing Composite Display Device (PSCD) on Lumbopelvic Motion during Computer Work," *J. Phys. Ther. Sci*, vol. 23, p. 3, 2011.
- [16] W. Wong and M. Wong, "Smart garment for trunk posture monitoring: A preliminary study," *Scoliosis*, vol. 3, p. 7, 2008.
- [17] S. Rossi, F. Patanè, L. Scalise, P. Marchionni, and P. Cappa, "Centre of pressure in dynamic posturography: a comparison among systems based on a pressure matrix and a force platform," *Measurement Science and Technology*, vol. 21, p. 015801.
- [18] P. K. Nag, H. Vyas, A. Nag, and S. Pal, "Stabilometric Signal Analysis of Womem Sitting Postures," *National Institute of Occupational Health Ahmedabad*, 2008.

#### AGRADECIMENTOS

Agradece-se o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia – PPGEL/UFU.