

# Uso da plataforma de forças e cinemetria 3D para avaliação de movimentos típicos de carregamento de pêso

**Danielle Rodrigues de Oliveira Reis**, Departamento de Fisioterapia, Escola Superior de Educação Física de Cruzeiro, e-mail: [danielle.ror@itelefonica.com.br](mailto:danielle.ror@itelefonica.com.br)

**João Alberto de Oliveira**, Departamento de Mecânica, Faculdade de Engenharia UNESP, Campus de Guaratinguetá, e-mail: [jboli@feg.unesp.br](mailto:jboli@feg.unesp.br)

**Tamotsu Hirata**, Departamento de Mecânica, Faculdade de Engenharia UNESP, Campus de Guaratinguetá e-mail: [tamotsu@feg.unesp.br](mailto:tamotsu@feg.unesp.br)

## Introdução

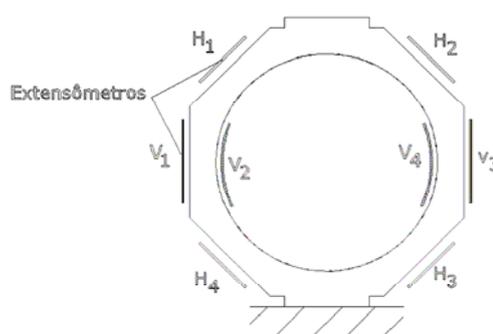
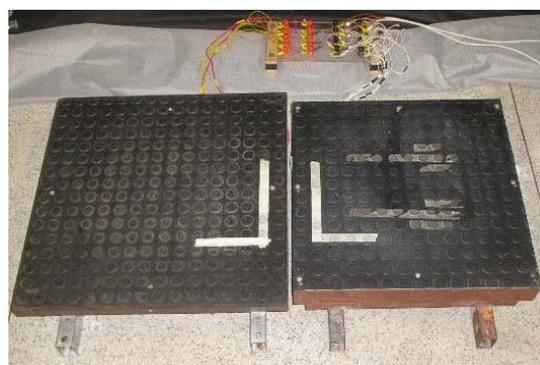
Durante a execução de qualquer atividade laboral, são adotadas diversas posturas com o intuito de realizar de melhor forma a tarefa solicitada. Pode-se observar que, apesar dos avanços da tecnologia, muitas atividades continuam sendo realizadas manualmente e, às vezes, as cargas que são manuseadas e movimentadas pelo homem vão além dos limites permissíveis e requerem posturas inadequadas. A postura tem sido objeto de estudo há bastante tempo e descrita por muitos autores. De acordo com Peres (2002), as posturas são adotadas para realizar atividades com menor gasto energético, e através das posições mantidas pelo tronco, e que se determina a eficiência do movimento e as sobrecargas na coluna vertebral. A postura humana é composta por uma associação de fenômenos biomecânicos, neurofisiológicos e neuropsíquicos que se influenciam e integram-se a todo momento (Mochizuki, 2001). Estas informações sensoriais que prevêm a postura são oriundas de neurosensores localizados na pele, no sistema muscular, na visão e no sistema vestibular. Portanto, estas informações sensoriais promovem as condições mais adequadas para o desempenho das funções de forma mais eficiente e com menor risco de lesões decorrentes do trabalho (Przysiezny, 2003). Segundo Chaffin (2000), os aspectos biomecânicos posturais são relevantes na capacidade de realização de tarefas extenuantes dos trabalhadores. O conhecimento relacionado à postura corporal do trabalhador ganha bastante destaque dentro da ergonomia, pois as posturas são parte dos elementos de análise do trabalho mais evidentes e mais negligenciados. Postos de trabalhos mal planejados obrigam os trabalhadores a adotar posturas inadequadas de trabalho, e caso essas posturas sejam mantidas por longo período, podem provocar fortes dores, principalmente na coluna vertebral.

O presente estudo analisa os aspectos cinemáticos e dinâmicos de movimentos realizados pelo tronco durante o levantamento e carregamento de diferentes cargas; tarefa esta presente em alguns ambientes laborais.

## Materiais e métodos

O protocolo de medição foi constituído pelo posicionamento dos sujeitos sobre as duas plataformas de forças. Após o acionamento do sinal luminoso, os participantes iniciavam os movimentos do tronco, os quais foram divididos em seis fases. A fase1 - Posição inicial: posicionamento do sujeito ereto em cima das

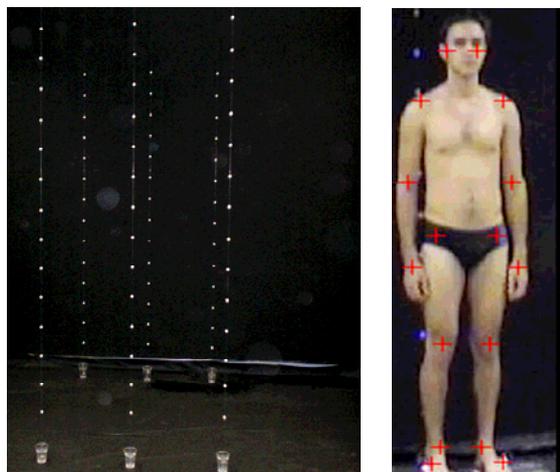
plataformas até o acionamento do sinal luminoso. A fase2 - Flexão anterior de tronco: sujeito realiza flexão dos joelhos e flexão anterior de tronco em direção aos pesos posicionados na frente das plataformas. A fase3 - Extensão de tronco: retorno à posição inicial com o peso. A fase4 - Rotação de tronco: realiza o movimento de rotação com o peso para direita ou esquerda. A fase5 - Rotação e flexão do tronco: mantendo a rotação, o sujeito realiza uma flexão dos joelhos e flexão de tronco, então descarrega o peso. A fase6 - Retorno à posição inicial: após descarregar o peso, o sujeito retorna à posição ereta e o sinal luminoso é desativado. As duas plataformas de forças foram instaladas no chão do laboratório, lado a lado, para que o sujeito em estado inicial (fase1) tivesse mesma distribuição de peso para cada plataforma onde foram fixos quatro anéis octagonais como apresenta a figura 1. Em cada anel foram fixos oito extensômetros da marca Kyowa. Para a realização deste ensaio foram ativados somente quatro extensômetros (V1,V2,V3,V4) para medidas de forças verticais.



**Figura 1: Plataformas de forças e anéis com extensômetros.**

A calibração espacial foi realizada com duas filmadoras, sendo calibradas nas direções x, y e z,

conforme o intuito deste trabalho de um sistema de análise tridimensional (3D). Utilizaram-se para realização da calibração espacial seis fios de prumos, confeccionados com fios de nylon e esferas de isopor com diâmetro de 15 mm, conforme ilustra a Figura 2.



**Figura 2: Fios de prumo com esferas de isopor utilizados para calibração espacial e a marcação de 16 pontos antropométricos no sujeito.**

As distâncias entre as esferas posicionadas no fio de nylon foram medidas e armazenadas em coordenadas x,y e z, sendo que cada fio possuía 14 esferas de isopor. Os fios de prumo foram presos em 2 trilhos de alumínio, colocados paralelamente no teto do Laboratório de Biomecânica, a uma distância de 150 cm, e em cada um dos trilhos foram presos 3 fios de prumo, a uma distância de 100 cm. Após o registro das imagens da calibração, cada seqüência de imagem das duas câmeras foi carregada no programa am3D em ambiente MATLAB para calibração das câmeras e marcações das coordenadas.

Após a calibração espacial os movimentos do sujeito foram gravados em duas filmadoras da marca JVC com frequência de 30 Hz e, posteriormente, as imagens foram desmembradas quadro a quadro para marcação de 16 pontos antropométricos, como exemplificado na figura 2. Através da identificação dos pontos articulares (ombro, quadril, joelho, tornozelo, metatarso, cotovelo e metacarpo), e de dois pontos relativos à cabeça foi determinada a localização do centro de massa.

### Resultados e discussões

Por meio das forças médias de cada sujeito durante a fase 1, nos ensaios sem e com variação de carga, observou-se que, somando as forças médias das plataformas 1 e 2 foram obtidos valores bem próximos ao peso corporal total de cada sujeito. Para isso, durante as variações das forças de reação nas plataformas, quando uma apresentava um aumento da força de reação, a outra diminuía.

A distribuição do peso corporal de cada sujeito sobre as plataformas 1 e 2 não foram iguais, visto que o ser humano mantém a postura em pé, e ele recorre ao uso assimétrico dos membros inferiores como apoio

principal, podendo também alternar a sua descarga de peso entre os membros inferiores direito e esquerdo. O CM nessa fase 1 sofreu pequenos deslocamentos médios totais nos ensaios sem e com carga. Isso indica que, mesmo parado, o nosso corpo apresenta oscilação, afirmado por Duarte (2000).

Na fase 2 a distribuição de peso continua maior em uma das plataformas, demonstrando que a descarga de peso tende a ser assimétrica mesmo quando realizamos movimento e mantemos a postura em pé. Nos ciclos direito e esquerdo, em todos os ensaios, os valores obtidos na plataforma de força 1 são maiores em relação aos valores médios da plataforma de força 2. Nos ensaios sem carga, ciclos direito e esquerdo, as diferenças entre as forças médias entre as duas plataformas foram de 36,52 N e 15,08 N, respectivamente. Nos ensaios com carga 5 kg, a diferença no ciclo direito foi de 43,71 N e no ciclo esquerdo de 18,64 N. No ensaio com carga de 10 kg, a variação da força média entre as plataformas de força 1 e 2 apresentou valores diferentes, tanto no ciclo para direita como no ciclo para esquerda, sendo a diferença no ciclo para a direita de 43,40 N e de 26,14 N no ciclo para a esquerda. Em relação ao centro de massa dos sujeitos, pôde-se notar que o movimento na coordenada X (direção de profundidade) aumentou para todos os sujeitos devido ao deslocamento anterior durante a flexão; a coordenada Y (direção lateral) foi a que menos variou já que o movimento realizado não apresentou muita variação lateral e a coordenada Z (direção de altura) deslocou para baixo, pois houve uma flexão de joelhos. Isso ocorreu em todos os ciclos, independentemente da variação da carga.

Na fase 6, em todos os ensaios, independente da variação da carga, tenderam a retornar a valores muito próximos aos valores obtidos na fase 1, já que ao final dessa fase adotavam a posição inicial. Essa posição final das coordenadas do centro de massa só não foi idêntica a fase 1; talvez para as variações neurofisiológicas e neuropsíquicas que se influenciam no controle motor de movimentos, de acordo com a interpretação de Mochizuki, 2001. Isso explica também as pequenas variações obtidas nas coordenadas do centro de massa.

### Referências bibliográficas

1. Chaffin,D.B., Occupational Biomechanics, John Wiley&Sons, 2000.
2. Duarte,M; Freitas,S.M.S.F. Métodos de análise do controle postural, 2006, 13p. (<http://lob.incubadora.fapesp.br/portal/p/>).
3. Mochizuki,L. Análise biomecânica da postura humana: estudo sobre o controle do equilíbrio. São Paulo: Tese de Doutorado. Escola Ed. Física e Esporte – USP,2001.
4. Peres,C.P.A. Estudo das sobrecargas posturais em fisioterapeutas: uma abordagem biomecânica ocupacional. Florianópolis: Dissertação de mestrado, UFSC,2002.