

# Sensores monitoram passos de atletas

Sistema microcontrolado desenvolvido na FEEC obtém informações biomecânicas

**LUIZ SUGIMOTO**

sugimoto@reitoria.unicamp.br

A escolha do Rio de Janeiro como sede dos Jogos Olímpicos de 2016 foi especialmente comemorada por pesquisadores da Unicamp que acabam de desenvolver um sistema microcontrolado para monitoramento de atividades esportivas. O protótipo é baseado em sensores de aceleração e rotação que permitem obter informações biomecânicas do atleta e monitorá-lo durante o treinamento, sem que ele precise sair do ambiente onde pratica o esporte. Em comparação a outras ferramentas tecnológicas para auxiliar na performance esportiva, este dispositivo ainda tem a vantagem do baixo custo e de não ser invasivo, o que permite sua fixação em qualquer parte do corpo a ser monitorado.

“Comemoramos bastante a vitória do Rio de Janeiro porque em todos os países que sediam a Olimpíada há um grande investimento em tecnologia voltada ao esporte. Um bom exemplo é a Austrália, que criou um instituto dedicado especialmente ao estudo do esporte e, dentro dele, uma área específica de instrumentação eletrônica aplicada às diversas modalidades. Os australianos, que não se destacavam tanto no quadro de medalhas, passaram a figurar como quarta ou quinta potência olímpica a partir de 2000”, recorda o professor Fabiano Fruett, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da Unicamp.

Fruett coordena o Laboratório de Sensores Microeletrônicos, onde orientou a dissertação de mestrado de Yull Heilordt Henao Roa, defendida no final de setembro. “Trabalhamos basicamente com sensores de aceleração (que mede a aceleração linear) e de rotação (que fornece a velocidade angular). Com isso, podemos mapear a trajetória e o giro de um segmento corporal. As informações dos sensores seguem por radiofrequência para um *laptop* e são processadas através de um programa de interface intuitivo e de fácil operação”, explica o autor do trabalho.

Segundo Heilordt, esta interface arquiva e apresenta os dados na forma de gráficos e em tempo quase real para o esportista ou treinador. “Isso permite o monitoramento durante a atividade, com alcance de até 70 metros, o que é importante para aperfeiçoar a técnica e o desempenho. De fácil fixação no atleta, o sensor é pequeno e pesa apenas 40 gramas. Posteriormente, os dados armazenados podem ser processados em outras linguagens, auxiliando na pesquisa na área de educação física”.

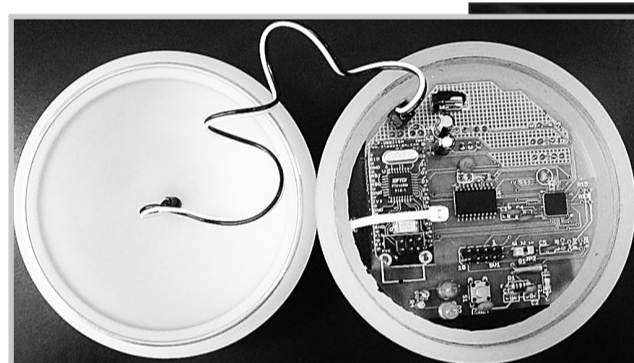
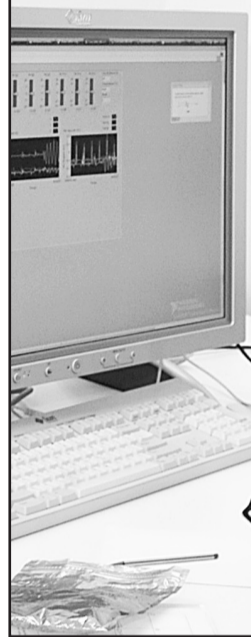
O autor da pesquisa observa que a estimação e avaliação do desempenho de atletas de alto nível requerem o conhecimento de muitos fatores biomecânicos. “Na maioria dos métodos para estimar esses fatores, o esportista precisa ficar restrito ao laboratório ou fazer uma interrupção periódica da atividade, como por exemplo, para tirar amostras de sangue. Entretanto, a performance de um atleta estudado em condições de laboratório é diferente da obtida durante a prática esportiva”.

## Com a FEF

Para o desenvolvimento do sistema, o professor Fabiano Fruett ressalta a colaboração do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB), através dos professores Sérgio



O professor Fabiano Fruett (à dir.), orientador da dissertação, mostra sensor (também no detalhe) ao lado de Yull Heilordt Henao Roa, autor da pesquisa: dispositivo pode ser fixado em qualquer parte do corpo



Aspecto interno da esfera, colocada no carregamento de frutas (à direita), auxilia o produtor rural: medindo impacto e temperatura

Augusto Cunha e Luiz Eduardo Barreto, na Faculdade de Educação Física (FEF) da Unicamp. A colaboração da FEF se deu nos testes de campo, em que a modalidade escolhida foi o ciclismo, com medições em bicicleta estacionária dentro de laboratório e em performance de pista no velódromo de Americana (SP).

No ciclista, sensores foram posicionados na coxa e também no tornozelo, com o intuito de registrar as características da pedalada baseados na aceleração triaxial e na velocidade angular no ponto de fixação do sistema. Heilordt atenta, porém, que as aplicações são muitas e não se restringem a um só esporte. “No futebol ou no vôlei, por exemplo, podemos verificar quanto o atleta está saltando, o que o vídeo não permite. Recorrendo a um pedômetro, sabemos se a pessoa está parada ou caminhando e o quanto caminhou. Também é possível medir a temperatura corporal e o gasto energético em função da aceleração”.

O autor do estudo explica que a adaptação dos sensores a outros esportes dependerá basicamente de mudanças na programação da interface do computador, mantendo-se o mesmo hardware. “É um protótipo altamente versátil e atualizável, com possibilidade de servir até mesmo para acompanhamento de terapias de reabilitação, mediante o desenvolvimento de uma interface dedicada para esta tarefa”.

De acordo com Fabiano Fruett, o trabalho do seu laboratório está concluído e o sensor foi disponibilizado para a FEF, que se torna assim a sua usuária e se encarregará de avaliar outras aplicações. “Acredito que este sistema de monitoramento não está muito longe do mercado, inclusive porque os dispositivos usados em seu desenvolvimento são todos comerciais. Com o anúncio da Olimpíada no Rio, o Brasil também vai investir maciçamente em tecnologia aplicada ao esporte, ao passo que nosso trabalho terá mais visibilidade”.



Fotos: Divulgação



## ‘Fruta eletrônica’ reduz prejuízos pós-colheita

O Laboratório de Sensores Microeletrônicos (LSM) da FEEC, coordenado pelo professor Fabiano Fruett, pesquisa e desenvolve sensores microeletromecânicos (MEMS) com foco acadêmico, mas sempre na perspectiva de encontrar uma aplicação para seus produtos, que também são obrigatoriamente de baixo custo. É o caso de uma esfera instrumentada para medição de impactos e de temperatura que pode ser muito útil na agricultura, batizado pelos pesquisadores com o sugestivo nome de “fruta eletrônica”.

É sabido que o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas e hortaliças. Entretanto, nem todos sabem que a perda de produtos depois da colheita, devido a danos físicos e estresse térmico, está estimada atualmente em cerca 40%, podendo chegar a 50%, dependendo da variedade. Parte da produção não chega ao consumidor final, sendo descartada já na central de distribuição.

“O Brasil possui distâncias colossais, sendo que no Sudeste consumimos frutas produzidas no Nordeste e no Sul. Nesse trajeto, o motorista vai enfrentar estradas esburacadas para fugir do pedágio e deixar o caminhão sob o sol enquanto almoça. Na chegada do carregamento à Ceasa, muitos frutos não terão a mesma qualidade de quando foram colhidos”, observa Fabiano Fruett.

A “fruta eletrônica” é resultado da dissertação de mestrado de Murilo Nicolau, orientada por Fruett. É dotada de acelerômetros triaxiais para medir e armazenar dados de impactos, e de um sensor de temperatura que faz o mesmo na faixa de 0°C a 80°C. Misturada em um carregamento de laranjas verdadeiras, a fruta pode ser resgatada na Ceasa,

ligando-se um cabo, com conector USB, para descarregar os dados que podem ser visualizados instantaneamente em um computador.

O orientador da dissertação informa que a esfera instrumentada passou por testes em uma usina de beneficiamento de laranjas da cidade de Engenheiro Coelho (SP), sofrendo os impactos de aceleração na esteira e de variação de temperatura (na lavagem, higienização e secagem das frutas). “Existem instrumentos comercializados que medem a aceleração, mas não a temperatura. O nosso é o único que executa as duas funções”.

O baixo preço é o aspecto ressaltado pelo professor da FEEC, já que os instrumentos no mercado, na maioria importados, chegam a custar 3 mil euros (quase R\$ 8 mil), quando o custo de laboratório da “fruta eletrônica” foi de aproximadamente R\$ 500. “Um pequeno produtor que quiser conferir como sua fruta chega ao consumidor, não precisaria necessariamente adquirir o instrumento. Entretanto, ele poderia ser bastante útil aos órgãos governamentais e associações de produtores interessados em investigar as causas e reduzir as perdas de pós-colheita”.

Foi nesse sentido, segundo Fabiano Fruett, que se firmou uma parceria com a Embrapa de São Carlos, por intermédio do pesquisador Marcos David, que também é docente da Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri) da Unicamp. “Criamos um instrumento para viabilizar pesquisas por parte da Embrapa, que já demonstrou interesse em registrar patente. De nossa parte, estamos desenvolvendo uma versão reduzida da ‘fruta eletrônica’ – da dimensão de uma laranja para a de um limão”.

## Para o futuro

Entre outros desenvolvimentos de sensores eletrônicos, mas com aplicações mais para o futuro, está o objeto de doutorado de Paulo Zambrozi Junior, visando à medição de umidade e fluxo de ar. O sensor tem dimensões micro-métricas e está sendo fabricado no Centro de Componentes Semicondutores (CCS) da Unicamp. Ele poderia ser aplicado para verificar as condições de armazenamento de grãos, onde temperatura e umidade são os fatores de degradação, vislumbrando-se ainda seu uso para detecção de gases.

Na mesma linha, Juvenil Costa e Alexander Flacker, também em colaboração com o CCS, desenvolveram um sensor feito sobre alumina e com uma tecnologia de eletrodos interdigitados que permite medir grandezas antes difíceis de captar no domínio químico. Este sensor é fabricado com materiais estáveis e pode ser empregado para medir grandezas em ambientes corrosivos ou até mesmo enterrado no solo.

Um sensor de pressão com circuito microeletrônico de condicionamento, considerado o de mais baixo consumo do mundo (3 microwatts) quando foi desenvolvido pelo mestrando Vitor Garcia em 2006, já possui similares utilizados comercialmente. O projeto é do Laboratório de Sensores Microeletrônicos, mas o circuito integrado foi fabricado em uma empresa austríaca através do Programa Multi-Usuário da Fapesp. Os carros importados trazem esses sensores para medir a pressão no interior de pneus, indicando-a no painel – esta medida de segurança, obrigatória em países como os Estados Unidos, logo deverá ser lei também no Brasil.