



# XI MICTI

Campus São Bento do Sul

Mostra Nacional de Iniciação  
Científica e Tecnológica Interdisciplinar

## IV IF CULTURA

### DESENVOLVIMENTO DE CÉLULA DE CARGA PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ATLETAS EM EXERCÍCIOS DE MUSCULAÇÃO E FISIOTERÁPICOS

#### DEVELOPMENT OF LOAD CELLS TO EVALUATE THE PERFORMANCE OF ATHLETES IN BODYBUILDING AND PHYSIOTHERAPY EXERCISES

**Autores:** Murillo Henrique Souza da CRUZ; Gustavo Meia de Jesus SANTOS; Eduardo Bidese PUHL; Micheli Cristina Starosky ROLOFF; Mario Lucio ROLOFF.

**Identificação autores:** Aluno da Engenharia Mecatrônica do IFC Rio do Sul, Aluno da Engenharia Mecatrônica do IFC Rio do Sul, Professor Orientador IFC Rio do Sul, Professor Orientador IFC Rio do Sul, Professor Orientador IFC Rio do Sul.

#### RESUMO

As tecnologias de monitoramento de atividades do dia a dia estão cada vez mais presentes atualmente. Este trabalho trata do desenvolvimento de uma célula de carga para auxiliar na avaliação de atletas em exercícios físicos e fisioterápicos. A análise adequada dos exercícios pode contribuir para os profissionais da área com informações para uma melhor orientação dos atletas. A célula de carga desenvolvida utiliza tecnologias de baixo custo para tornar a ferramenta acessível ao grande público. Foram realizados procedimentos de calibração da célula de carga e apresentados gráficos de erros e correções. Estas informações são apresentadas em um programa de computador.

**Palavras-chave:** Sistemas embarcados. Monitoramento de atividades físicas. Inovação no esporte.

#### ABSTRACT

Today's activity monitoring technologies are already present. This work is a cell load study to aid in the evaluation of physical exercise and physiotherapy. An adequate analysis of the exercises can contribute to the professionals of the area with information for a better orientation of the athletes. The technology is being used to serve all audiences. Load cell calibration procedures and graphs of errors and corrections were obtained. This information is part of the computer program.

**Keywords:** Embedded systems. Monitoring of physical activities. Innovation in sport.

#### INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de novas tecnologias para produzir dados que ajudem no acompanhamento das atividades do dia a dia tem proporcionado uma nova perspectiva para o trabalho de profissionais de fisioterapia e educação física. Um





exemplo são os atletas de alto desempenho, que tem suas atividades monitoradas e com auxílio de estatística podem ser melhor orientados por seus treinadores. Estas tecnologias muitas vezes não estão disponíveis para o grande público por uma questão de custo. Soluções de baixo custo para esta área podem contribuir significativamente para atletas com poucos patrocínios e no desenvolvimento de pacientes seções de fisioterapia.

Este trabalho aborda o desenvolvimento de uma célula de carga para exercícios físicos realizados com cabo de aço. A célula proposta é capaz de medir tempo de execução, tempo de descanso, carga e número de repetições. O tempo de execução e o tempo de descanso são exemplos de variáveis fundamentais para um sistema que se propõe a auxiliar tecnologicamente atletas e pacientes em fisioterapia (LOPES, 2018). A informação sobre a quantidade de e as cargas empregadas são importantes para garantir o crescimento da fibra muscular durante o movimento. O correto emprego das repetições e do tempo é possível chegar ao rendimento ideal e tolerável sem gerar fadiga muscular (SOARES, 2018).

Algumas soluções de baixo custo podem ser encontradas em projetos como o *beast sensor* que é um equipamento que possui sensores capazes de velocidade de todos os movimentos durante o treino (HAENDLER, 2018). Neste projeto a tecnologia utilizada aplica um *strain gauge* (sensor de deformação) que através dele é possível obter o peso que está sendo erguido pelo a atleta. O sensor está conectado com o microcontrolador do tipo que recebe as informações e envia-as para um computador onde a interface gráfica apresenta os resultados em um gráfico com suas especificações.

## METODOLOGIA

O projeto é baseado em um microcontrolador (ARDUINO, 2018) que realiza a medição de uma tensão gerada pela célula de carga e envia estas informações para um computador. Para adequar o sinal da célula de carga ao micro controlador foi utilizado um circuito amplificador conversor analógico digital. Este sinal pode então



ser recebido pelo microcontrolador e visualizado em um monitor serial. O mesmo sinal de tensão é enviado para um aplicativo criado no software *QT Creator* programado em linguagem C++.

A célula de carga utiliza resistores do tipo *strain gauge* em um circuito de meia ponte de *wheatstone*. Ao exercer uma força sobre a célula de carga, uma tensão é gerada em na saída do sensor. Esta tensão é amplificada e convertida para informação digital pelo circuito HX711 que possui um conversor de 24 bits. Na Figura 1 é apresentado o diagrama do projeto (1- Célula de carga, 2- Conversor Analógico Digital, 3- Arduino e 4 Computador).

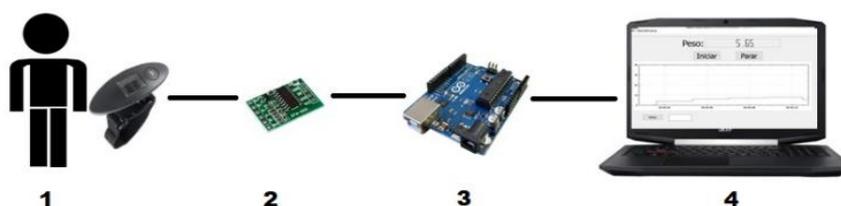


Figura 1 – Diagrama geral

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados ensaios em uma academia com o sensor desenvolvido. A Figura 2 apresenta um ensaio realizado em um exercício de membros superiores.

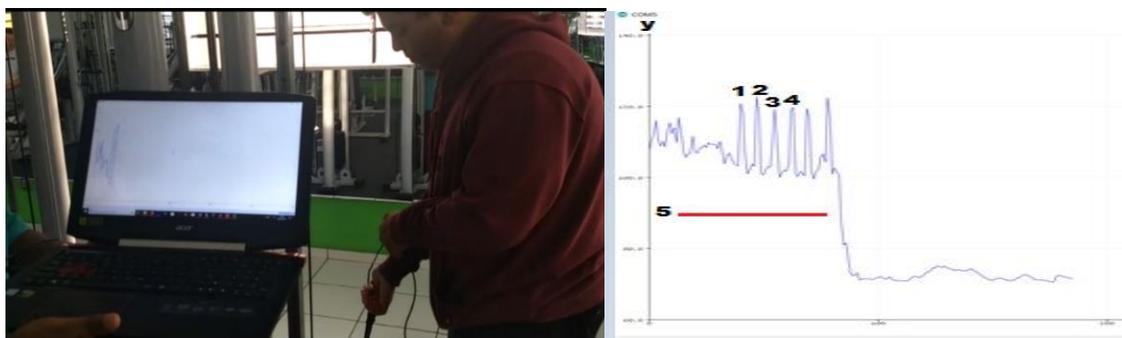


Figura 2 – Monitoramento de exercícios na academia

Para calibrar a célula de carga foi calibrada utilizando as anilhas disponíveis



na academia. Foram aferidas 7 anilhas de indicação 5kg (cinco quilogramas) em uma balança com um erro de mais ou menos um grama. Essas anilhas foram consideradas como os valores verdadeiros no procedimento. O primeiro ensaio de calibração utilizou uma anilha de  $4913 \pm 1g$ . Foram realizadas dez medições e se chegou uma indicação média de  $5003,89g$  sendo a correção do sistema para esta faixa de medição igual a  $90,89g$ . Usando os conhecimentos de estatística e metrologia, a partir do desvio padrão a repetitividade foi definida. As análises de uma série de mais de 100 medições resultaram nos limites máximos e mínimos de incerteza e em gráfico com o valor verdadeiro com mais ou menos a repetitividade ( $VV \pm Re$ ) foram construídos (ALBERTAZZI, 2008). O gráfico da Figura 3 apresenta a análise das medições para uma anilha de 5kg ( $4913 \pm 1g$ ). Foram realizados ensaios com 1, 2, 3, 4 e 5 anilhas. A repetitividade e correção encontradas a partir dos ensaios com as anilhas são apresentadas na Figura 4.

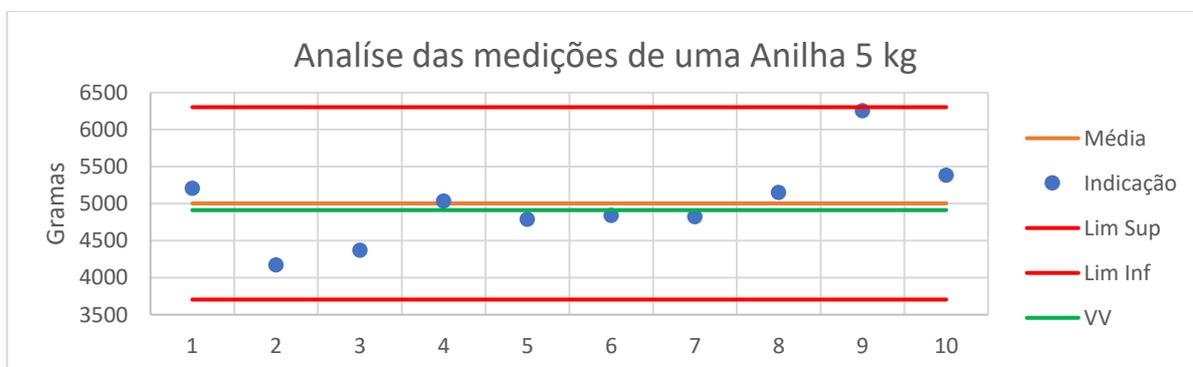


Figura 3 – Gráfico de análise dos ensaios com uma anilha de 5 kg

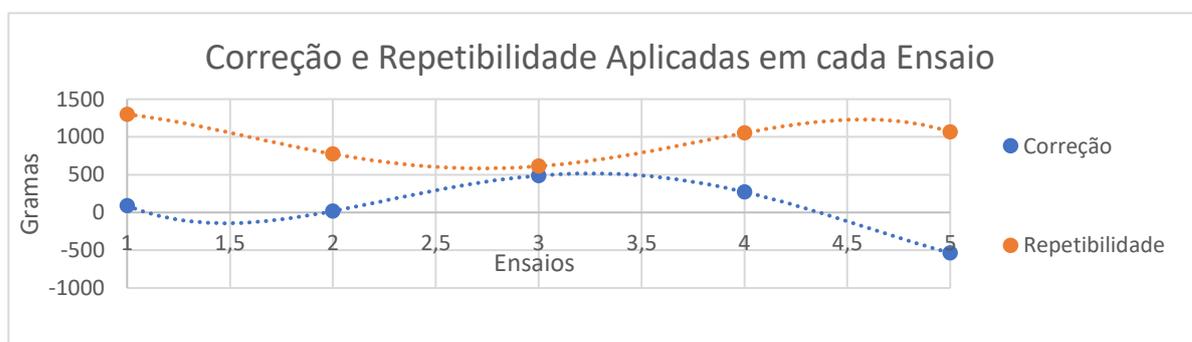


Figura 4 – Gráfico com correção e repetitividade



### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A célula de carga desenvolvida neste projeto apresentou resultados compatíveis com a aplicação. Os resultados das medições poderão ser utilizados para encontrar as informações específicas para auxiliar as áreas de educação física e fisioterapia.

O aprimoramento deste sistema pode resultar em uma ferramenta para facilitar a avaliação de um profissional sobre seu atleta ou por coletar uma grande quantidade de dados em tempo real. Estes dados podem ser transformados em informações e apresentados em um aplicativo no celular ou no computador.

### REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI; Armando; Fundamentos de Metrologia Científica e industrial; Editora Manole; Publicado: 2008.

ARDUINO; <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=342940.0>; Acesso: 01/07/2018.

HAENDLER, E.V, CEO DA EMPRESA BEAST; <https://www.thisisbeast.com/en/product>; Publicado: 25/03/2017; Acesso: 27/06/2018.

LOPES, Marcos; <https://blog.gerontologiafitness.com.br/importancia-da-execucao-correta-dos-exercicios-fisicos/>; Publicado 2018; Acesso: 01/07/2018.

SOARES, Leo; Carga ou repetição qual é o exercício ideal; [https://www.gazetaonline.com.br/bem\\_estar\\_e\\_saude/2015/08/carga-ou-repeticao-qual-e-o-exercicio-ideal-para-voce-1013906143.html](https://www.gazetaonline.com.br/bem_estar_e_saude/2015/08/carga-ou-repeticao-qual-e-o-exercicio-ideal-para-voce-1013906143.html); Publicado 17/08/2015; Acesso: 01/07/2018.