

## **Calibração Estática do martelo/Célula de Carga Conforme a Norma ISO 14.556**

**Destinada à Instrumentação da máquina de Ensaio Charpy**

**G.J. Vidotto (1), R.C. Tokimatsu (1) e A. R. Rodrigues(2)**

(1) Departamento de Engenharia Mecânica, CETEC, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Brasil nº56 , Bloco M1, Ilha Solteira SP, cep: 15385-000

(2) Departamento de Engenharia Mecânica, EESC, Escola de Engenharia de São Carlos-USP, Av. Trabalhador São Carlense nº400 , São Carlos SP, cep: 13560-970

**Palavras chaves: Calibração de célula de carga, norma iso 14.556, charpy instrumentado**

### **RESUMO**

O ensaio Charpy é um dos ensaios de impacto mais comuns utilizados na caracterização mecânica de materiais. Com ele é possível medir a energia global absorvida por um corpo de prova entalhado para causar sua fratura. A instrumentação adequada do ensaio, para a medida da força de impacto, permite o acompanhamento do processo de fratura dos materiais ensaiados e a obtenção de informações adicionais quando se compara com o ensaio convencional. Todavia, apenas no ano de 2000 foi apresentada à comunidade científica desta área de pesquisa a normalização que determina os procedimentos de uma instrumentação adequada e interpretação pormenorizada dos resultados obtidos. A forma de instrumentação indicada pela norma ISO 14.556 refere-se ao emprego de extensômetros elétricos de resistência posicionados no martelo pendular, transformando-o em uma célula de carga, além de um conjunto para condicionamento e amplificação dos sinais força vs tempo e um microcomputador para tratamento do sinal capturado. Neste trabalho, foi executada uma das etapas do complexo processo de instrumentação do ensaio Charpy. Trata-se da calibração estática da célula de carga utilizada no ensaio instrumentado. Na primeira etapa do trabalho foram utilizados corpos-de-prova como bloco suporte para a calibração do martelo instrumentado com extensômetros elétricos.

Antes da calibração propriamente dita efetuou-se uma avaliação da qualidade da colagem dos extensômetros no martelo utilizando uma prensa mecânica e um anel dinamométrico . Este procedimento consistiu na aplicação de um carregamento conhecido, pelo anel dinamométrico, e sua correspondente variação em mV/V, decorrente da deformação do martelo. Esta etapa foi muito importante para aprovação do martelo instrumentado.

Foram efetuados 3 ensaios, cada qual contendo 7 medidas de carregamento e descarregamento da célula de carga. Foi utilizado o desvio padrão como indicador da dispersão dos resultados .Portanto, em vista dos resultados obtidos conclui-se que a

célula de carga apresenta boa repetibilidade, fato esse verificado pela dispersão dos resultados e pela figura acima, com base no coeficiente de linearidade  $R^2=0,9993$ .

A principal proposta deste trabalho era obter a curva de calibração estática da célula de carga, isto é, a função linear que descreve o comportamento entre a força aplicada e o nível de diferença de potencial medido na saída analógica do indicador de deformação, pois é exatamente nesta saída, localizada no painel traseiro do aparelho, que o osciloscópio digital é conectado para capturar o sinal de força vs tempo, medido no ensaio Charpy instrumentado.

Como o ensaio de avaliação da performance da célula de carga apresentou bons resultados, efetuou-se 2 ensaios, cada qual contendo 9 medidas de carregamento, para obter a curva de calibração da célula de carga. A Tabela 2 apresenta os resultados medidos e a Figura 3 mostra a curva de calibração.

Tabela 2 - Resultados da calibração estática da célula de carga.

Pontos	Relógio Comparador	Força Aplicada	Saída Analógica
	(Anel Dinamométrico) [x10 <sup>-3</sup> mm]	Correspondente* [kN]	(Indicador de Deformação) [V]
<b>Média dos Ensaios</b>			
1	0	0	0
2	50	1,034	0,645 (0,007)
3	100	2,067	1,210 (0,057)
4	150	3,101	1,765 (0,021)
5	200	4,135	2,325 (0,021)
6	250	5,169	2,900 (0,042)
7	300	6,202	3,465 (0,021)
8	350	7,236	4,050 (0,000)
9	400	8,270	4,625 (0,078)

- A força aplicada na célula de carga é obtida dividindo-se a leitura apresentada no relógio comparador pela constante de conversão do anel dinamométrico 0,4745.

Analogamente ao ensaio de avaliação da colagem dos extensômetros, também aqui foi adotado o desvio padrão como indicador da dispersão dos resultados utilizados na determinação da curva de calibração. Sua vantagem reside no cálculo rápido e no fato de possuir a mesma unidade de medida dos dados.

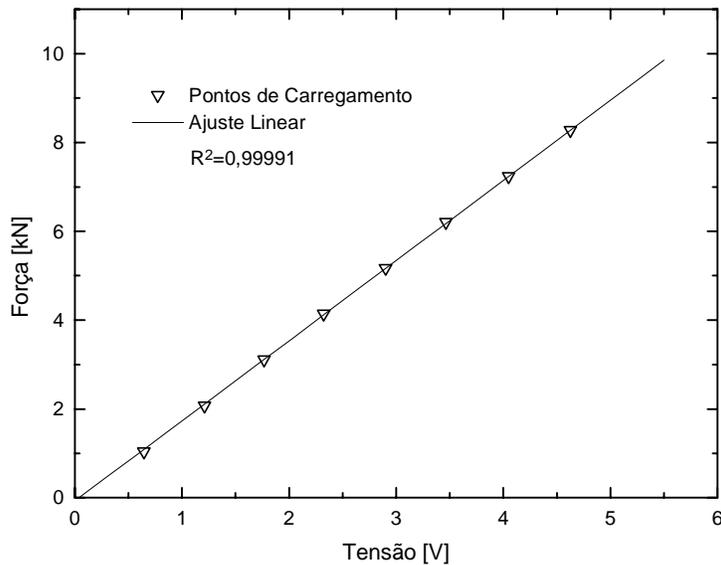


Figura 2 - Curva média do ensaio de calibração estática da célula de carga.

Assim, conforme ilustra a Figura 2, a função linear que relaciona o nível de tensão captado pelo osciloscópio digital de tempo real e a força aplicada é dada pela expressão abaixo, que se denomina *equação de calibração estática da célula de carga*.

$$F = 1,7824 \cdot V \quad (1)$$

onde F é a força em kN e V é o nível de tensão em V.

Essa etapa foi primordial porem para uma aplicação eficiente da célula de carga, é necessário a construção refinada de mais dispositivos, e a realização cuidadosa de ensaios estáticos e dinâmicos, destinados à calibração da célula de carga e averiguação do desempenho da instrumentação em condições reais de ensaio .A segunda etapa do trabalho esta em andamento, e consiste na calibração estática utilizando o bloco suporte da norma ISO14.556, e a calibração dinâmica.

**AGRADECIMENTOS:** os autores agradecem ao Fapesp, Fundação de Amparo à Pesquisado Estado de São Paulo, pelo apoio a pesquisa e pela bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTERNATIONAL STANDARD. Steel - Charpy V-notch pendulum impact test - instrumented test method. Geneva: ISO, 2000. 14p. (ISO 14556).

RODRIGUES, A. R. **Charpy Instrumentado – Determinação da tenacidade à fratura dinâmica de materiais metálicos**. Ilha Solteira, 2001. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.