

# COMPARAÇÃO DA ENERGIA ABSORVIDA NO ENSAIO DE IMPACTO CHARPY CONVENCIONAL E INSTRUMENTADO\*

*Agnes Ágata Fróes Martins<sup>1</sup>  
Daniel Antonio Kapper Fabricio<sup>2</sup>  
João Vitor Herrmann<sup>3</sup>  
Lucas Giacomelli Ranzi<sup>3</sup>  
Vagner Machado Costa<sup>4</sup>  
Telmo Roberto Strohaecker<sup>5</sup>*

## Resumo

O ensaio de impacto determina a resistência e sensibilidade dos materiais quando submetidos a uma certa carga de impacto, por isto, a importância deste ensaio. Através dele conhecemos as características que um material necessita ao ser projetado de tal maneira que possa suportar a uma força de impacto. Neste trabalho, o objetivo é comparar os resultados de energia absorvida no ensaio de Charpy analógico com o ensaio de Charpy instrumentado e verificar se há uma diferença significativa entre os resultados. Para isto, ensaios são realizados baseados em normas técnicas, neste caso a norma ASTM E23 [4]. Após os ensaios observou-se que os resultados do Charpy analógico e do Charpy instrumentado não obtiveram diferença significativa para todas as amostras ensaiadas. Em critério de avaliação dos resultados utilizamos a norma ASTM E2298 [8].

**Palavras-chave:** Ensaio de impacto; Comparação; Charpy analógico; Charpy instrumentado; ASTM E23; ASTM E2298.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ABSORBED ENERGY BETWEEN CONVETIONAL AND INSTRUMENTED CHARPY IMPACT TESTING

### Abstract

The impact test determines the strength and response of materials when submitted to a certain impact load, therefore, the importance of this test. Through this test we know the properties that a material needs when being designed so it can bear an impact load. This paper aims to compare the results of absorbed energy in analogic Charpy test with instrumented Charpy test and verify if there is a significant difference between the results. These tests are made based on technical standards, in this case standard ASTM E23 [4]. After the tests it was observed that the Analogic Charpy results and Instrumented Charpy did not had any significant difference for all specimens tested. For tests evaluation criteria we used the standard ASTM E2298 [8].

**Keywords:** Impact testing; Comparative analysis; Analogic Charpy; Instrumented Charpy; ASTM E23; ASTM E2298.

<sup>1</sup> Acadêmica Engenharia Metalúrgica, UFRGS. Porto Alegre RS, Brasil.

<sup>2</sup> Msc. Engenheiro de Produção. Doutorando. PPGE3M, UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Acadêmico Engenharia Mecânica. UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Msc. Engenheiro Metalúrgico. Doutorando. PPGE3M, UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>5</sup> Professor Doutor, Engenheiro Metalúrgico, PPGE3M, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

Existem duas formas principais de ensaio de impacto, o Charpy e o Izod, sendo este último raramente utilizado hoje em dia. O ensaio de Charpy é um ensaio dinâmico utilizado para análise da fratura frágil de materiais [1]. Embora existam ensaios mais elaborados e bem mais representativos, pela sua rapidez, baixo custo e simplicidade, o ensaio de impacto é usado em todo o mundo sendo obrigatório para teste de aceitação do material. O resultado do ensaio, isto é, a energia absorvida para romper o corpo de prova, pode ser utilizado como controle de qualidade desses materiais [2]. A energia absorvida geralmente é determinada em Joule. Deve ser enfatizado que a energia de impacto absorvida pelo corpo de prova fornece uma informação qualitativa da tenacidade à fratura, sendo que seus resultados podem ser somente comparados entre si ou com um valor determinado em uma especificação. O ensaio de Charpy analógico determina a energia global de fratura, essa energia é obtida na própria máquina, através de um ponteiro que desliza numa escala graduada já convertida em unidade de energia, já o ensaio de Charpy instrumentado fornece uma quantidade maior de informações, o que permite uma caracterização dinâmica do material em questão.

O ensaio de impacto consiste em tentar romper, por meio de um golpe de um pêndulo oscilante, um corpo de prova dotado de um entalhe no centro e apoiado em suas extremidades. A carga é aplicada pelo impacto do martelo pendular, que é liberado a partir de uma posição padronizada e uma altura fixa. Após o pêndulo ser liberado, o martelo choca-se e fratura o corpo de prova no entalhe, que atua como um concentrador de tensões. A Figura 1 ilustra o sistema utilizado neste ensaio.

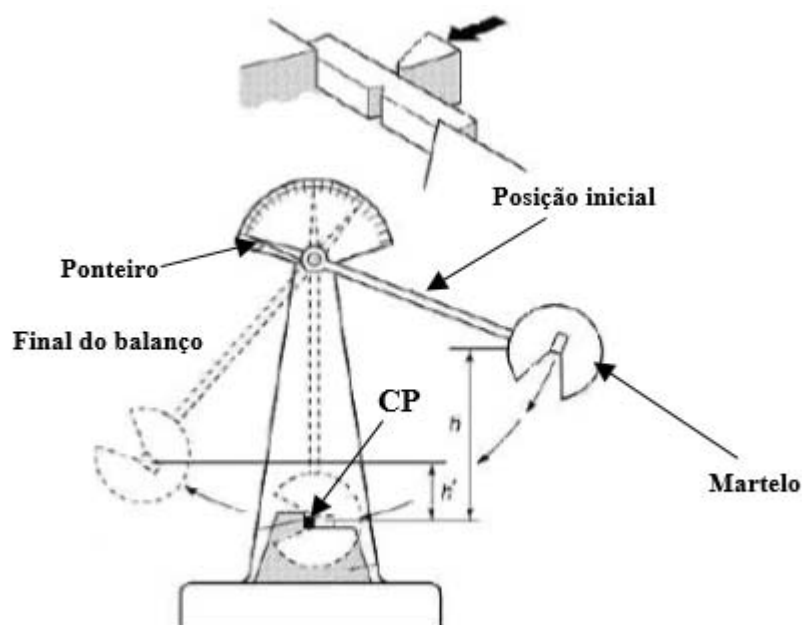


Figura 1. Desenho esquemático de uma máquina pendular de impacto Charpy (Adaptado de [3]).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

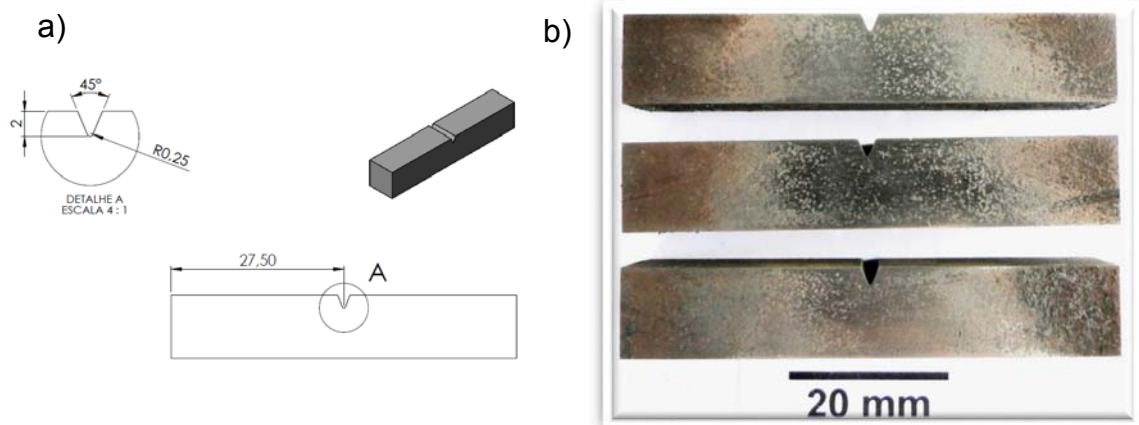
A Tabela 1 apresenta a composição química do metal base Hardox 450, resultado de uma análise com espectrometria de emissão óptica da marca Spectrolab tipo LAVM08B.

**Tabela 1.** Composição química.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	B
0,165	0,214	1,3	0,0087	0,0029	0,132	0,0638	0,0207	0,0012

Os corpos de prova foram produzidos por eletroerosão a fio, a fim de manter um acabamento superficial adequado e manter a geometria do entalhe na tolerância. Nove amostras deste material foram ensaiadas à temperatura ambiente, sendo três amostras com dimensões (10 x 5 mm; 10 x 7,5 mm e com 10 x 10 mm).

A Figura 2 mostra o corpo de prova padronizado conforme a norma ASTM E23 [4] (Figura 2-a) e a Figura 2-b apresenta o corpo de prova do metal base com entalhe em “V” após a usinagem.

**Figura 2.** (a) Corpo de prova com suas dimensões; (b) Corpo de prova real.

O ensaio de impacto foi realizado em um equipamento para ensaio de impacto instrumentado Charpy da marca Instron modelo SI-1D3 com capacidade de 400J e velocidade de impacto do pêndulo igual a 5,19 m/s.

A Figura 3 ilustra o sistema utilizado para este ensaio. Este ensaio foi baseado nas recomendações da norma ASTM E23.

**Figura 3.** Equipamento utilizado para o ensaio de impacto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os resultados da energia absorvida no ensaio para cada corpo de prova com diferentes dimensões. Segundo a norma ASTM E23, a diferença de energia absorvida entre o ponteiro (analógico) e o encoder (digital) não pode ser maior do que 15%, pois se for maior do que isso, o teste deve ser descartado [4]. Um corpo de prova menor absorverá menos energia que o corpo de prova padrão [5].

Tabela 2. Resultados dos ensaios de Impacto.

Geometria	Energia Charpy Analógico (J)	Energia Charpy Instrumentado (J)	Diferença (%)
10 x 5,0	56	53,55	4,38
	56	52,93	5,48
	54	51,54	4,55
10 x 7,5	82	77,56	5,41
	77	73,63	4,37
	83	80,25	3,31
10 x 10	112	104,45	6,74
	108	100,8	6,66
	120	112,11	6,57

A Figura 4 apresenta a superfície de fratura dos corpos de prova após o ensaio de Charpy e posteriormente foi realizado MEV na região da ponta do entalhe dos corpos de prova fraturados, a fim de identificar os mecanismos de fratura.

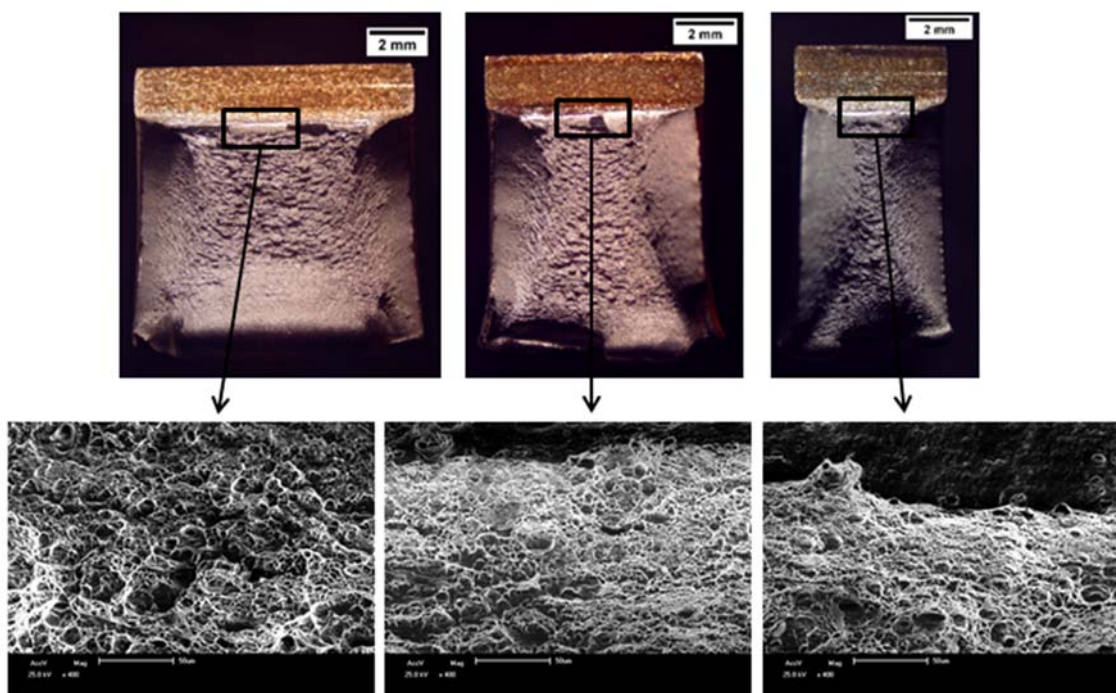
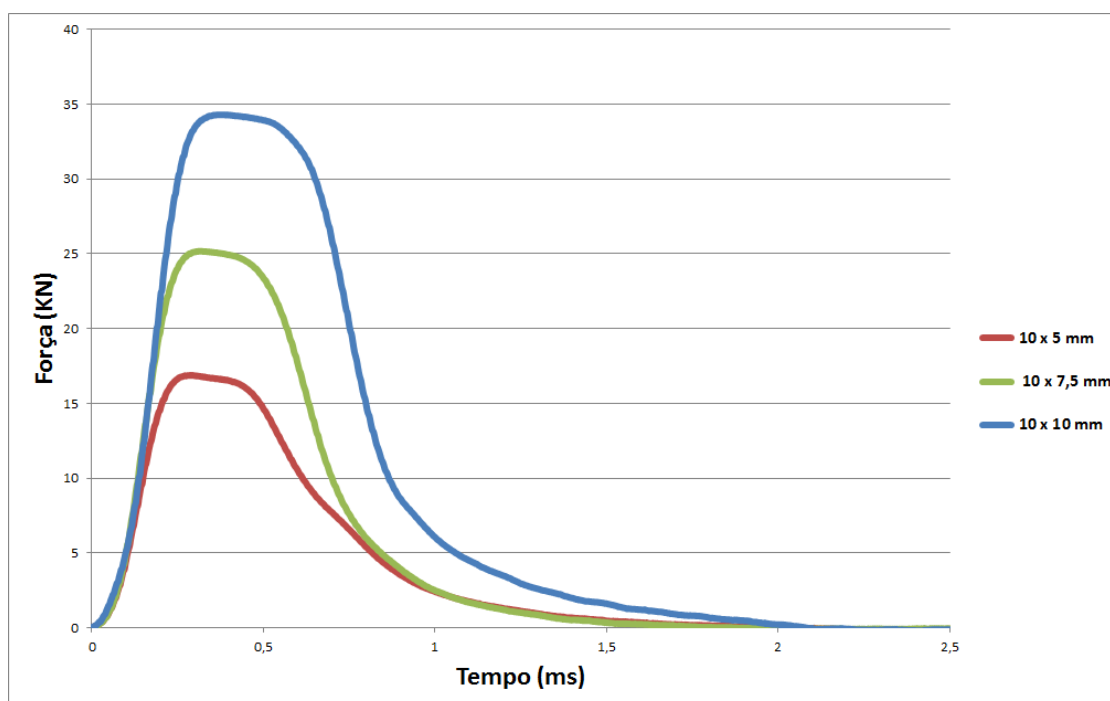


Figura 4. Corpo de prova fraturado e imagem em MEV na ponta do entalhe.



Na análise fractográfica das amostras pela microscopia eletrônica de varredura (MEV) detectamos a presença de microcavidade (também conhecida como *dimples*) e analisando as superfícies de fratura desses corpos de prova, verificamos que este material apresenta fratura de forma dúctil na ponta do entalhe, caracterizada pela presença destas microcavidades [2]. Este tipo de fratura, embora também indesejada em estruturas em serviço, é preferível em relação a fratura frágil, já que, além de fornecer indícios de sua ocorrência antes da falha final, permite a acomodação de ocasionais sobrecargas sem a falha catastrófica do componente [7]. A Figura 5 apresenta uma forma de curva típica para a força de impacto em função do tempo, para uma amostra do metal de base Hardox 450 a temperatura ambiente, obtida com a máquina Charpy instrumentada.



**Figura 5.** Força de impacto em função do tempo para diferentes geometrias de corpo de prova do Hardox 450.

Além da energia total absorvida pela amostra, a forma da curva permite a obtenção de outras informações tais como a tensão de escoamento, a força máxima aplicada, a energia absorvida para iniciar a trinca, a energia absorvida para propagar a fratura e o modo de falha, dúctil, neste caso [8].

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Verificou-se que, a energia de impacto absorvida pelo corpo de prova com menor dimensão absorveu menor energia do que o corpo de prova com maior dimensão, isto porque no ensaio de Charpy o tamanho do corpo de prova influencia nos resultados.
- E por fim, o objetivo principal deste trabalho, comparar os resultados de energia absorvida pelo impacto no ensaio de Charpy instrumentado com o ensaio de Charpy analógico e verificar se ocorre uma diferença significativa entre eles, mostrou que não ocorre uma diferença maior do que 15% que é o permitido pela norma ASTM E23.

## REFERÊNCIAS

- 1 GARCIA A.; SPIM J. A.; SANTOS C. A. Ensaio dos Materiais. V.2. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- 2 COSTA M. V.; Análise da Tenacidade de uma junta soldada de um aço resistente à abrasão da série 450 HB, 2014.
- 3 CALLISTER JR., W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução. Tradução de Sérgio Murilo Stamile Soares. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., 2002, 589p. Título original: Materials Science and Engineering: An Introduction.
- 4 ASTM E23. Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials ASTM International, 2013.
- 5 SOUZA, A. S.; Ensaios Mecânicos de Materiais Metálicos, Fundamentos Teóricos e Práticos. 5ª edição. São Paulo, Editora Edgard Blucher LTDA.
- 6 LUCENA E. S.; Instrumentação com microcontrolador PIC16F877 de uma máquina de ensaio Charpy, 2007.
- 7 CHLUDZINSKI M.; Avaliação da Tenacidade à Fratura em juntas soldadas por fricção com pino consumível.
- 8 ASTM E2298. Standard Test Method for Instrumented Impact Testing of Metallic Materials, 2013.