



DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA DE ENSAIO DE IMPACTO CHARPY

Suellen Cristine Meira⁽¹⁾; Orlando Francisco Ferreira Neto⁽²⁾, Philip Otávio Geraldo Beuker⁽³⁾,
Heitor Otacílio Nogueira Altino⁽⁴⁾, Janaína Aparecida Pereira⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
suellen.meira@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
netoferreiraptc@hotmail.com.

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
philipotavio93@hotmail.com.

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
heitor.engquimica@gmail.com.

⁽⁵⁾ Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
janainaap@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O impacto é um esforço de natureza dinâmica, no qual carga é aplicada repentina e bruscamente. Nas mais diversas áreas da engenharia é possível encontrar uma vasta gama de materiais que são submetidos a esforços de características dinâmicas, como aqueles provocados por impactos onde o material absorve certa quantidade de energia em um tempo muito curto (MORAIS *et al*, 2011). O ensaio de impacto é utilizado para estudar o efeito das cargas dinâmicas, medindo a tendência do material a se comportar de maneira frágil. Para a tal propósito, é necessário mensurar a quantidade de energia absorvida por uma amostra do material quando submetida a um esforço de choque de valor previamente determinado (RODRIGUES, 2014).

Para o desenvolvimento de um projeto mecânico é imprescindível obter os parâmetros de comportamento do material e das suas propriedades mecânicas em diferentes condições de uso, que são determinados através de ensaios mecânicos. Em testes com o pêndulo Charpy, a energia potencial da elevação do martelo se transforma em energia cinética na descida, parte desta energia provoca a ruptura do corpo de prova, e a energia residual eleva o martelo no movimento de oscilação do pêndulo. A diferença entre a altura de queda e a altura de retorno representa a energia para quebrar o corpo de prova. (CHITOLINA; ANTON; SEVERO, 2013).

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia para projetar os elementos de uma máquina de ensaio de impacto utilizando a técnica Charpy, realizar

simulações utilizando o *software* SolidWorks® 2013 Premium, avaliar as tensões estruturais, os principais pontos de cálculo, além dos conceitos envolvidos no projeto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando a metodologia descrita por Chitolina e Anton (2013) o qual se baseou na NBR NM 281-2, para a construção de uma máquina que atinja energia de impacto de 50 J. Primeiramente, calculou-se a área do cutelo que sofrerá impacto sabendo que o mesmo deve, por padrão, possuir um ângulo de curvatura de 180°, diâmetro de 4 mm e ângulo interno de 15°. Em seguida, calculou-se a tensão exercida sobre o cutelo, resultado em $1,812 \cdot 10^9$ Pa, o que sugere o uso aço SAE 4043 para sua construção.

Em seguida, determinou-se as dimensões do martelo utilizando as medidas fornecidas por Chitolina e Anton (2013), sendo necessário utilizar 2 pesos adicionais para alcançar os 4 kg para geração de 50 J. A haste e a coluna foram dimensionadas de forma a proporcionar um impacto do cutelo no centro do corpo de prova, resultando nas dimensões de 768 x 50,8 x 12,7 mm (comprimento x largura x espessura) e uma peça de 188 x 48 mm com espessura de 6 mm e altura de 880 mm, respectivamente.

Utilizou-se um eixo de 20 mm de diâmetro com 260 mm de comprimento, suportado em um mancal de 180 x 20 x 10 mm (comprimento x largura x espessura) de base, com apoio para eixo de 40,48 mm de diâmetro externo e 30 mm de interno. Projetou-se a fixação do mancal por meio de 4 barras roscadas em L de 6 mm de diâmetro, 50 mm de altura na parte roscada e 20 mm na não roscada.

Os corpos de prova de prova foram dimensionados de acordo com a ASTM E-23 descritos por Chitolina e Anton (2013), resultado em 55 x 10 x 10 mm (comprimento x largura x espessura), com um entalhe de 1,95 mm de raio e ângulo 45°. Tais corpos foram suportados por 2 corpos de prova de 175 mm de altura na parte maior, 145 mm na menor, 80 mm de comprimento, 45 mm de espessura para um e 25 mm para o outro. A área de contato com o corpo de prova foi de 250 mm² na base 150 mm² na parte traseira e 1500 mm² na lateral.

Para maior segurança do operador foram projetadas barras de proteção de 17 x 17 mm, espessura de 3 mm e com três comprimentos de 878,5, 800 e 500 mm. A máquina foi

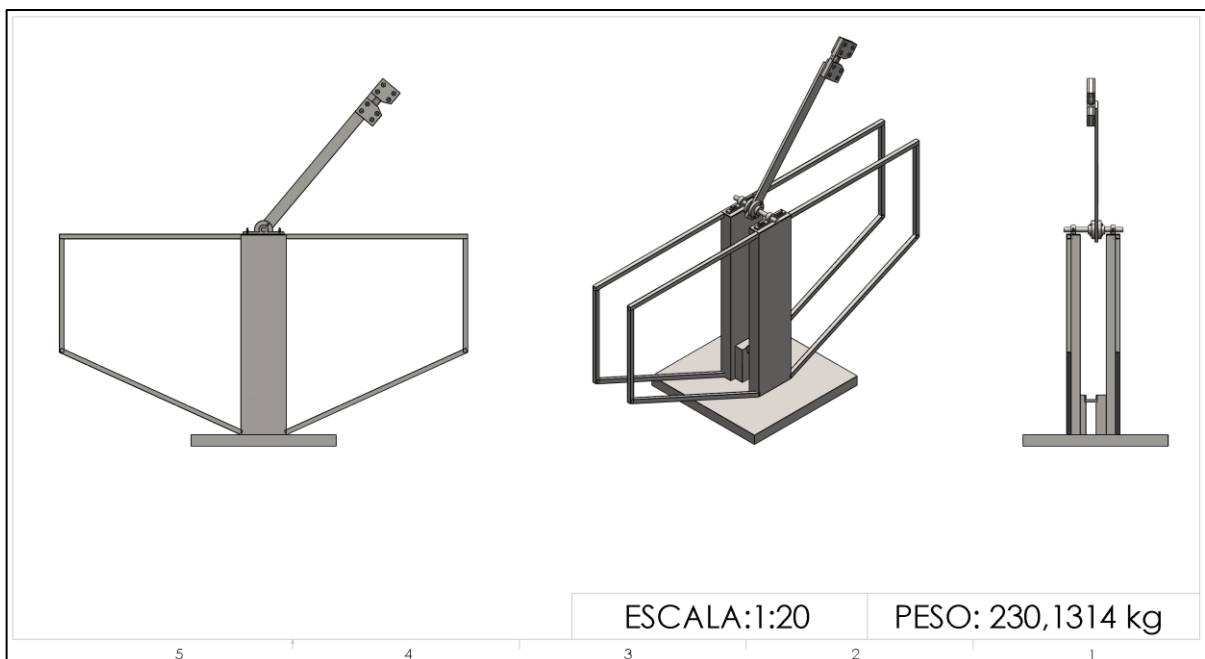
suportada por uma base de 640 x 640 x 50 (comprimento x largura x espessura). Excetuando-se o cutelo, optou-se por utilizar aço SAE 1020 em todas as peças.

A máquina foi projetada no *software* SolidWorks® 2013 Premium maneira que as simulações de impacto foram feitas por meio do teste de queda, desse *software* aplicando um sensor na área de impacto do corpo de prova. Utilizou-se uma altura de 1270 mm, que corresponde a geração de 50 J, e gravidade de $9,81 \text{ m/s}^2$. Expressou-se graficamente os resultados obtidos nas simulações por meio do *software* OriginPro® 8.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a máquina de ensaio Charpy modelada no SolidWorks com a haste formando 140° com as colunas.

Figura 1 – Vista lateral direita, isométrica e frontal da máquina de ensaio Charpy

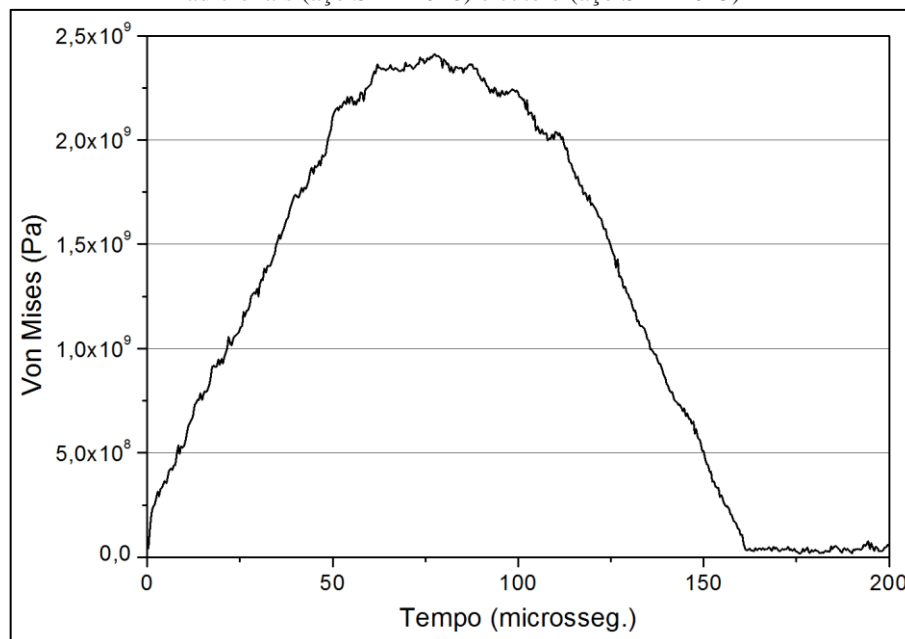


O ensaio de queda (Figura 2) mostrou uma tensão de $2,413 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ na extremidade de impacto do cutelo, diferindo-se em 33,2% da tensão calculada de $1,812 \cdot 10^9 \text{ Pa}$. Tal diferença pode ser explicada por ter se considerado toda área arredondada da ponta do cutelo ($1,885 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$) na metodologia, contudo na simulação houve impacto só com a extremidade da área

arredondada ($1,490 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$), resultando em um aumento na tensão, uma vez que, a força aplicada foi constante nos dois casos.

Segundo Collins (2006), é possível calcular a energia fornecida pela máquina na simulação considerando-se a nova área de impacto para uma mesma massa do conjunto, o que resulta em 70,05 J, que é mais do que suficiente para romper o corpo de prova, entretanto pode haver dano ao material do cutelo. Assim, é importante reduzir a massa dos adicionais de modo que o conjunto apresente o valor mínimo de 4 kg descrito por Chitolina e Anton (2013).

Figura 2 – Tensão desenvolvida na área de impacto do cutelo no teste de queda do conjunto martelo com adicionais (aço SEA 1020) e cutelo (aço SEA 4043)



4. CONCLUSÕES

- (i) baseando na metodologia foi possível dimensionar a máquina de impacto de Charpy por meio do software SolidWorks;
- (ii) quanto à tensão máxima suportada pela área de impacto do cutelo, verificou-se uma diferença de 33,2% referente a cálculos teóricos e ao simulado. O que sugere a redução da massa dos adicionais de modo que o conjunto martelo-cutelo apresente 4 kg;



(iii) deve-se desenvolver fisicamente a máquina de modo a obter dados experimentais para comparação.

REFERÊNCIAS

CHITOLINA, Cleber Roberto. ANTON, Fernando Menzel. **Dimensionamento e Fabricação de um Dispositivo para Ensaio de Charpy**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda. **Ensaios mecânicos de materiais**. IFSP. 2014. Disponível em: <www.engbrasil.eng.br/pp/em/aula12.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

CHITOLINA, Cleber Roberto; ANTON, Fernando Menzel; SEVERO, Ricardo Ferreira. **Dimensionamento do martelo de uma máquina de impacto de 50 joules utilizando a técnica Charpy**. FAHOR. 2013. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/dimensionamento_do_martelo.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

MORAIS, Vinicius Souza; PAGLIOSA, Fabiano; BARBOSA, Fernando Montanare; PEREIRA, Mauro Conti; Vieira, Adriana Silveira. **Projeto e construção de uma máquina de ensaio Charpy para pequenas energias de impacto**. ABCM. 2011. Disponível em: <www.abcm.org.br/anais/creem/2011/tfp/12.pdf>. Acesso em: 11 out. 2015.