

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA VIABILIZAR O ENSAIO DE TRAÇÃO EM CORPOS DE PROVA DE PAPEL¹
DEVELOPMENT OF A DEVICE TO ENABLE THE TENSILE TESTING ON PAPER SPECIMENS

Edmilton Oliveira Stein², Patricia Carolina Pedrali³, Luiz Antonio Rasia⁴, Antonio Carlos Valdiero⁵, Giovani Prates Bisso Dambroz⁶, Odmartan Ribas Maciel⁷

¹ Trabalho de Iniciação Científica vinculado ao Projeto: Inovação e Projeto de Máquinas Inteligentes, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Grupo de Pesquisa: Projeto em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica, desenvolvido no Campus Panambi.

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica da UNIJUI, Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/UNIJUI; E-mail: e_stein@outlook.com

³ Professora Mestre do DCEEng/UNIJUI; E-mail: patricia.pedrali@unijui.edu.br

⁴ Professor Doutor e Orientador do DCCEEng/UNIJUI; Líder do grupo de pesquisa "Projeto em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica - SIMMER"; E-mail: rasia@unijui.edu.br

⁵ Professor Doutor do DCEEng/UNIJUI; Líder do grupo de pesquisa "Projeto em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica"; E-mail: valdiero@unijui.edu.br

⁶ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Mecânica da UNIJUI, bolsista PIBITI/UNIJUI; E-mail: giovanipbd@gmail.com

⁷ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Mecânica da UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq; E-mail: odejui@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um dispositivo, utilizando material reciclado, que visa viabilizar o ensaio na máquina de tração, marca Amsler Wolpert, em um corpo de prova de papel tipo A4. A metodologia utilizada é baseada em quatro etapas, bibliográfica sobre os processos de fabricação envolvidos na produção do protótipo, fabricação protótipo e avaliação. O desenvolvimento inicial do protótipo e simulação da resistência mecânica foi realizado através do software CAD (computer-aided design). O resultado final é um dispositivo com faixa de operação que vai até 10000 N e que pode ser fixado facilmente entre as castanhas da máquina de tração comercial.

METODOLOGIA

Para a realização do ensaio de tração em uma folha de papel tipo A4, de acordo com as normas vigentes, observou-se a necessidade da criação de um dispositivo, cuja função é fixar as pequenas tiras retangulares de folhas de papel, medindo 25 mm de largura a um dispositivo comercial em uso nos laboratórios do curso de engenharia mecânica. Observou-se que as castanhas de fixação da máquina de tração em uso eram muito grandes e inadequadas para a fixação do papel, fabricou-se, então, um dispositivo, a partir do reaproveitamento de resíduos de

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

alumínio de processos de fabricação, provenientes, principalmente, do processo de usinagem.

Para fins de projeto definiram-se as propriedades físicas necessárias para a realização do ensaio, assim como as forças atuantes durante a utilização do equipamento. Posteriormente, criou-se um esboço a partir desta análise e dimensionou-se uma faixa de utilização usando um software de simulação de análise estática. Após a análise, dá-se início a revisão bibliográfica sobre os processos de fabricação envolvidos e atividades de fabricação. Finalmente são realizados testes práticos do protótipo para verificar se este atende ao propósito ao qual foi construído.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para projetar o dispositivo primeiro definiram-se as propriedades físicas necessárias para a realização do ensaio. O projeto deve ser concebido de forma a não gerar torque ou tensão de cisalhamento na amostra de papel durante o teste de tração, evitando, assim, o seu rompimento por outra tensão que não a tensão normal de tração. Segundo Hibbeler (2010) esta tensão é causada por uma carga axial de forma a esticar o material. Outra característica importante é apresentar dimensões apropriadas para a fixação do corpo de prova, este que mede aproximadamente 25 mm de largura na seção onde é fixado no dispositivo e, ter uma haste para fixação nas castanhas do equipamento de tração. Com estas características definidas, desenhou-se um esboço no software Dassault Systèmes SolidWorks Corp.

O esboço foi concebido com a seguinte configuração, uma haste prismática para a fixação nas castanhas da máquina de tração, esta que transmite a tensão para as mandíbulas do dispositivo por intermédio de um parafuso, que por sua vez, a transfere para o corpo de prova. Este que fica fixo junto às mandíbulas, através do atrito estático gerado por uma força aplicada por intermédio de um parafuso que traspasa as mandíbulas. Para aumentar o atrito entre as mandíbulas e as paredes do corpo de prova, utilizou-se um polímero, fixo a estas últimas por intermédio de um adesivo bicomponente a base de resina epóxi.

Para o dimensionamento do protótipo observou-se quais forças atuam sobre o dispositivo durante a realização do ensaio de tração, sendo estas forças distribuídas na direção do eixo longitudinal do dispositivo. Estas forças por sua vez geram tensão de cisalhamento no parafuso, momento fletor nos componentes 02 e 03 e tensão normal de tração nos componentes 01, 02 e 03 conforme ilustra a figura 1. Com as tensões definidas determina-se a seção mínima transversal de cada componente por meio da tensão de limite elástico do material escolhido, neste caso, o alumínio para os componentes, visto ser este o material encontrado em maior quantidade como sobra dos processos de usinagem e para os parafusos optou-se pelo aço SAE1020 encontrado comercialmente.

Figura 1 - Componentes do dispositivo



Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

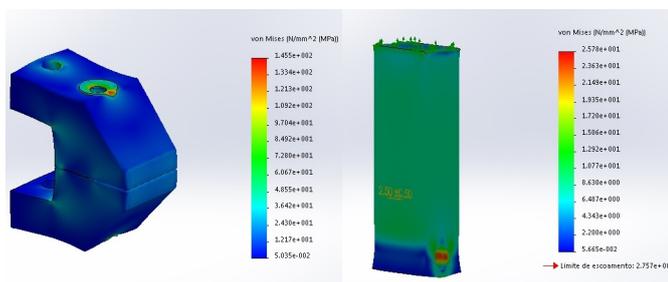
Fonte: Autoria Própria.

A partir do esboço, dimensionou-se a área da seção transversal mínima do componente 01 por intermédio da equação 01, cuja tensão máxima é representada por "s", a força por "F", a espessura do componente por "t", a largura do mesmo por "b" e o diâmetro do parafuso por "d". Para força convencionou-se para fins de cálculo uma intensidade de 10000 N, e para tensão normal 27 MPa, referente a uma liga de alumínio de baixa resistência, em função do limite de escoamento não ser conhecido por se tratar de um material reciclado, para largura 25 mm e o diâmetro do parafuso foi determinado como 10mm, assim obteve-se uma espessura de 24,69 mm para a peça 01. A intensidade de força a qual o componente 01 foi submetido se divide igualmente para os componentes 02 e 03, desta forma, fixou-se a largura em 40 mm em função das necessidades do projeto, o limite de escoamento e diâmetro do parafuso foram utilizados os mesmos valores escolhidos anteriormente, aplicando-se a equação 1, obteve-se uma espessura mínima de 6,17 mm para as peças 02 e 03. Nesta equação observa-se a tensão normal subtraindo-se a seção ocupada pelo parafuso.

$$\sigma = \frac{F}{t(b-d)} \quad (1)$$

Contudo estes valores são relativos a forças distribuídas uniformemente sobre toda a seção, o que não ocorre na prática, também não foram considerados os as tensões de cisalhamento e momento fletor em função da complexidade dos cálculos e geometria da peça. Deste modo, usou-se o software SolidWorks para fazer a simulação de análise estática. Através da análise, observou-se que as áreas das seções transversais eram insuficientes para suportar os esforços, desta forma, redimensionou-se o dispositivo, e realizou-se novamente a simulação, confirmando que o protótipo é capaz de resistir às condições de trabalho predeterminadas, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 - Analise estática realizada com auxílio do software SolidWorks.

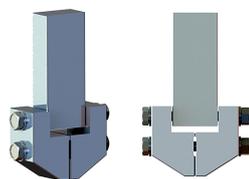


Fonte: Autoria própria.

Com as dimensões definidas, construiu-se uma maquete eletrônica conforme ilustra a figura 3.

Figura 3 - Maquete eletrônica.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA



Fonte: Autoria própria.

Após o desenvolvimento o projeto, deu-se início na fabricação do dispositivo, este que utiliza dois processos, fundição e usinagem, este primeiro consiste, segundo Doyle, em obter objetos na sua forma final ou próximo a ela, vazando um material no seu estado líquido em um molde. Os componentes que utilizam este processo de fabricação são os componentes 01, 02 e 03.

O processo de fundição com moldações perdidas, empregando areia de fundição foi escolhido para a confecção das peças. Neste método, inicialmente, produz-se um modelo de poliestireno expandido, no formato de um lingote retangular com dimensões aproximadas as peças desejadas, porém, ligeiramente maiores para que se faça posteriormente a modelagem final e acabamento por intermédio do processo de usinagem.

Com o modelo de poliestireno expandido já em suas dimensões, alocou-se este no interior de uma estrutura de madeira com formato retangular, para depositar a areia de fundição e compactá-la, a fim de produzir uma base firme e sólida. A areia de fundição deve conter um teor de umidade mínima a fim de oferecer as características necessárias para a moldagem, estas que segundo (Chiaverine, 1986), são plasticidade e consistência, moldabilidade, dureza, resistência e refratariedade.

O cavaco e resíduos de alumínio foram então depositados no interior de um recipiente cerâmico, este foi aquecido a uma temperatura superior a temperatura de fusão do metal, até se obter um líquido com características uniformes. O alumínio no estado líquido é introduzido, por gravidade, dentro da cavidade do molde de areia, desta forma adquirindo sua forma, após o resfriamento da peça, a mesma foi retirada do molde e deu-se início ao processo de usinagem.

Adotou-se então a fresagem como operação de usinagem em função da geometria da peça, fresagem segundo (Chiaverine, 1986) é uma operação pela qual o material é removido em pequenas quantidades, por múltiplos gumes cortantes, que constituem uma ferramenta giratória, chamada fresa. Para o procedimento citado a cima utilizou-se uma fresadora CNC (Computer Numeric Control).

Como resultado obteve-se um dispositivo, que acoplado a máquina de tração da marca Amsler Wolpert, permite o ensaio em amostras de papel, como uma faixa de operação entre 0 N e 10000 N, ou seja, pode ser aplicada uma força de até 10000 N sem que haja avaria no equipamento ou interferência significativa nos resultados dos ensaios. Por meio de ensaios realizados com amostras de papel, foi observado que nenhuma excedeu os 10000 N projetados.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a disponibilidade de resíduos sólidos, que resultam do processo de usinagem, e a necessidade da realização do ensaio de tração para determinar as propriedades físicas do papel, produziu-se o protótipo do dispositivo, que realizou com êxito o ensaio de tração. Por meio deste artigo, foi descrito a metodologia de desenvolvimento de um protótipo, assim como resultados de análise estática obtidos por meio do software SolidWorks. Como perspectivas futuras, planeja-se aprimorar o protótipo, buscando um design mais esbelto além de uma capacidade maior de carga, assim abrangendo uma maior faixa de utilização.

Palavras-chave: resíduos de alumínio; máquina de ensaio de tração; processos de fabricação; processo de fundição.

Keywords: aluminum residue; tensile testing machine; manufacturing processes; casting process.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIAVERINI, V. **Tecnologia Mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento**. 2. Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. 315 p.

DOYLE, L.E. **Processos de fabricação e materiais para engenheiros**. Tradução por: Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional e Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1962. 639 p. Título original: Manufacturing Processes and Materials for Engineers.

FERREIRA, J.M.G.C. **Tecnologia da Fundição**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999. 544 p.

HIBBELER, R.C. **Resistência dos materiais**. 7. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 637 p.

WEINGAERTNER, W.L.; SCHROETER, R.B. **Tecnologia de Usinagem do Alumínio e suas Ligas**. 1. Ed. São Paulo: Alcan Alumínio do Brasil, 1990. 79 p.