

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2018

Maceió - AL 21 a 24 de agosto de 2018



APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS DE DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

JEFERSON GIL FURHMANN¹*; LUIS CARLOS MACHADO²;

¹Dr. Prof., UTFPR, Curitiba-PR, jgfurhmann@utfpr.edu.br; ²Ms.C. Prof., PUCPR, Curitiba-PR, luis.machado@pucpr.br;

Apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018 21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Nos últimos anos, os processos de fabricação por manufatura aditiva têm sido amplamente utilizados devido à agilidade para o desenvolvimento de novos produtos, e à flexibilidade que apresentam para a produção de produtos de geometria complexa, porém esta tecnologia não está sozinha. Para seu complemento há um processo que é a utilização da técnica de digitalização tridimensional para a aquisição dessas geometrias complexas e sua posterior fabricação pelo processo de manufatura aditiva, as quais fazem parte da quarta revolução industrial, a era digital no processo de produção. No presente artigo é realizada uma aplicação da digitalização tridimensional para obtenção das geometrias de um corpo de prova. O estado da arte é descrito e desenvolvido em termos de pesquisa e aplicação, ressaltando a importância, bem como a aplicabilidade de cada técnica no desenvolvimento de novos produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Digitalização tridimensional, análise por elementos finitos, ensaio de tração.

APPLICABILITY OF THREE-DIMENSIONAL SCANNING TECHNIQUES IN THE DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS

ABSTRACT: In the last years, the processes of manufacturing by additive manufacture have been widely used due to the agility for the development of new products, and the flexibility they present for the production of complex geometry products, but this technology is not alone. As a complement there is a process that is the use of three-dimensional scanning technique for the acquisition of these complex geometries, which are part of the fourth industrial revolution, the digital era in the production process. In the present article an application of three-dimensional scanning is performed to obtain the geometries of a test piece. The state of the art is described and developed in terms of research and application, highlighting importance, as well as the applicability of each technique in the development of new products.

KEYWORDS: 3D scanning, finite elements analysis, Tensile Testing.

INTRODUÇÃO

Na economia globalizada, a inovação é um componente vital para o sucesso do negócio. Criou-se em todos os setores industriais a necessidade crescente de resposta rápida às solicitações do mercado. A necessidade das empresas aumentarem sistematicamente o poder de competição para manterem-se no mercado ou superarem a concorrência. Além de todos estes desafios, o ciclo de vida dos produtos está ficando cada vez mais curto.

Deste modo, tecnologias como o CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Machine*) e também a digitalização 3D, já reduzem o tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos e a atualização dos já existentes. A elas agrega-se a manufatura aditiva, que permite a confecção de modelos tridimensionais sólidos a partir de arquivos CAD. Estima-se que existam mais de trinta processos de manufatura aditiva atuando no mercado.

Conforme citam Jardini *et al.* (2011), verifica-se que o processo de Engenharia Reversa é caracterizado pela reprodução de um modelo físico, para que este possa transformar-se em um modelo

digital. Ao contrário do processo convencional, cria-se primeiramente o modelo virtual, para que se possa então, confeccionar os produtos correspondentes ao modelo físico.

Apesar de ser uma tecnologia relativamente recente, o scanner 3D tem se posicionado como uma ferramenta importante para diversos setores da indústria sendo um aliado na diminuição do tempo gasto com o lançamento de novos produtos no mercado e mantendo a confiabilidade e a qualidade exigida pelos consumidores (FURHMANN, J. G. e MACHADO, R. D., 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo desta pesquisa foi a utilização do *scanner 3D* para adquirir a geometria e as variações de alguns pontos em um corpo de prova (CP) confeccionado em aço SAE 1020.

A obtenção dos pontos é conseguida por meio da captura de um conjunto de pontos, também conhecido como nuvem de pontos. Quanto mais pontos forem capturados, mais precisa se torna a superfície, facilitando a extração dos dados.

Sabe-se que os materiais dúcteis, como o aço SAE 1020, apresentam grandes deformações quando submetidos a um ensaio de tração. Conforme ROSA et al. (2013), essas deformações são verificadas por uma elevada elongação do corpo de prova e uma grande redução da área transversal ao carregamento, quando submetidos ao ensaio de tração.

Assim, foi realizado um ensaio de tração, onde o corpo de prova foi fixado cuidadosamente nos mordentes da máquina de tração e em seguida foi fixado o extensômetro que ligado à máquina, recebe os dados do ensaio e fornece os dados para o software gerar um gráfico carga x deformação

O procedimento adotado para os ensaios de tração realizados seguiu a norma ASTM E8/E8M – 09. De acordo com esta norma, este método de ensaio é concebido para produzir dados de propriedades de tensão para o controle e especificações de materiais metálicos.

Para facilitar a aquisição dos dados pelo *scanner 3D*, e em seguida analisá-los, foi utilizada uma técnica chamada visioplasticidade, que segundo Blazynski (1989 apud Netto, 2004) é um método de medir deformações através da leitura de uma grade ou malha impressa nos corpos de prova, através de um processo eletroquímico, no formato de um quadrado ou círculo, conforme mostra a Figura 1 abaixo.

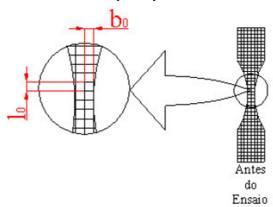


Figura 1- Desenho esquemático de malha impressa em corpo de prova antes do ensaio

Optou-se, assim, pela impressão de malhas circulares de 5,0 mm de diâmetro. Para realizar a impressão, utilizou-se um equipamento de impressão do Laboratório de Conformação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (DEMEC – UFPR).

Para a captura das imagens, foi utilizado um *scanner* tridimensional da marca NextEngine, conforme mostrado na Figura 2, que consiste num sistema de medição sem contato a laser no qual se pode obter as coordenadas tridimensionais (geometria) digitalizadas de um corpo de prova inteiro, permitindo estimar as suas tensões. Alguns dados do equipamento podem ser conferidos na tabela 1:

Figura 2 - Scanner 3D NextEngine.

Tabela 1- Propriedades do scanner 3D NextEngine	
Tipo	Escaneamento a laser
Velocidade	50.000 pontos/segundo
Precisão	± 0,125 mm
Resolução da Câmera	3 Mpixel

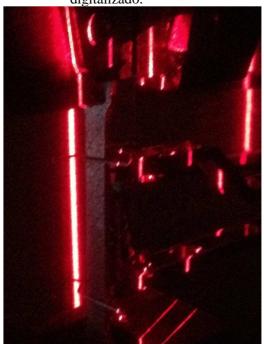
10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	
@ NEXTENGINE	3D SCANNER CO
6	

Para se obter as imagens tridimensionais, o aparelho de digitalização é posicionado à frente do corpo de prova, o qual está pronto para o ensaio de tração, conforme mostram as Figuras 3 e 4.

Figura 3 - CP posicionado para o ensaio de tração.



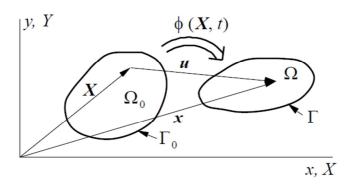
Figura 4 - Corpo de prova sendo digitalizado.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

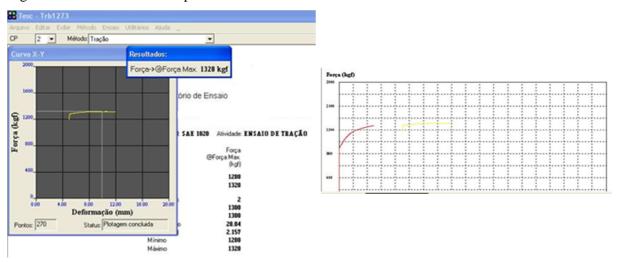
Tendo por referência a teoria da Mecânica do Contínuo, demonstrada por Belytschko (2001), considera-se o corpo no estado inicial no tempo t igual a zero, com seu domínio denominado de Ω_0 e chamado de configuração inicial ou de referência, conforme a Figura 5, a seguir. Este domínio pode ser uni, bi ou tridimensional, ou seja, pode se referir a uma linha, área ou volume, respectivamente, conforme a descrição de movimento do corpo e sua deformação. No caso em questão, o movimento que se analisa é unidimensional. Este é o modo como o movimento dos pontos no corpo de prova pode ser explicado, antes e após o ensaio de tração.

Figura 5 - Configurações de um corpo deformado (atual) e indeformado (inicial).



Também é mostrado na Figura 6 o gráfico e da força a que foi submetida a barra chata no ensaio experimental.

Figura 6 - Dados do ensaio experimental.



Além disso, para corroborar o que foi capturado pelo *scanner 3D* e certificar que o método funciona adequadamente, foi feita uma simulação deste ensaio de tração em um *software* comercial de elementos finitos, no caso o Abaqus versão 6.12. Para isso, foram atribuídas ao *software* as mesmas condições que o ensaio real na máquina de tração, ou seja, o corpo de prova é fixado na parte inferior e tracionado pela extremidade superior.

Na Figura 7, têm-se os dados das tensões finais aplicadas no corpo de prova como resultado do ensaio no software Abaqus/CAE versão 6.12.

Figura 7 - Resultado das tensões (s) no regime elástico.

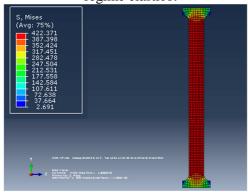
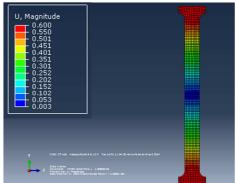


Figura 8 - Resultado do deslocamento (u) no regime elástico.



Com os resultados extraídos da Figura 7, na região de deformação elástica, é possível calcular a deformação "ɛ" ocorrida no centro do corpo de prova.

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{387,398}{210000}$$

$$\varepsilon = 0,002$$

Este resultado é comprovado pelo primeiro valor inferior mostrado na Figura 8 de 0,003. Pode-se observar que os dois resultados são muito próximos.

CONCLUSÃO

No artigo apresentado, conclui-se que a utilização da tecnologia de escaneamento tridimensional sem contato a *laser* pode ser utilizada com precisão para descobrir o deslocamento de pontos em uma superfície submetida a um esforço, através da imagem digitalizada, conforme demonstrado em um corpo de prova tracionado. Com isso, o arquivo gerado pode ser facilmente aplicado tanto para fabricar peças por meio da manufatura aditiva ou outros processos automatizados à base de Comando Numérico Computadorizado, ou para extrair dados de deformação e tensão referentes a uma determinada peça e até mesmo dados sobre a propagação de trincas, pois reflete um grau de precisão excelente neste processo. Ressalta-se, ainda que existem equipamentos de digitalização mais precisos, que proporcionam a fabricação ou extração de dados de uma peça com uma exatidão ainda maior.

REFERÊNCIAS

ASTM E8 / E8M. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, USA, 2009.

Belytschko, T; Liu, W. K.; Moran, B.. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures. West Sussex, England: Wiley, 2001.

Blazynski, T.Z. Plasticity and modern metal forming technology. London, England: Elsevier, 1989.

Furhmann, J. G. Avaliação de cargas e deslocamentos em modelos de estruturas metálicas associando o uso do scanner 3d com o método dos elementos finitos. (Tese de doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2015. 128f.

Furhmann, J. G. e Machado, R. D. Avaliação de cargas e deslocamentos em corpos de prova associando o uso do scanner 3D com o método dos elementos finitos. Congresso Nacional de Matemática Aplicada à Industria – CNMAI. Fortaleza, 2015.

Gipiela, M.. L. Estudo da expansão de furos e estampabilidade de chapas de aço multifásico CPW800. (Tese de doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (PPGEM – UFPR), Curitiba, 2012. 172 f.

Jardini, A. L. *et al.* Integração de prototipagem rápida e engenharia reversa no desenvolvimento rápido do produto. 6º congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Caxias do Sul, 2011.

Netto, S. E. S. Desenvolvimento do processo de construção de curvas limite de conformação. (Dissertação de Mestrado em Engenharia), Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEM - UFRGS), Porto Alegre, 2004. 90f.

Rosa, G. C. da.; Toso, M. A.; Tremarin, R. C. Ensaios de tração e metalografia: um comparativo entre corpos de prova com e sem entalhe. REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS, CETEC/UNIVATES, VOL. 5, N. 4, 2013.