

# ENSINO DE TÉCNICAS DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM UTILIZANDO MODELOS MATEMÁTICOS

Felipe Wu Tzong Yeh<sup>1</sup>; Telmo Roberto Strohaecker;

1 – Estudante do curso de pós-graduação em engenharia de minas, metalúrgica e materiais  
Email: wut.son@gmail.com

## Resumo

O uso de ultrassom em técnicas de inspeção de estruturas metálicas é vastamente empregada na indústria e faz parte dos chamados ensaios não-destrutivos mais importantes. O ensino teórico dessa matéria pode ser auxiliado com aulas práticas e ferramentas audiovisuais. Neste trabalho foi desenvolvido um material de ensino sobre técnicas de ultrassom além de modelos matemáticos que simulam a propagação das ondas mecânicas no material. Com este material de apoio buscou-se aumentar a compreensão, o aprendizado e o interesse dos alunos nesta matéria. Este trabalho também teve como objetivo a experiência de estágio docência, assistência ao ensino e produção de objeto de aprendizagem. Para auferir o resultado foi feito um questionário para ser respondido pelos alunos ao final da aula. A aplicação deste material está programada para o dia 24 de maio de 2010 e espera-se que a aula a ser ministrada contribua na aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Ensaios não-destrutivos; Simulação de ondas; Estágio docência;

## Introdução

Através de ensaios não-destrutivos é possível inspecionar materiais em busca de defeitos que possam causar falhas em determinadas aplicações sem comprometer o material ensaiado. Entre eles as técnicas de ultrassom estão entre as mais utilizadas [1]. Ondas de ultrassom são ondas mecânicas que podem propagar através de sólidos, líquidos e gases e podem ser representadas matematicamente. Também é possível fazer a simulação de propagação de ondas utilizando programas computacionais [2]. Podemos gerar ondas de ultrassom através de um transdutor e verificar, por exemplo, diversas propriedades e defeitos contidos em um sólido. Suas aplicações abrangem diversos setores da indústria.

Entretanto, técnicas e teoria de ultrassom podem ser bastante complexas. Para tanto foi elaborado um material de aula que consiste em uma introdução básica sobre ultrassom e algumas de suas aplicações e modelos matemáticos em forma de vídeo com o propósito de facilitar o aprendizado e aumentar o interesse na matéria pelos alunos.

## Metodologia

O material de aula foi desenvolvido utilizando-se o programa Microsoft Powerpoint. A base teórica sobre ultrassom foi construída utilizando-se diversos livros [1][3][4]. Uma parte do material elaborado trata de aplicações mais específicas como cálculo das forças de ligação entre materiais dissimilares, inspeção de soldas fricção e avaliação de defeitos na interface entre dois materiais [5][6][7].

O modelo matemático foi desenvolvido com o software Abaqus e representa a propagação de uma onda através de uma solda entre dois materiais metálicos dissimilares. O arquivo gerado foi apresentado em forma de vídeo. Posteriormente estes resultados foram comparados com medidas experimentais.

Para averiguar o resultado da aula expositiva entre os alunos foi feito um questionário com 3 afirmações e 5 campos para marcação da resposta, sendo o primeiro campo

representando discordância plena e o último, concordância plena. As perguntas contidas no questionário foram as seguintes:

- 1) Técnicas de ensaios não-destrutivos representam uma área importante para a minha formação
- 2) Os vídeos dos modelos apresentados auxiliaram no aprendizado dos fenômenos de reflexão e transmissão.
- 3) A aula apresentada contribuiu para o meu aprendizado

### Resultados e Discussão

A aula preparada será exposta no dia 24 de maio de 2010. Os modelos de ultrassom geraram vídeos que foram incluídos no arquivo da aula.

Os modelos de ultrassom apresentaram boa aproximação com as medidas experimentais. A figura 1 representa um corte no centro de uma solda que foi usada no modelo matemático. A figura 2 representa o sinal medido experimentalmente.

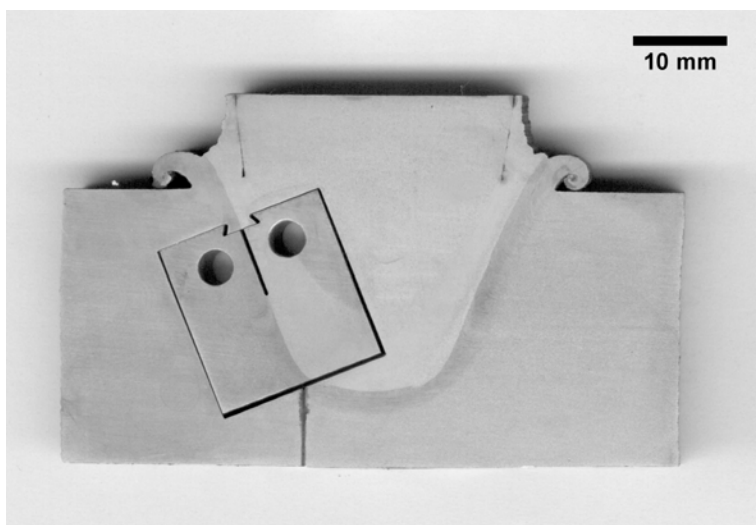


Fig 1: Corte no centro da solda

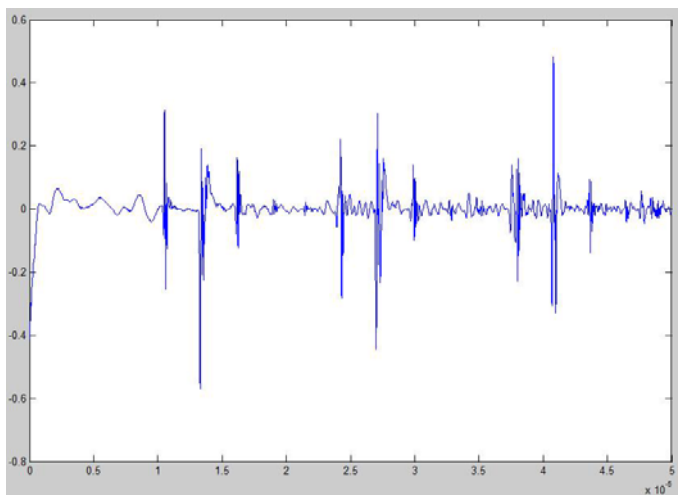


Fig 2: Gráfico da amplitude do sinal pelo tempo de medida experimental.

### Conclusões

Espera-se que a análise dos questionários sobre o trabalho desenvolvido revele o impacto dos materiais preparados na aprendizagem dos alunos sobre técnicas de ultrassom em ensaios não-destrutivos.

## Agradecimentos

Aos doutores Thomas Clarke e Ricardo Jacques pelo apoio, ao LAMEF, Laboratório de Metalurgia Física e a Capes pelo apoio financeiro.

## Referências

- [1] Schull, P. J. "Nondestructive Evaluation - Theory, Techniques and Applications" Marcel Dekker 2001
- [2] Clarke, T. "Thesis - Guided Wave Health Monitoring of Complex Structures" Imperial College London (2009)
- [3] David, J., Cheeke, N. "Fundamentals and Applications of Ultrasonic Waves" CRC Press 2002
- [4] Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. "Fundamentals Of Physics 8E" (2008)
- [5] Kato, H., Abe, S. "Ultrasonic evaluation of the bonding strength of dissimilar metal bonds" NDT&E International, Vol. 29, No. 6, pp. 355-361, 1996
- [6] Nagy, P. B., Adler, L. "Ultrasonic NDE of Solid-State Bonds Inertia and Friction Welds" Journal of Nondestructive Evaluation, Vol. 7, Nos. 3/4, 1988
- [7] Nagy, P. B. "Ultrasonic Classification of imperfect interfaces" Journal of Nondestructive Evaluation, Vol. 11, Nos. 3/4, 1992