

Construção e caracterização de transdutor eletromagnético emissor de Shear-Wave(SV)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Autor: Yuri Longaray Pereira

Orientador: Prof. PhD Thomas G. R. Clarke

INTRODUÇÃO

Com o aumento da complexidade de malhas de dutos para transporte de fluidos, surge a necessidade de desenvolver-se novos métodos de inspeção por Ensaios Não Destrutivos (END) avançados. Nesse contexto, a técnica de ondas guiadas tem surgido como ferramenta versátil, pois permite o acesso ao defeito sem a necessidade de aproximação do ponto. Assim, os Transdutores Eletromagnéticos Acústicos (EMAT) surgem como uma alternativa promissora para a geração de ondas elásticas no material.

Os EMATs são transdutores eletromagnéticos compostos basicamente por uma bobina de alta frequência e um ímã permanente (Figura 1). A bobina é submetida a uma corrente alternada de característica conhecida. A corrente alternada em alta frequência gera um campo magnético variante no tempo na bobina. Esse campo magnético, por sua vez, gera uma corrente que se opõe ao campo aplicado no corpo de prova (Correntes de Foucault). As correntes de Foucault na amostra, no entanto, estão submetidas a um campo magnético permanente do ímã, assim surgindo uma componente de força no corpo de prova explicado pela Lei de Lorentz.

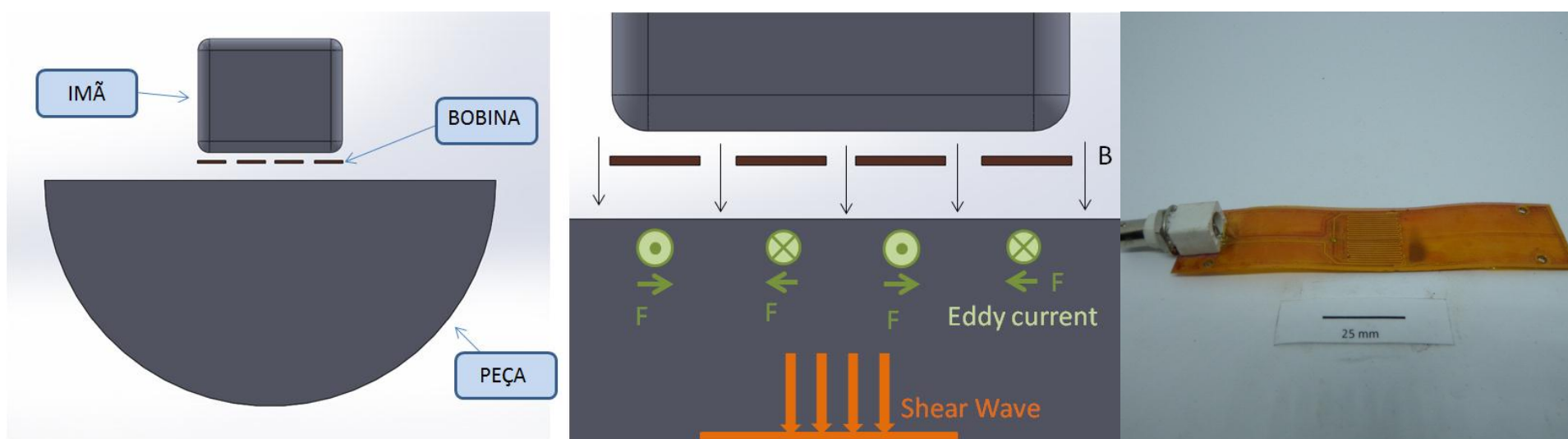


Figura 1- Componentes do transdutor eletromagnético ,como funciona e bobina utilizada..

Em altas frequências, o EMAT tende a emitir o feixe de onda com um ângulo, no qual esse ângulo é dependente da distância entre as trilhas da bobina(d), velocidade de propagação no material(V) e frequência de emissão(f)(Equação 1).

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{V}{fD}\right) \quad (1)$$

METODOLOGIA

Como forma de construir-se um EMAT para geração de feixe oblíquo, partiu-se de um modelo de elementos finitos (FEM) seguido de construção do sensor e posterior condicionamento de sinal. Essa rotina é resumida no diagrama de blocos da FIGURA 2 e detalhada nas sessões que segue.

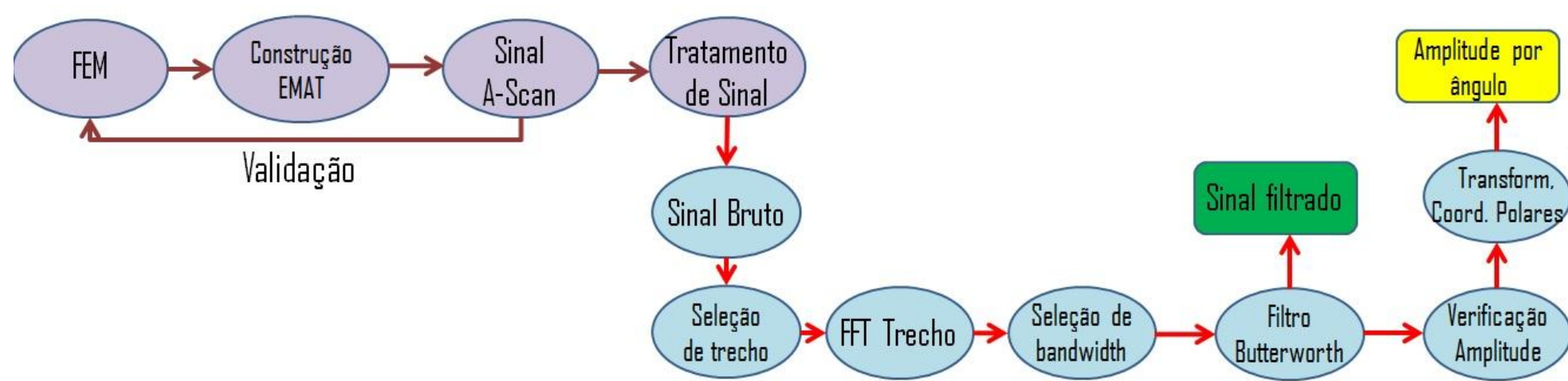


Figura 2- Fluxograma de metodologia aplicada.

MODELO NUMÉRICO

Para este estudo foram utilizados modelos numéricos que representam um corpo de prova de aço, com o EMAT emitindo somente Shear Vertical (SV) no material. No desenvolvimento do modelo numérico (Figura 3) do sensor, utilizou-se relações físicas descritas pela literatura. Sendo possível, dessa forma, verificar a veracidade da correlação do modo de onda emitido com o modelo estrutural da bobina.

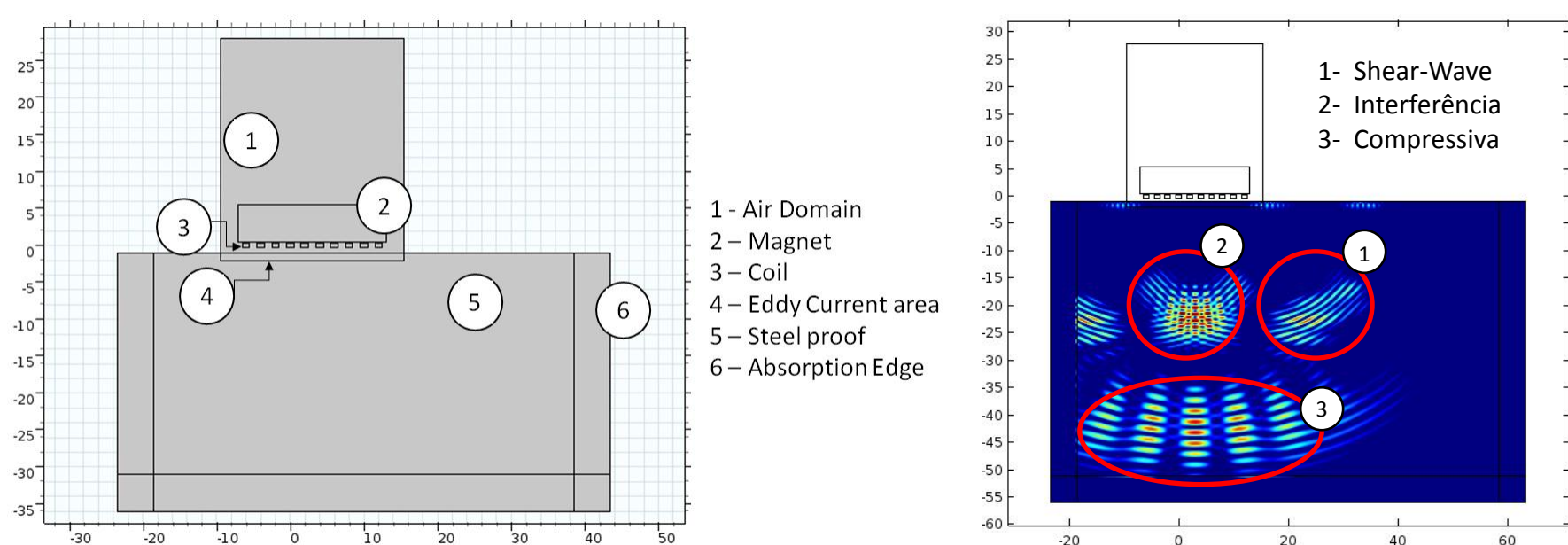


Figura 3- Modelo numérico com seus componentes e simulação a 1.5MHz.

Ao analisar os resultados do modelo é encontrado modos de onda geradas pelo EMAT projetado. A onda compressiva, que possui maior velocidade, é a primeira a ser gerada pelo transdutor. Por essa razão, aparece a frente da onda SV que possui velocidade de propagação menor.

ENSAIO

Para o ensaio foram utilizados um bloco padrão semicircular(Figura 4) e o transdutor eletromagnético(Figura 5). O bloco foi marcado com ângulos de 0° a 75°, o intuito dessa marcações era verificar a amplitude de SV máxima de cada um dos ângulos(Figura 6).



Figura 4- Bloco Padrão.



Figura 5- EMAT.

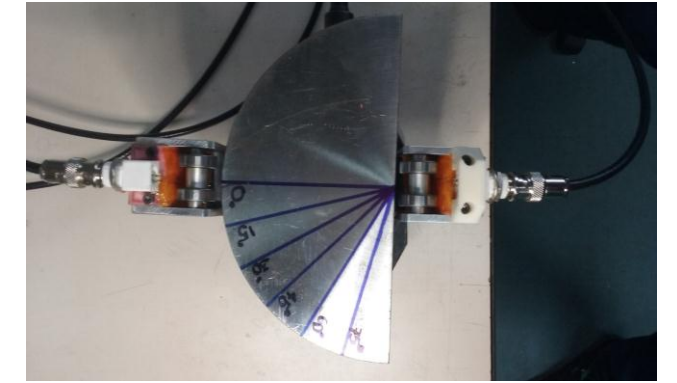


Figura 6- Ensaio realizado.

Após coletados, os dados foram filtrados a fim de retirar ruídos externos. Para o filtro, foi selecionado uma largura de banda centralizada à frequência de excitação e adicionado um filtro Butterworth.

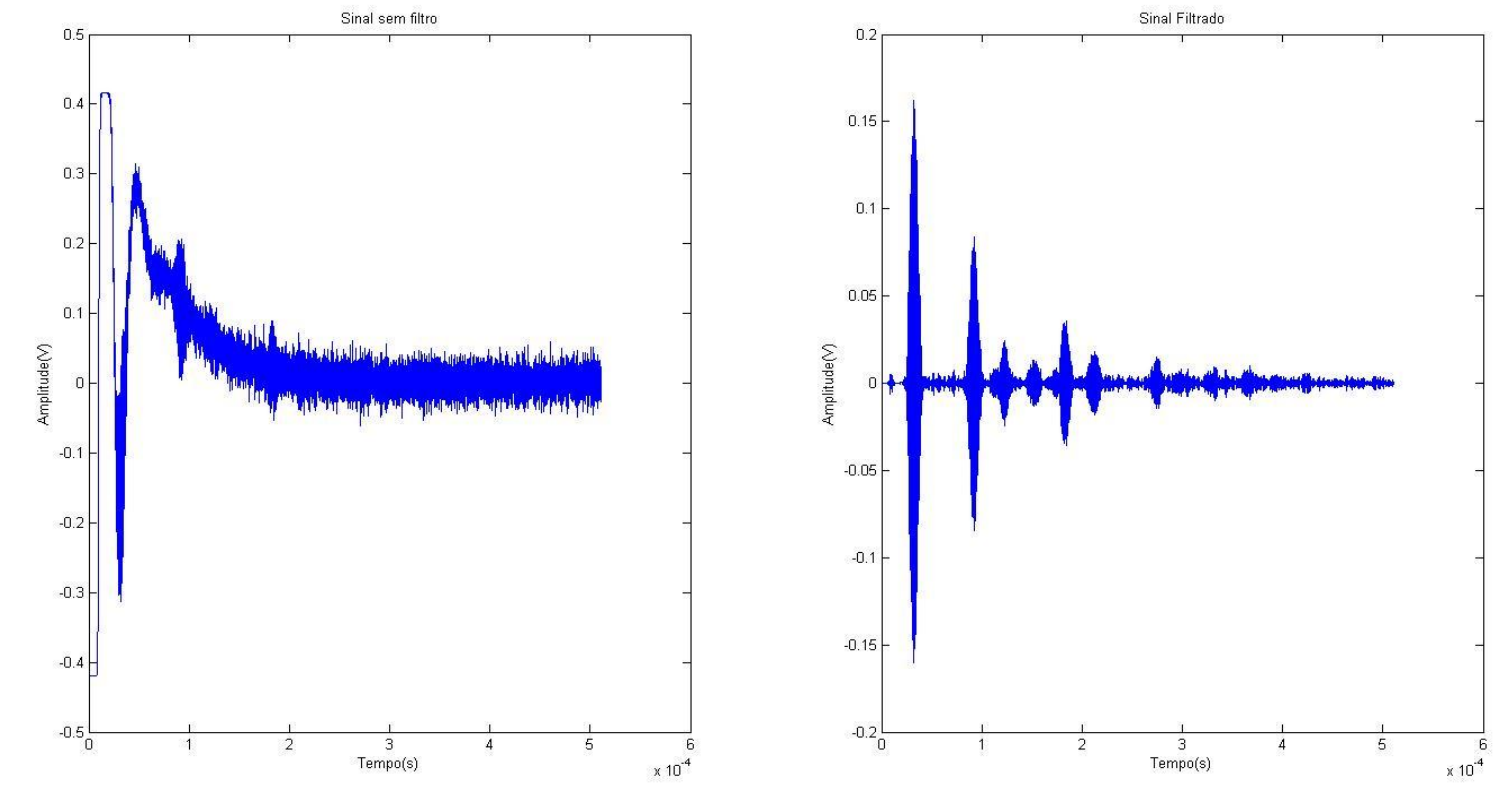


Figura 7- Medições realizadas a 1.5MHz a 60° sem filtro e com filtro. Em a) o sinal sem tratamento e em b) sinal filtrado.

RESULTADOS

Os dados da coleta foram convertidos para coordenadas polares e comparados com o feixe de onda emitido no modelo. Verificando principalmente o ângulo do feixe de onda SV.

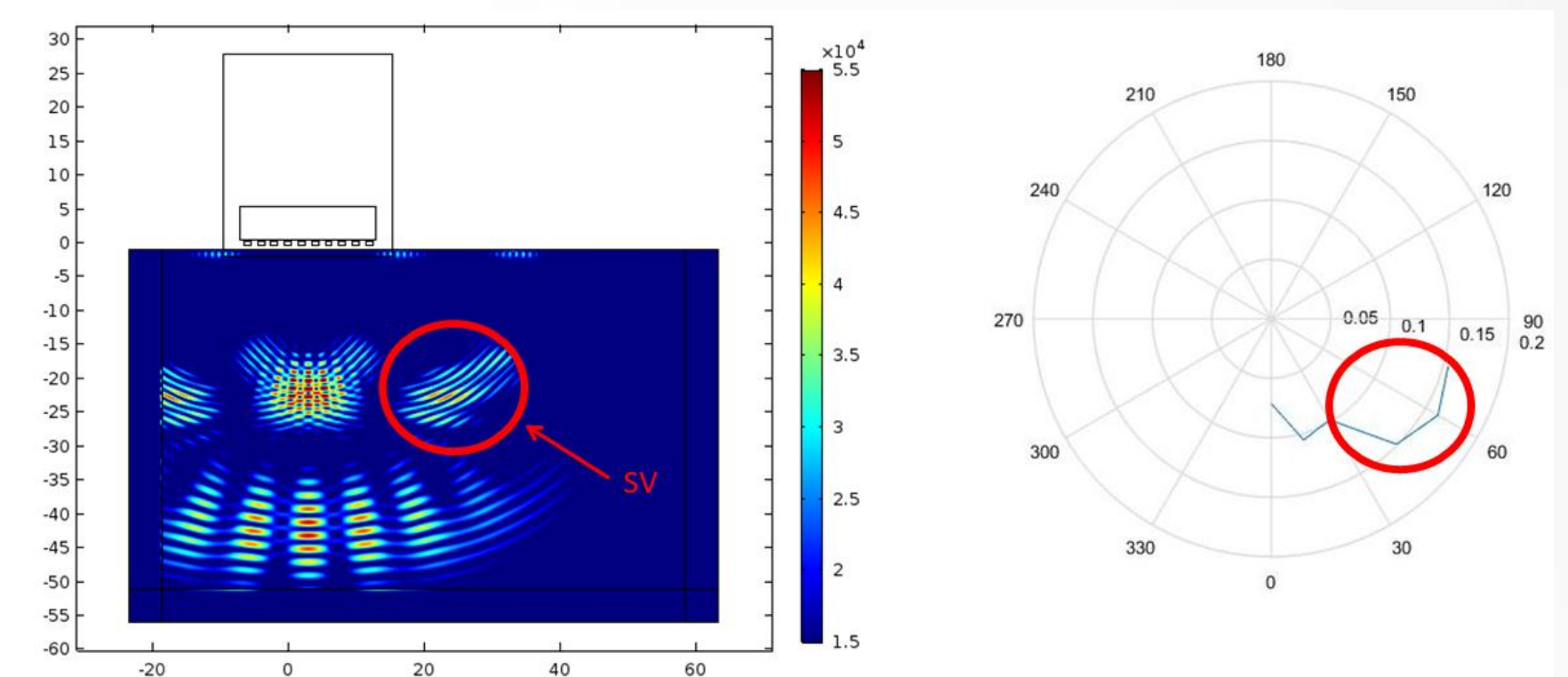


Figura 8- Modelo numérico simulando 1.5MHz ao lado dos resultados experimentais a 1.5MHz.

CONCLUSÕES

A comparação dos dados obtidos no modelo numérico com os experimentalmente provou que o modelo representa corretamente a situação proposta. O EMAT emitiu a onda SV com características muito similares ao modelo como mostrado na FIGURA 8.

Porém, quando testado em alumínio demonstra sérios problemas de acoplamento, sendo interessante para próximos estudos pesquisar uma forma de acoplamento que não afete o circuito magnético do sistema. Além de, a montagem de um casador de impedância com um dielétrico que trabalhe a altas frequências para uma melhor relação Sinal X Ruído.

Portanto, os EMAT's emissores de SV possuem promissoras características que abrem possibilidades para inspeção em locais de difícil acesso como soldas.