

Ensaio Não Destrutivo : Partículas Magnéticas

Carla Dias de Souza*

Resumo

Ensaio não destrutivo são métodos de testar as peças fabricadas sem danificá-las. Existem diversos tipos de Ensaio não destrutivo. Dentre eles, o por Partículas Magnéticas. Este é usado para localizar possíveis descontinuidades superficiais ou subsuperficiais em materiais ferromagnéticos e pode ser aplicado durante ou após a fabricação e em manutenções. O ensaio consiste em “mergulhar” a peça num campo magnético induzido por corrente elétrica. Estando magnetizada, caso haja alguma falha, por existir descontinuidade nas propriedades magnéticas do material, surgirá um campo de fuga do fluxo. Sobre essa peça magnetizada, aplicam-se partículas magnéticas, que serão atraídas por esse campo de fuga, indicando a descontinuidade.

Palavras-chave: Magnetismo. Ensaio. Descontinuidades.

Ensaio Não Destrutivo (ENDs), assim como os Ensaio Destrutivo, são testes realizados a fim de localizar descontinuidades e/ou defeitos em peça. No entanto, como se pode concluir pelo nome, nos ENDs as peças verificadas não sofrem danos. Em um ensaio danoso (destrutivo) a peça analisada fica com “sequelas”, e imprópria para o uso. Portanto, apenas uma peça do lote é submetida ao ensaio, e todas as outras são julgadas por ela. Em um ensaio não destrutivo, cada peça pode ser analisada sem danos, gerando maior confiabilidade. (NEVES, 2009, p. 18).

Como exemplo de ensaio não destrutivo, tem-se o Ensaio por Partículas Magnéticas que, embora eficaz, é aplicável somente em verificações de descontinuidades próximas à superfície, e em materiais ferromagnéticos.

Tal processo pode ser realizado durante a fabricação da peça, ou mesmo depois e em manutenções futuras (WIRBELSTROM, p. 1).

Consiste em magnetizar a peça, submetendo-a a um campo induzido por corrente elétrica. Existindo descontinuidade no sentido perpendicular ao campo, ela fará com que o campo se desvie para fora da peça, formando um dipolo magnético (Polo Norte e Polo Sul). A esse campo desviado dá-se o nome de **campo de fuga**. Ao aplicar partículas magnéticas sobre a peça, elas serão atraídas pelo dipolo, formando uma indicação visível da descontinuidade.

Para compreensão total deste processo, faz-se necessário o entendimento de conceitos básicos de eletromagnetismo, por isso tal ensaio só poderá

ser realizado por um operador que tenha recebido o devido treinamento.

São os seguintes conceitos:

➤ **Campo magnético** – entendido como linhas de força invisíveis que entram e saem de um ímã, ou que circundam concentricamente um condutor percorrido por corrente.

➤ **Fluxo magnético** – conjunto de todas as linhas do campo magnético.

➤ **Materiais ferromagnéticos** – elementos com alto grau de alinhamento magnético, podendo ser atraídos fortemente por ímãs. (GUSSOW, 1985, p. 218).

➤ **Curva de histerese** – “esta curva mostra a magnetização e desmagnetização de um material” (WIRBELSTROM, p. 4). Tal curva indica propriedades do material, como:

o Permeabilidade (μ): “capacidade do material magnético de concentrar o fluxo magnético”. (Gussow, 1985, p. 219).

o Relutância (R): “oposição que um material oferece à produção do fluxo” (GUSSOW, 1985, p. 230).

o Retentividade (B): “densidade de fluxo residual depois de a força magnetizadora chegar a zero” (GUSSOW, 1985, p. 219).

o Força coerciva (H): “força magnetizadora que deve ser aplicada no sentido inverso para reduzir a densidade de fluxo a zero”.(GUSSOW, 1985, p. 219).

Conhecendo tais conceitos, pode-se compreender melhor a formação do campo de escape (de fuga). Como a área da descontinuidade é menor que a do restante da peça, quando o fluxo passar por ela, vai encontrar o metal num estado diferente, com permeabilidade magnética diferente (menor que a da peça). A densidade do fluxo que passara pela descontinuidade se torna grande para uma seção reduzida (a da própria descontinuidade) e de menor permeabilidade magnética que a da peça. Como consequência, parte do fluxo é obrigado a escapar da peça (LEITE, 1977, p 16-17).

* Técnica em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

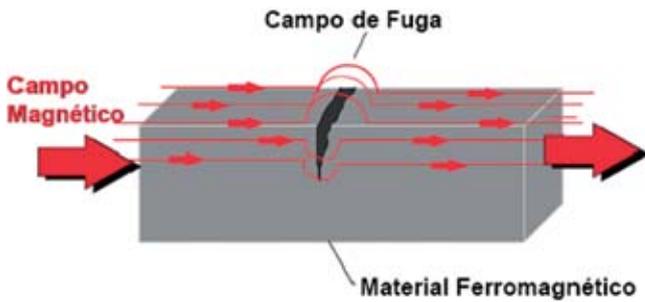


Figura 1 – Formação do campo de fuga diante descontinuidade

Caso a descontinuidade tenha profundidade razoável, ela pode não ser detectada pelo ensaio magnético, uma vez que o fluxo pode se acomodar dentro da peça.

As descontinuidades geralmente surgem enquanto a peça está sendo fabricada, e, dependendo do processo de fabricação, podem ser bolhas de gás, porosidade, trincas, etc. “A descontinuidade mais encontrada nas peças em serviço é a trinca por fadiga, geralmente muito fina e pequena” (WIRBELSTROM, p. 7).

A técnica de magnetização utilizada nos ensaios merece considerável atenção. A magnetização da peça pode ser **Circular** ou **Longitudinal**. Sendo circular, pode ser:

- **Com máquina estacionária** - a peça é posicionada entre contatos elétricos feitos nas extremidades da mesma. A corrente passa pela peça criando um campo circular, que detectará descontinuidades longitudinais.

- **Com condutor central** - uma haste de material condutor é introduzida em peças furadas, como tubos ou arruelas, e uma corrente elétrica passa por esta haste, gerando um campo magnético circular que será induzido na peça.

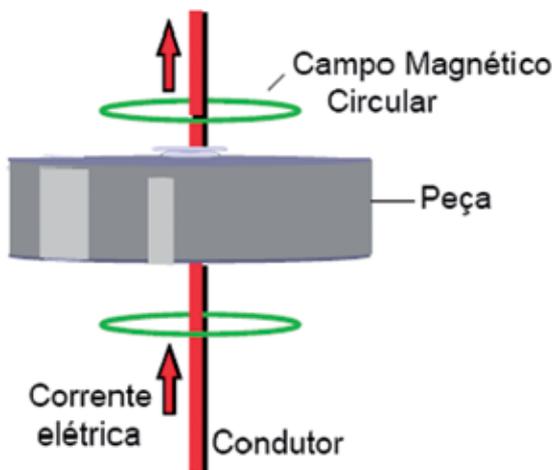


Figura 2 – Inspeção por condutor central

- **Com Prods** - que são dispositivos usados aos pares, compostos por manoplas isoladas e os contatos elétricos feito de barras cilíndricas feitas de cobre. “Em um dos Prod, é mantido o interruptor de acionamento da corrente elétrica, que será ativado somente quando os dois contatos estiverem devidamente posicionados na superfície a ser ensaiada. Estando os contatos devidamente posicionados, aplica-se a corrente que irá fluir entre os contatos e a região da peça que estiver entre eles. Isso produzirá um campo magnético circular em torno dos contatos e nas regiões da peça ao redor dos pontos de contato” (WIRBELSTROM, p. 5).

- **Com Grampos** – grampos são colocados nas extremidades de cabos energizados, sendo ideais para peças de grande porte.

Sendo Longitudinal, pode ser:

- **Com Bobinas** – a peça ferromagnética é colocada dentro de uma bobina percorrida por corrente elétrica, cujas linhas de força penetram na peça, induzindo um campo longitudinal paralelo ao eixo longitudinal.

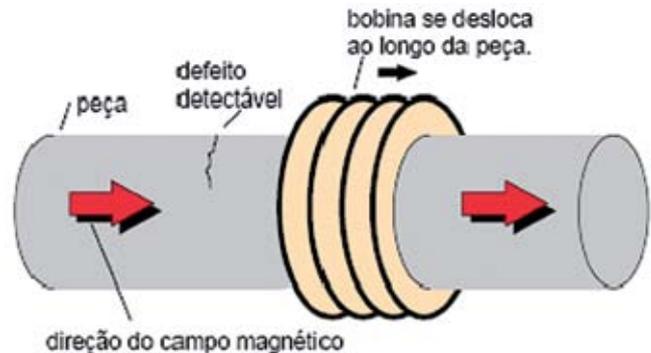


Figura 3 – Representação da técnica de magnetização por bobinas

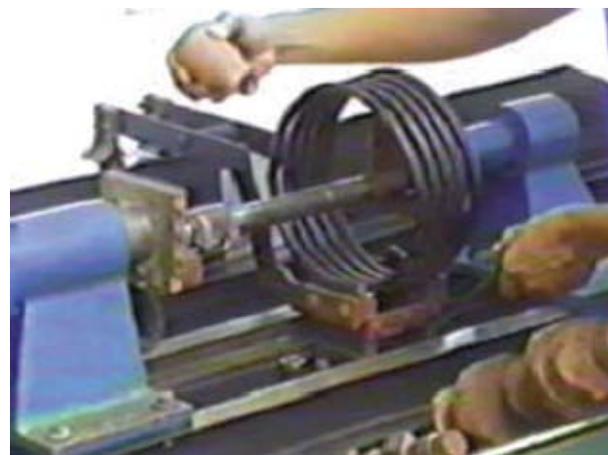


Figura 4 – Magnetização por bobina
Fonte: Andreucci, 2009.

▪ **Com Yoke** – “O yoke é um gerador de campo magnético, o qual consiste basicamente em uma barra de aço de altíssima permeabilidade, em forma de ‘U’ onde é enrolado um cabo condutor (bobina), que irá gerar um campo magnético longitudinal na barra que é conectada em pernas fixas ou articuláveis, que quando devidamente em contato com uma peça ferromagnética, induzirá à esta um campo magnético longitudinal” (Wirbelstrom, p. 6).



Figuras 5 (a) e (b) – Magnetização com Yoke

O ensaio deve ser feito por etapas, sequencialmente. A primeira etapa é o estudo de documentos aplicáveis (normas técnicas, manuais dos fabricantes das peças, procedimentos de ensaio, etc.) nos quais podem ser encontradas as especificações do ensaio, ou seja, “a técnica de ensaio, onde são estabelecidas as regras para a execução do ensaio, as descrições de cada etapa, bem como os critérios de aceitação e rejeição” (WIRBELSTROM, p. 1).

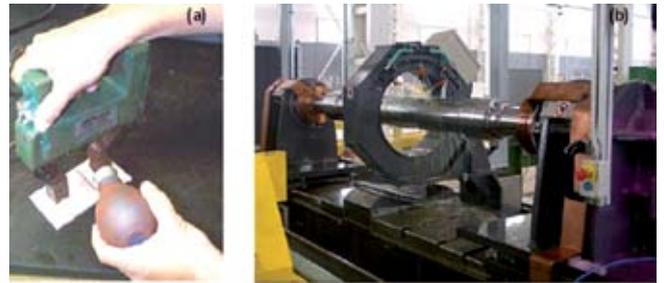
O passo seguinte é realizar a preparação da superfície da peça. Alguns cuidados devem ser tomados nesse processo, como, por exemplo, o tipo de produto utilizado para limpeza das peças. Caso o produto ou método sejam impróprios, podem causar danos irreversíveis à superfície de ensaio. Por isso, o método de limpeza deverá ser criteriosamente especificado. Toda camada isolante deve ser removida das regiões de contato elétrico. O tipo de preparação e os materiais a serem utilizados devem ser devidamente autorizados e constarem de um documento escrito e aprovado. São métodos de limpeza (ANDREUCCI, 2009, p. 37):

- Jato de areia;
- Escova de aço;
- Solventes e panos umedecidos em solventes;
- Limpeza química;
- Vapor desengraxante;
- Esmerilhamento.

Em seguida, seleciona-se um método de magnetização dentre os anteriormente citados, que seja adequado.

Com a peça magnetizada, aplicam-se as partículas magnéticas, feitas de material ferromagnético com alta permeabilidade, para que possam ser facilmente atraídas pelo campo de fuga, e com baixa retentividade, para que não fiquem magnetizadas. Podem ser aplicadas “**via seca**”, tendo o ar como veículo, ou “**via úmida**”, tendo como veículo água, destilados de petróleo e óleos especiais. O meio de aplicação vai interferir diretamente na mobilidade das partículas e na facilidade de se deslocar até o campo de fuga.

As partículas (tanto em via seca quanto em via úmida) podem ser aplicadas durante a magnetização, caracterizando um **ensaio contínuo**, ou após a força magnetizadora ter sido interrompida, caracterizando um **ensaio residual** (WIRBELSTROM, p. 6).



Figuras 6 – (a) Aplicação das partículas magnéticas via seca; (b) aplicação das partículas magnéticas via úmida

Com a aplicação das partículas, caso haja descontinuidade, ela vai ser evidenciada, e a peça poderá ser avaliada como própria ou imprópria para uso. Contudo, tal avaliação deverá ser feita segundo critérios de aceitação, que devem ser baseados no Código de projeto e construção do componente inspecionado. Esse critério é fornecido por uma norma técnica (ANDREUCCI, 2009, p. 46).

Critério de Aceitação conforme o Código ASME Sec. VIII Div. 1

“O critério de aceitação que segue abaixo é uma tradução do Código ASME Séc. VIII Div. 1 Apêndice 6; é aplicável para superfícies inspecionadas por partículas magnéticas, projetadas conforme este Código.

Avaliação das indicações:

Uma indicação é uma evidência de uma imperfeição mecânica. Somente indicações com dimensões maiores que 1/16 pol. (1,5 mm) deve ser considerada como relevante.

(a) Uma indicação linear é aquela tendo um comprimento maior que três vezes a largura.

(b) Uma indicação arredondada é aquela na forma circular ou elíptica com comprimento igual ou menor que três vezes a largura.

(c) Qualquer indicação questionável ou duvidosa, deve ser reinspecionada para determinar se indicações relevantes estão ou não presentes.

Aceitação:

Toda as superfícies devem estar livres de:

(a) indicações relevantes lineares;

(b) indicações relevantes arredondadas maiores que 3/16 pol. (5,0 mm);

(c) quatro ou mais indicações relevantes arredondadas em linha separadas por 1/16 pol. (1,5 mm) ou menos (de borda a borda);

(d) uma indicação de uma imperfeição pode ser maior que a imperfeição, entretanto, o tamanho da indicação é a base para a avaliação da aceitação.”

(ANDREUCCI, Ricardo. Ensaio por Partículas magnéticas. Janeiro de 2009).

As descontinuidades reprovadas durante o ensaio devem ser registradas, bem como as aprovadas no limite de aprovação e as que, mesmo aprovadas, encontram-se em locais críticos. Ou seja, todas as descontinuidades que oferecerem algum risco com o decorrer do tempo. Registrar é importante, pois permite que o operador e os engenheiros saibam que existe na peça um motivo para atenção especial.

Os registros podem ser feitos por meio de líquidos registradores, fitas adesivas transparentes, fotografias digitais e fotografias convencionais.

Depois de analisadas e registradas, todas as peças, aprovadas ou não no ensaio, devem ser desmagnetizadas e submetidas a uma limpeza final, para retirada de resíduos provenientes do ensaio.

E, após todo ensaio, deve ser feito um registro do mesmo, por meio de um formulário padronizado com as seguintes informações: os documentos aplicáveis; a técnica de ensaio; a identificação da peça; número do lote; método e técnica utilizados,

tipo e valores da corrente de magnetização, direções de magnetização, resultados obtidos, quantificando, localizando e indicando as dimensões das descontinuidades detectadas; se a peça está aprovada ou rejeitada; o tipo de identificação utilizada na peça; nome do operador, nome do inspetor e datas.

Se a peça estiver acabada e aprovada, depois da limpeza estará pronta para uso. Quando, porém, tratar-se de peça semiacabada ou bruta, depois da limpeza estará liberada para o prosseguimento do seu processo de fabricação.

Em comparação com outros métodos de ensaio, como o por líquidos penetrantes, por exemplo, o custo dos equipamentos do ensaio por partículas é de médio a alto, e o custo da operação é baixo. Não é possível realizar o procedimento em superfícies pintadas, e este deve ser feito por operadores treinados e preparadores qualificados, para garantir que todas as etapas sejam feitas corretamente, atendendo todos os quesitos práticos do processo. Além de assegurar que medidas corretas de

segurança sejam tomadas, como o uso de óculos durante a utilização de material fluorescente, ou o uso de tapetes de borracha em frente às máquinas de magnetização, evitando choques elétricos ou danos nas peças, caso sofram quedas.

Referências

ANDREUCCI, Ricardo. Partículas Magnéticas. São Paulo: Abende, 2009.

GUSSOW, Milton. Eletricidade Básica. São Paulo: Makron Books, 1985.

LEITE, Paulo Gomes de Paula. Ensaio não destrutivo. 7 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1977.

NEVES, Marcos Dias. Ensaio Não Destrutivo: uma visão geral. Revista Parafuso, ago./set. 2009.

WIRBELSTROM. Marcos Dias Neves. Ensaio por Partículas Magnéticas. São Paulo.