

AVALIAÇÃO DO GRAU DE CORROSÃO DE CHAPAS DE AÇO CARBONO POR CORRENTE ELÉTRICA

Renato S. Pinheiro¹, Cristiano T. Malheiro²

Abstract

The objective of this work is to develop a comparative technique with existing photographic standards and adopted for the maintenance work on steel structures. For comparison we used the application of magnetic field corroded sheets as photographic standards of ISO - 8501-1, and it was found that the higher the lowest corrosion is the magnetic field. Thus the technique could adopt quantitative instead of qualitative procedures adopted in the ISO- 8501-1 standard. This new technique will facilitate the adoption of automated systems for evaluations to structure with significant reduction of maintenance costs.

Keywords - Degree of corrosion; surface preparation; magnetic field, electric current.

Resumo

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma técnica comparativa com os padrões fotográficos existentes e adotados para os trabalhos de manutenção em estruturas metálicas. Para a comparação utilizou-se a aplicação de campo magnético em chapas corroídas, conforme padrões fotográficos da ISO-8501-1, e verificou-se que quanto maior a corrosão menor é o campo magnético. Com isso a técnica poderia ser adotada em procedimentos quantitativos, ao invés de qualitativos adotados na norma ISO-8501-1. Essa nova técnica poderá facilitar a adoção de sistemas automatizados para avaliações de estruturas com possível redução significativa de custos de manutenção.

Palavras-chave – Grau de corrosão; preparação de superfícies; campo magnético, corrente elétrica.

¹ Engenheiro Eletricista – RPX TECH

² Mestre, Engenheiro Eletricista - UNIAN

Introdução

Os problemas de corrosão são frequentes e ocorrem nas mais variadas atividades, como por exemplo, nas indústrias químicas, petrolífera, petroquímica, naval, de construção civil, automobilística, nos meios de transporte aéreo, ferroviário, metroviária, marítimo, rodoviário e nos meios de comunicação [1]. Um dos fatores de maior importância para uma proteção contra a corrosão e o bom desempenho da pintura é o preparo da superfície. As tintas aderem aos metais por ligações físicas, químicas ou mecânicas. As duas primeiras ocorrem através de grupos de moléculas presentes nas resinas das tintas que interagem com grupos existentes nos metais. A ligação mecânica se dá sempre associada a uma das outras duas e implica na necessidade de certa rugosidade na superfície. Preparar a superfície do aço significa executar operações que permitam obter limpeza e rugosidade. A limpeza elimina os materiais estranhos, como contaminantes, oxidações e tintas mal aderidas, que poderiam prejudicar a aderência da nova tinta. A rugosidade aumenta a superfície de contato e também ajuda a melhorar esta aderência. O grau de preparação de superfície depende de restrições operacionais, do custo de preparação, do tempo e dos métodos disponíveis, do tipo de superfície e da seleção do esquema de tintas em função da agressividade do meio ambiente [2].

Antes de iniciar o processo de limpeza das peças, deve-se proceder a uma inspeção visual geral da superfície a ser tratada, a fim de assinalar local onde haja manchas de óleos, graxas, gorduras, defeitos superficiais, impregnação de abrasivos, bem como também pode ser efetuado a avaliação do estado inicial de oxidação usualmente estabelecido com base nos padrões da Norma ISO 8.501-1. Para avaliação da superfície metálica a carepa de laminação, que é um produto do processo siderúrgico, definirá também o processo de preparação da chapa metálica.

Metodologia

As amostras fornecidas pela ELETROBRAS - CEPTEL foram cortadas em dimensões de 3 por 3 cm e separadas pelas classificações conforme a norma de padrões de graus de corrosão, cada chapa será pesada e numerada para controle posterior. O total de chapas fornecidas pela Eletrobrás foram 212 peças. Separado para cada grau de corrosão 53 peças.

A metodologia consistira em realizar testes em laboratórios com aplicação de campo magnético através de uma bobina nas chapas avaliando o fluxo de indução magnética com aparelho denominado YOKE (figura 5). Esse fluxo será medido através de um equipamento chamado gaussímetro (figura 6). Os medidores de campo magnético, "gaussmeter" permitem a medida da densidade de fluxo magnético que atravessa uma seção transversal (no ar). A relação entre a densidade de campo e o fluxo magnético é dada por (1).

$$B = F / A \quad (1)$$

sendo:

B = Intensidade de campo magnético ou indução magnética [T]

F = Fluxo Magnético em [V.s] = [T.m²] = [Wb]

A = Seção Transversal [m²].

Sabendo que o fluxo magnético é o produto do campo magnético pela área do material analisado pelo cosseno do ângulo que a normal a superfície faz com a direção do campo, conforme fórmula dada por (2).



Figura 5: YOKE (fonte pessoal)



Figura 6: Gaussimetro (Fonte Instrutherm)

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta \quad (\text{Wb}) \quad (2)$$

A variação do fluxo magnético pode ocorrer por uma variação na área da superfície, ou na variação da indução, ou por uma variação da posição da superfície no campo [3].

Visto isso, será avaliado o fluxo magnético dos corpos de provas fornecido pela Eletrobrás, e compararemos com os padrões fotográficos da Norma, nosso objetivo é criar um padrão de fluxo magnético para estabelecer uma avaliação quantitativa para os graus de corrosão A, B, C, e D.

Resultado e discussão

Durante as avaliações com o YOKE observou-se que era difícil estabilizar o gaussímetro, provavelmente pela variação da corrente C.A. onde variava muito o campo magnético, como isso houve uma mudança sobre a maneira de fornecer o campo magnético e adotamos que o fornecimento do campo magnético viesse de imas permanentes, dessa forma a geração de campo magnético não teria variações. Observou-se que dessa maneira as medições foram realizadas sem variações nos valores, figuras (7, 8,9,10 e 11) conseguindo dessa forma plotar todos os valores nas tabelas a seguir. Adotamos projeção “A” para as medições realizadas conforme as figuras:8 e11, para a projeção “B” as medições foram realizadas conforme as figuras: 7,9 e 10.



Figura 7: imas permanentes posições A (fonte pessoal)



Figura 8: ima permanente posição B (fonte pessoal)



Figura 9: imas permanentes posições A (fonte pessoal)

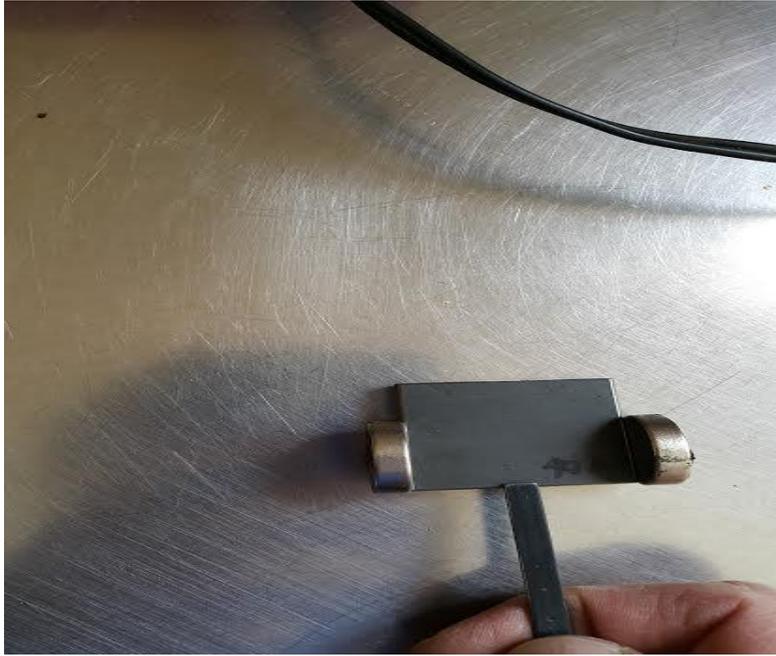


Figura 10: Imas permanente ponta de sensor posição B (fonte pessoal)

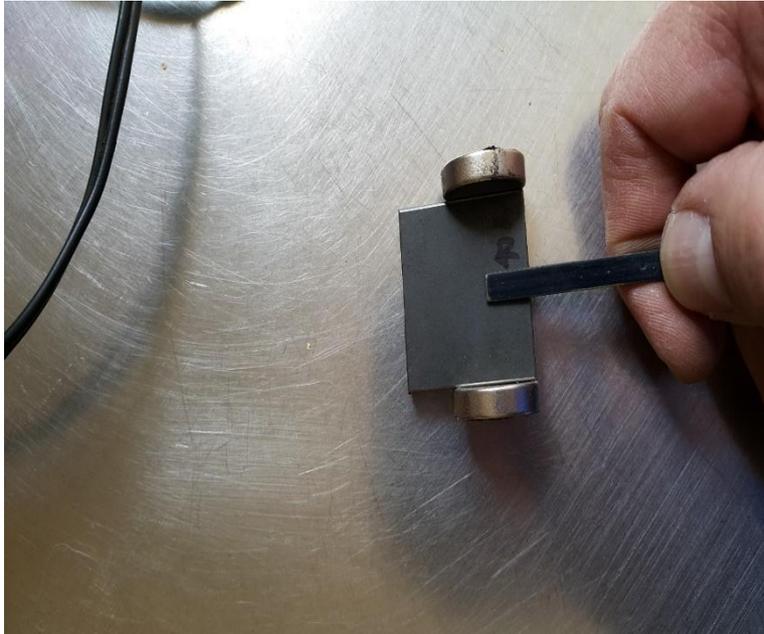


Figura 11: Imas permanente ponta de sensor posição A (fonte pessoal)

Para as avaliações elaborou-se duas planilhas no *software Origin8*, uma para as projeções em A e outras para as projeções em B. Para facilitar a interpretação separamos os gráficos para facilitar a observação dos resultados alcançados.

Na figura: 16 registrou-se todas as avaliações num gráfico apenas, para a projeção “A”, assim como para a projeção “B”, conforme figura:21, em ambos os gráficos se verifica que há uma redução do campo magnético a partir do aumento da corrosão superficial. Quanto dos desmembramentos dos gráficos, sempre tendo como referência o Grau de corrosão “A”, a constatação da redução do campo magnético fica mais evidente, conforme os as figuras: 13,14,15,16,18,19 e 20. Como verificado esse sistema de avaliação, por campo magnético com imas permanentes, se mostrou eficiente nos registros de valores não havendo variações nas leituras, pois o campo magnético gerado era constante.

O desvio padrão das avaliações mede o grau de dispersão dos valores em relação à média, isto é, o quanto o conjunto de amostras se distanciou da média. Na tabela 3, no anexo registrou-se os valores apurados.

Gráficos comparativos Projeção A e B

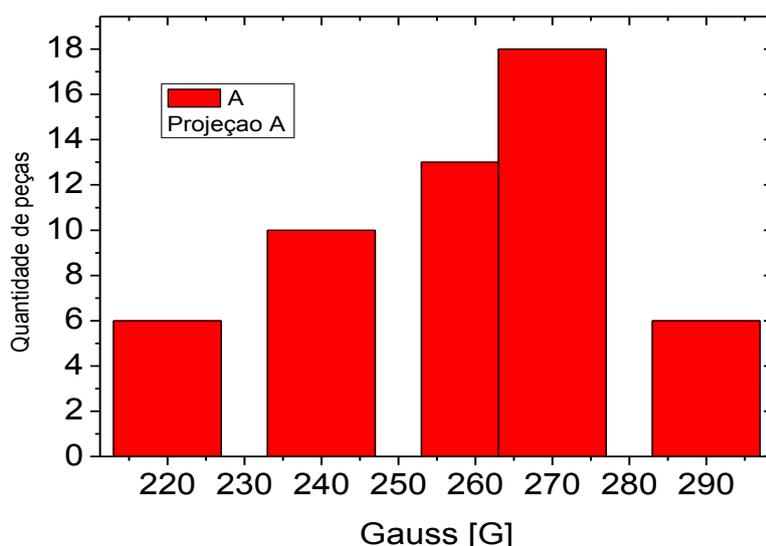


Figura 12: Grau de corrosão A – projeção A

Nível de campo magnético para chapas s/ qualquer corrosão.

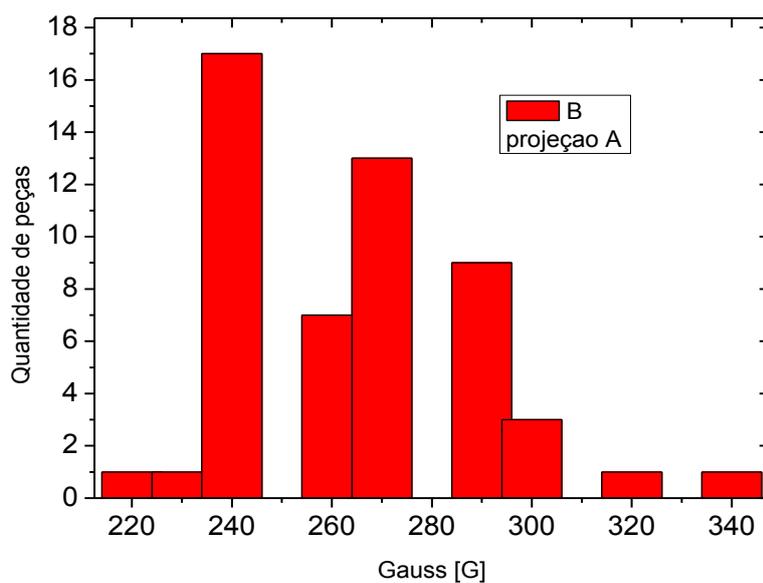


Figura 13: Grau de corrosão B – projeção A

Nível de campo magnético para chapas com pouca corrosão.

Na figura 13, nota-se que em relação ao grau de corrosão “A”

as chapas com corrosão do tipo B apresentaram um fluxo

magnético medido em média no valor de 264,71 Gauss.

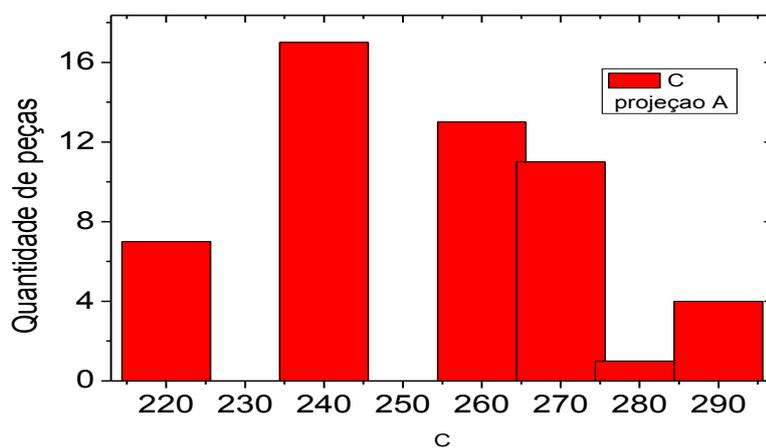


Figura 14: Grau de corrosão C – projeção A

Nível de campo magnético para chapas com média corrosão

Na figura 14, nota-se que em relação ao grau de corrosão “A”

as chapas com corrosão do tipo C apresentaram um

fluxo magnético em média no valor de 253,01 Gauss.

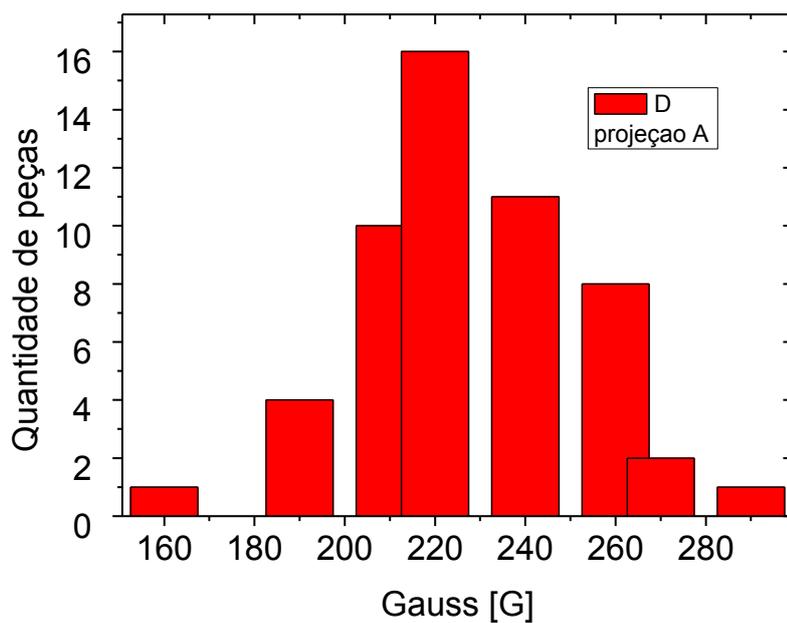


Figura 15: Grau de corrosão D – projeção A

Nível de campo magnético para chapas com elevada corrosão.

Na figura 15, nota-se que em relação ao grau de corrosão “A”,

as chapas com corrosão do tipo D apresentaram um fluxo magnético medido em média no valor de 228,11 Gauss.

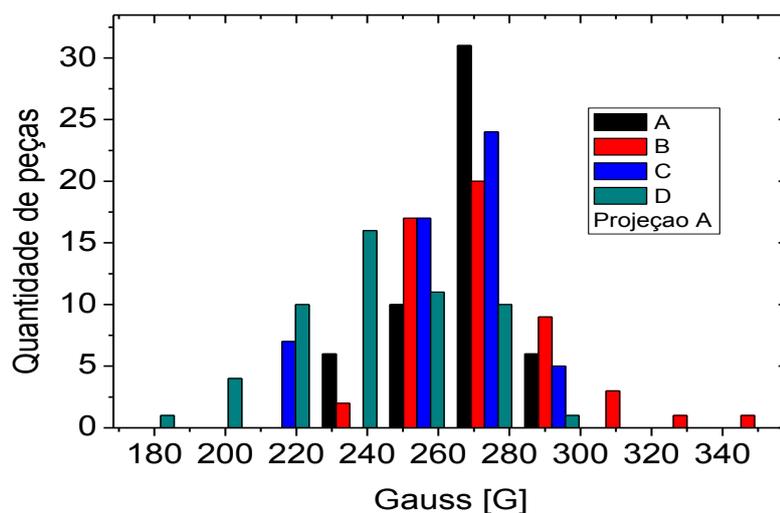


Figura 16: Graus de corrosão A,B,C e D – projeção “A”

Nível de campo magnético de todas as chapas.

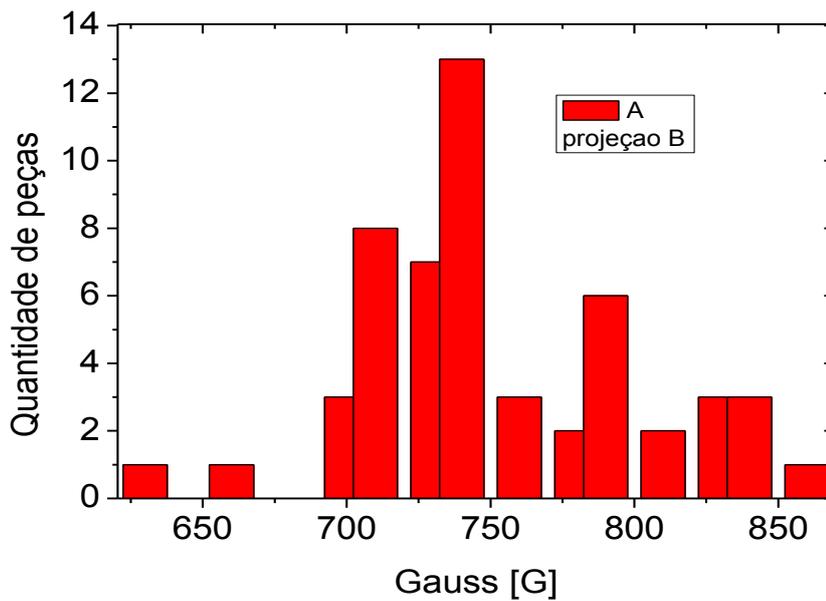


Figura 17: Grau de corrosão A – projeção B

Nível de campo magnético para chapas sem qualquer corrosão.

Com valores médios de fluxo magnético de 752,26 Gauss.

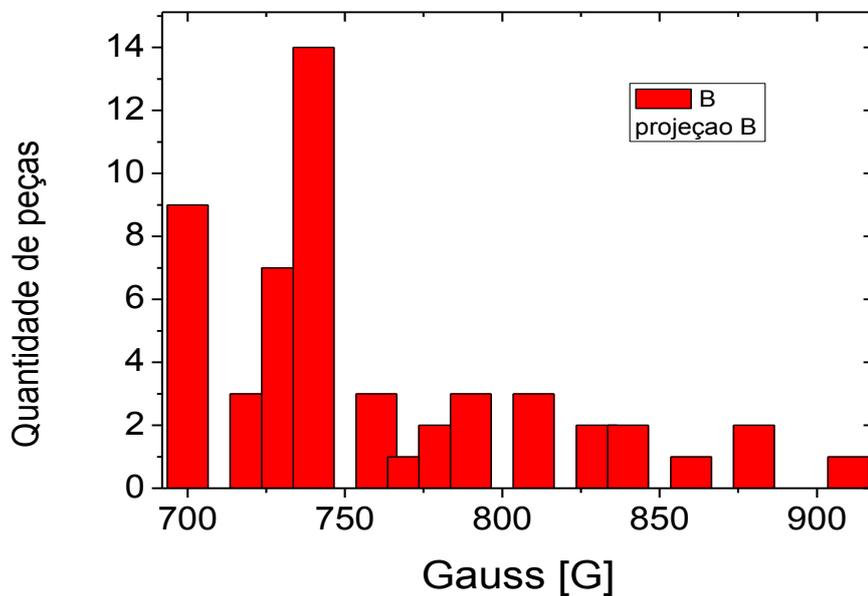


Figura 18: Grau de corrosão B – projeção B

Nível de campo magnético para chapas com pouca corrosão.

Na figura 18, nota-se que em relação ao grau de corrosão “A”,

as chapas com corrosão do tipo B apresentaram um fluxo magnético medido em média no valor de 758,67 Gauss.

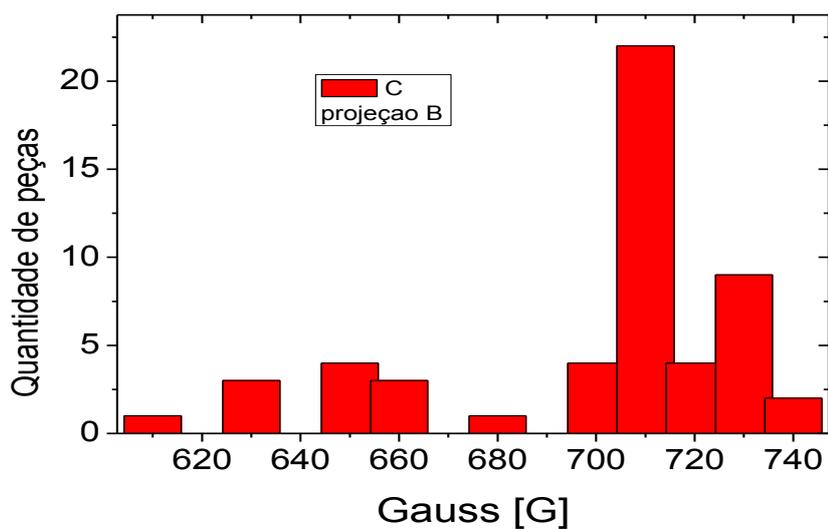


Figura 19: Grau de corrosão C – projeção B

Nível de campo magnético para chapas com média corrosão
 Na figura 19, nota-se que em relação ao grau de corrosão “A”,
 as chapas com corrosão do tipo C apresentaram um fluxo
 magnético medido em média no valor de 700,18 Gauss.

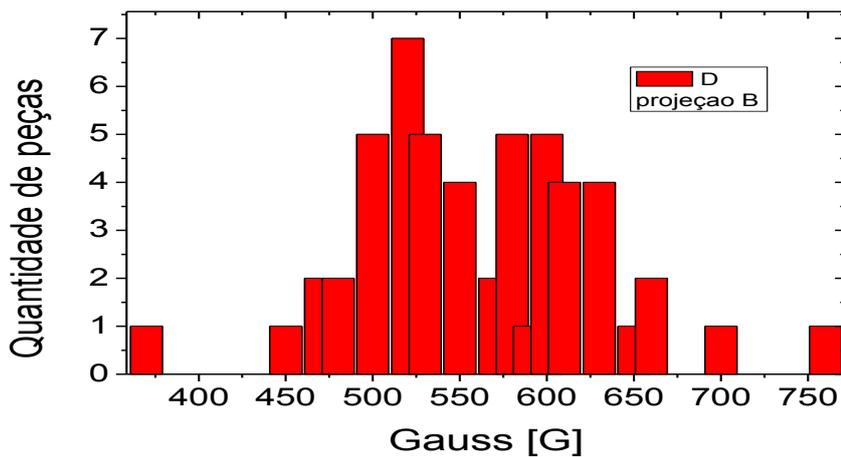


Figura 20: Grau de corrosão D – projeção B

Nível de campo magnético para chapas com elevada corrosão.
 Na figura 20, nota-se que em relação ao grau de corrosão “A”,
 as chapas com corrosão do tipo D apresentaram um

fluxo magnético medido em média no valor de 560,94 Gauss.

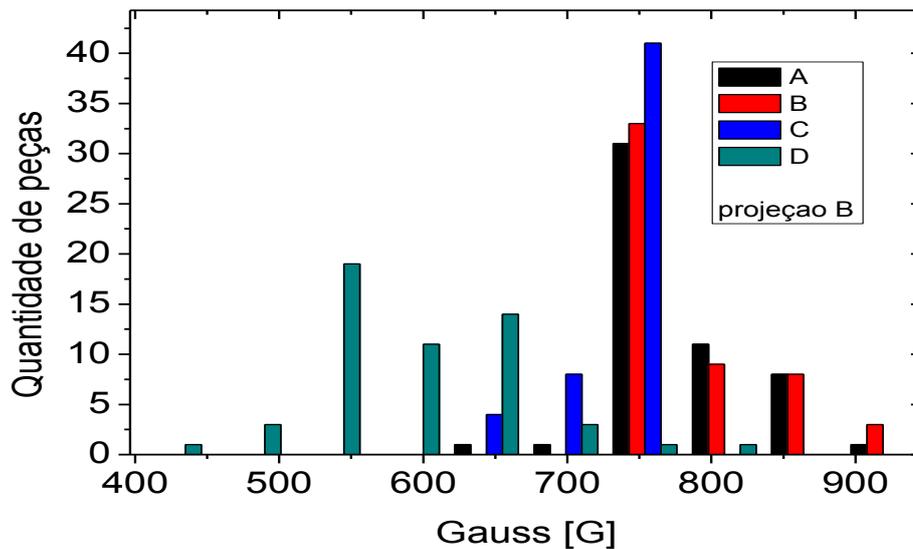


Figura 21: Graus de corrosão A, B, C e D – projeção B

Nível de campo magnético de todas as chapas.

Conclusões

Após as avaliações em bancada, verificou-se que para as chapas classificadas como grau de corrosão “A”, ou seja, as chapas consideradas sem corrosão, o fluxo magnético apresentou uniformidade. Na medida em que a corrosão aumentava observou-se que o fluxo magnético diminuía de intensidade. Comparando-se a média das chapas sem corrosão para as projeções B, verificou-se 752,26 Gauss de fluxo magnético para os padrões de grau de corrosão “A”, com a 700,18 Gauss de fluxo magnético para os padrões de grau de corrosão “C” e finalmente para 560,94 Gauss de fluxo magnético para os padrões de grau de corrosão “D”. Verificasse que o grau de corrosão “B” e “A” apresentaram basicamente os mesmos valores, mas para o grau “C” e “D” as reduções de fluxos magnéticos foram substanciais. Como o objetivo do estudo e reduzir valores de manutenção de estruturas metálicas (tanques atmosféricos e plataformas de petróleo) fica evidenciado que com uma melhor caracterização do grau de corrosão poderá haver uma redução do custo de manutenção, pois aplicar-se-á a correta preparação de superfície e não mais a avaliação subjetiva dos padrões fotográficos. Ainda há muito espaço que outros estudos avaliem outros tipos de aços utilizados na indústria Brasileira.

Referências bibliográficas

[1] Gentil, Vicente, 1928-2008 – Corrosão/Vicente Gentil. – 6.ed. – Rio de Janeiro: LTC,2012.

[2] Gnecco, Celso Tratamento de superfície e pintura / Celso Gnecco, Roberto Mariano, Fernando Fernandes. -- Rio de Janeiro: IBS/SBCA, 2003.

[3] Sadiku,Matthew N.O. – Elementos de eletromagnetismo/Matthew N.O..5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

[4] Bauer, Wolfgang – Física para universitários: eletricidade e magnetismo / Wolfgang Bauer, Gary D. Westfall – Porto Alegre: AMGH, 2012.

[5] Van Vlack, Lawrence Hall, Princípios de ciência dos materiais, traduzido pelo Eng. Luiz Paulo Camargo Ferrão. São Paulo, Edgard Blucher, 1970.

