

 10.46943/VII.CONAPESC.2022.01.008

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL E DUREZA DE UM PARAFUSO PARA FIXAÇÃO DE FIO DE ALTA TENSÃO

MOISÉS INOCÊNCIO ROSAS NETO

Mestrando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, moisesrneto4@gmail.com;

EVELYN LOUISE SANTOS SOUZA

Mestrando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, evelynssouza@outlook.com;

JAILSON PEREIRA DA SILVA JÚNIOR

Mestrando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, juniorpereira1996@gmail.com;

JOÃO BAPTISTA DA COSTA AGRA DE MELO

Doutor pelo Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, joao.baptista@professor.ufcg.edu.br;

RESUMO

O aço carbono é conhecido por ser uma das ligas metálicas mais utilizadas na área industrial. Por ser resultado de dois elementos muito poderosos, o ferro e o carbono, esse material pode ser usado para a construção automóbvveis, máquinas, equipamentos, entre outras. O setor industrial no geral vem crescendo demasiadamente, tornando-se grande cliente deste tipo de aço, sobretudo em peças de fixação de alta responsabilidade como parafusos e outras peças que necessitam rigorosos testes para sua utilização. As aplicações dos aços na indústria envolvem uma série de análises e ensaios que podem permitir a prevenção e evitar problemas futuros e que comprometam no bom funcionamento do sistema. Os parafusos são feitos em uma larga gama de materiais, com muitas variedades de aço que são talvez os mais comuns. Com um formato cônico ou cilíndrico, sulcada em espiral ao longo

de sua face externa e com a sua base superior adaptada a diversas ferramentas, tornam-se elementos de fixação de alta responsabilidade. A partir dos procedimentos metalográficos e ensaios de dureza Vickers, foram avaliadas a microestrutura e propriedades mecânicas de um parafuso fixador de fio de alta tensão, obtendo-se uma dureza de 247,58 HV. O ensaio de microdureza permitiu avaliar a dureza no microconstituente perlita. Ao final, no ensaio de Energia dispersiva de Raios-X (EDX) foi analisada a composição do material estudado, apresentando 99,23% de ferro, 0,73% de manganês, 0,04% de zinco e 0,01% de cromo, considerado como aço ao carbono com alto teor de carbono, classificado como Aço SAE 1045.

Palavras-chave: Aço SAE 1045. Dureza Vickers. EDX. Metalografia.

INTRODUÇÃO

No mercado existem uma infinidade de métodos de fixação de peças tais como: retorno por mola, dispositivos de travagem parafusos de retenção, soldadura, parafusos de cabeça, rebites, pinos, chavetas e adesivos (Shigley, 2005).

O parafuso é um componente metálico possuindo uma geometria cilíndrica ou cônica. Em aplicações onde a resistência ao tempo e à corrosão são necessárias, então o titânio, o aço inoxidável e o bronze são os materiais atualmente mais utilizados. Geralmente podendo apresentar um formato cilíndrico ou cônico, sulcado em espiral ao longo da sua face externa e com a sua base superior, também chamada de cabeça do parafuso, adaptando-se as diversas ferramentas de fixação, como por exemplo um parafuso fixador de fio de alta tensão (Jiang et al. 2002).

Dos elementos de fixação, podemos dizer que os parafusos são os mais utilizados. São elementos de corpo cilíndrico e comprimento de corpo variável, onde, sobre este corpo, há filetes de roscas. Estas roscas são, normalmente, de diferentes especificações e trabalham conjuntamente com porcas, possuindo as mesmas características de roscas (RODRIGUES, 2015).

O parafuso é um intermediário derivado diretamente do plano inclinado e normalmente trabalha associado a um orifício roscado. Essencialmente pode-se definir um plano inclinado envolto em um cilindro, ou o mais utilizado, que é um sulco helicoidal fabricado na superfície de um cilindro (Ciser, 2006).

Um dos problemas mais interessantes da avaliação de micro e macro estruturas de metais é o fato de que, na maioria das vezes, as técnicas analíticas disponíveis permitem a observação de seções bidimensionais de estruturas que têm características tridimensionais. Esta transformação aparentemente simples requer cuidados especiais na aplicação da técnica metalográfica. Estes cuidados vão desde a seleção das seções a estudar até a avaliação criteriosa dos resultados obtidos na avaliação destas seções (COLPAERT, 2008).

Existe uma variedade de fixadores disponíveis comercialmente e um dos componentes de maior importância utilizados nas construções de máquinas ou em suporte de fios de alta tensão é o parafuso fixador. Observa-se, por exemplo, um parafuso fixador utilizada em postes para prender fios de alta tensão. O método mais eficiente para a união desses fios é por parafusos (GRIZA, 2000).

Os parafusos tendem a falhar geralmente devido a uma entre quatro causas: sobrecarga, fadiga, corrosão e fragilidade (BUDA, 1994).

A maioria das falhas que ocorrem nos parafusos fixadores em serviço é por fadiga, pois uma ruptura catastrófica de um parafuso simples tem chances de colapsar parcial ou total um determinado componente (NISHIDA, 1992).

O estudo do fenômeno da fadiga é embasado no fato de que partes parafusadas podem estar sob o efeito de tensões cíclicas.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi necessário realizar as operações de corte, embutimento, lixamento, polimento e ataque químico do material a ser estudado, sendo estes procedimentos descritos a seguir. A princípio, particionou-se o corpo de prova para obter-se amostras que servirão para análise metalográfica. O mesmo foi seccionado de forma transversal e longitudinal, através de um arco de serra.

Em seguida, foi feito o embutimento das amostras, sendo está uma etapa de grande importância para o ensaio metalográfico, pois além de facilitar o manuseio de peças pequenas, evita que amostras com arestas rasguem a lixa ou o pano de polimento, bem como o abaulamento durante o polimento.

Neste caso, o embutimento foi do tipo a quente, a amostra a ser analisada foi colocada em uma prensa de embutimento com uma resina, sendo que a utilizada foi a baquelite, de baixo custo e dureza relativamente alta. A Figura 1 mostra o corpo de prova embutido.

Figura 1: Corpo de prova embutido.



Fonte: Os autores, 2022.

Após o embutimento foi realizado o lixamento, pois devido ao grau de perfeição requerida no acabamento de uma amostra metalográfica idealmente preparada, é essencial que cada etapa da preparação seja executada cuidadosamente, é um dos processos mais demorados da preparação de amostras metalográficas. Operação que tem por objetivo eliminar riscos e marcas mais profundas da superfície dando um acabamento a esta superfície, preparando-a para o polimento. A técnica de lixamento consistiu em se lixar a amostra sucessivamente com lixas de granulometria cada vez menor, mudando-se de direção (90°) em cada lixa subsequente até desaparecerem os traços da lixa anterior. A sequência utilizada de lixas d'água de óxido de alumínio para este trabalho metalográfico foi de 220, 240, 280, 320, 400, 600 e 1200.

Logo em seguida foi realizado o polimento, operação pós lixamento que visa um acabamento superficial polido isento de marcas, utiliza para este fim abrasivos como pasta de diamante ou alumina. Neste caso, foi utilizado a alumina de 1, 0,3 e 0,05 microns. Antes de realizar o polimento foi feita uma limpeza na superfície da amostra, de modo a deixá-la isentam de traços abrasivos, solventes, poeiras e outros, usando álcool isopropílico e algodão.

Em seguida foi realizado o ataque químico seu objetivo foi permitir a identificação (visualização) dos contornos de grão e as diferentes fases na microestrutura. Um reagente ácido (Nital 2%) foi colocado em contato com a superfície da peça por certo tempo. O reagente causou a corrosão da superfície, como podemos ver na Figura 2. Os reagentes são escolhidos em função do material e dos constituintes macroestruturais que se deseja contrastar na análise microscópica. Antes da amostra sofrer o ataque, a mesma foi perfeitamente limpa e seca, por isso utilizou-se álcool isopropílico e posteriormente foi secada rapidamente através de um jato de ar quente fornecido por um secador.

Figura 2: Amostra atacada com Nital 2%.



Fonte: Os autores, 2022.

Após a preparação da amostra foram realizados os ensaios mecânicos, são eles:

Ensaio de dureza. O ensaio de dureza foi realizado no durômetro Albert Gnehm OM 150, mostrado na Figura 3.

Figura 3: Durômetro.

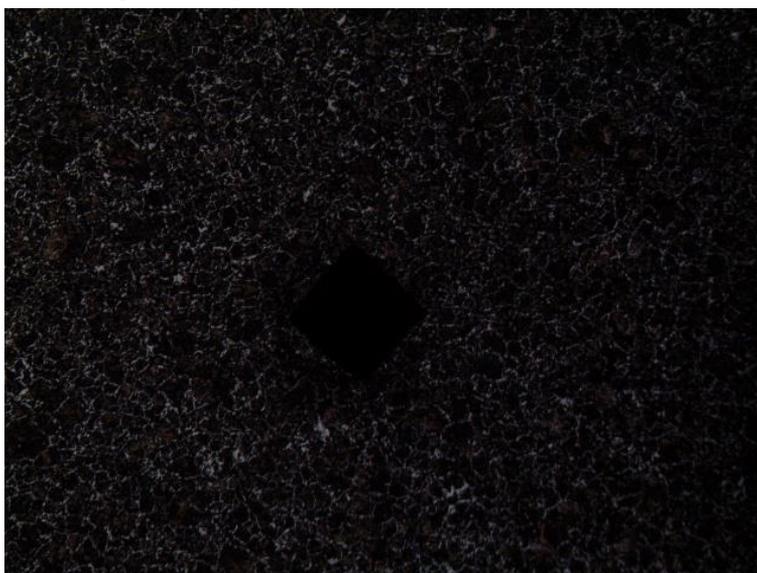


Fonte: Os autores, 2022

O método do ensaio de dureza realizado foi o ensaio de dureza Vickers. Este ensaio se baseia na resistência que o material oferece à penetração de uma pirâmide de diamante de base quadrada, submetido a uma determinada carga. O valor da dureza é o quociente da carga aplicada pela área de impressão deixada.

Para este trabalho foi utilizado uma carga equivalente a 30kgf que foi exposta por 15 segundos em quatro pontos distintos na amostra, o que resultou em impressões semelhantes à apresentada na Figura 4.

Figura 4: Impressão do ensaio de dureza na amostra.



Fonte: Os autores, 2022

Ensaio de Microdureza, O ensaio de microdureza foi realizado no microdurômetro de marca Future-Tech FM-700, mostrado na Figura 5.

Figura 5: Microdurômetro.

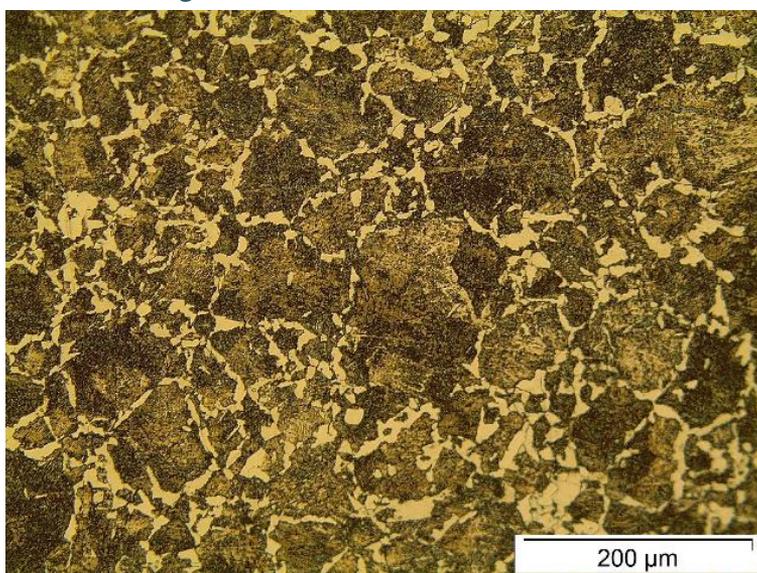


Fonte: Os autores, 2022

O processo do ensaio de microdureza é muito semelhante ao de dureza, exceto que é feito numa escala microscópica com instrumentos de alta precisão, o que permite realizar ensaio de dureza em camadas finas de revestimento e também em microconstituintes presentes no material. Neste ensaio também foi realizado o método Vickers.

Para este trabalho foi utilizado uma carga equivalente a 100gf que foi exposta por 20 segundos na região do microconstituente apresentado na Figura 6.

Figura 6: Local do Ensaio da Microdureza.



Fonte: Os autores, 2022

Em seguida foi realizado um ensaio de composição química. A análise de composição química da amostra embutida foi realizada em um espectrofotômetro de energia dispersiva de raios-X (EDX) produzido pela empresa Shimadzu modelo EDX-720, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7: EDX-720 SHIMADZU.



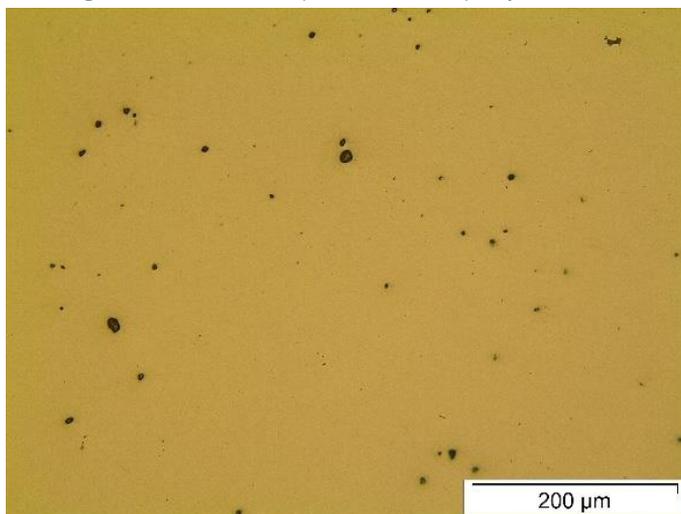
Fonte: Os autores, 2022

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio micrografico, Consiste no estudo dos produtos metalúrgicos, com o auxílio do microscópio, onde se pode observar as fases presentes e identificar a granulação do material (Tamanho de grão), o teor aproximado de carbono no aço, a natureza, a forma, a quantidade, e a distribuição dos diversos constituintes ou de certas inclusões.

Foi obtido imagens no microscópico ótico com ampliação de 200 vezes, mostrado na Figura 8, em que foi possível observar incrustação característico de um aço conhecido na literatura como aço sujo.

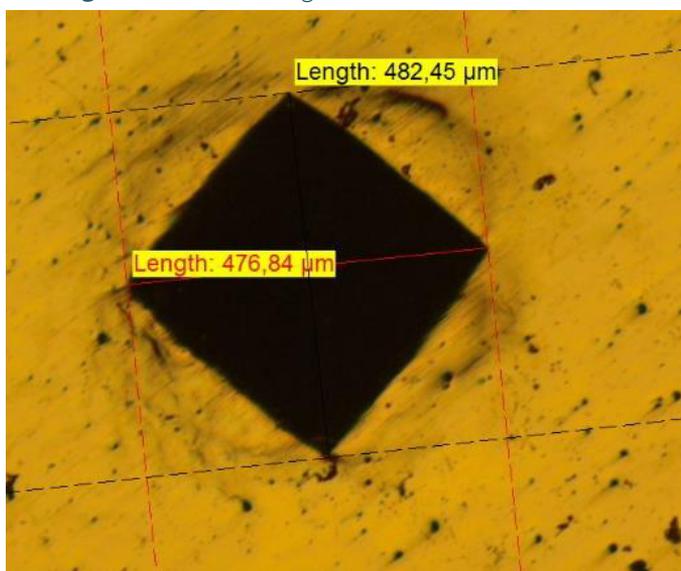
Figura 8: Amostra ampliada com ampliação de 200x.



Fonte: Os autores, 2022

Ensaio de dureza. Após a aplicação da carga sobre a peça no tempo determinado nos quatro pontos distintos, foi realizada uma análise microscópica para a medição das linhas longitudinais impressas na peça, como mostra a Figura 9. Obtemos os valores apresentados na Tabela 1.

Figura 9: Medidas longitudinais do ensaio de dureza.



Fonte: Os autores, 2022

Tabela 1: Medidas e valores de dureza obtidos.

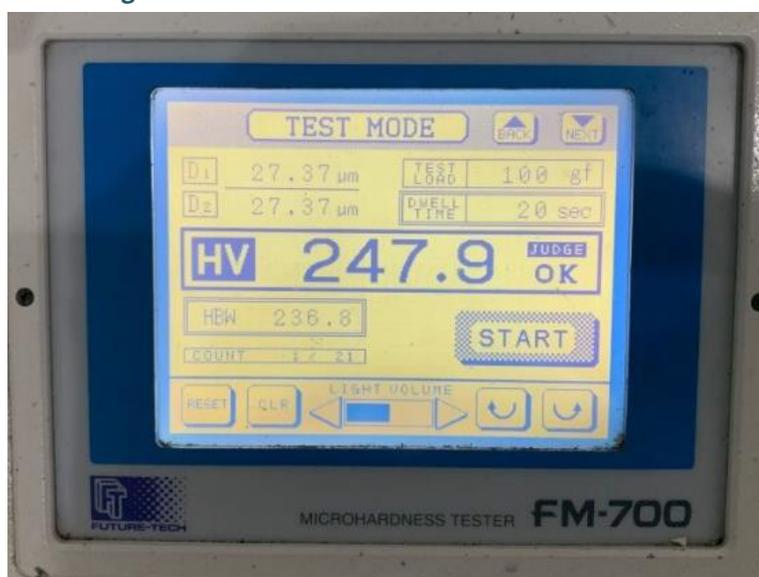
D1 (μm)	D2 (μm)	Hv
482,45	476,84	241,76
472,29	475,03	247,91
468,37	475,10	249,03
469,52	472,42	250,75

Fonte: Os autores, 2022

Aplicando uma média aritmética podemos chegar no valor media pra dureza equivalente a 247,58 HV.

Ensaio de microdureza, após a aplicação da carga sobre o microconstituente apresentado na Figura 6 a FM-700 retornou os valores de d1 e d2 iguais a 27,37 μm e um valor de dureza de 247,9 HV, como mostra a Figura 10.

Figura 10: Valores obtidos no ensaio demicrodureza.



Fonte: Os autores, 2022

A partir da análise da Figura 6 e do valor de dureza obtido apresentado na Figura 10, podemos afirmar que se trata do microconstituente perlita. A perlita é um conjunto de lamelas de ferrita e cementita com a mesma orientação cristalográfica.

Esse microconstituente apresenta uma elevada dureza, alta resistência mecânica, resistência ao desgaste e resistente a fadiga. Muito comum nos aços carbonos com alto teor de carbono usados como parafuso de fixação para fios de alta tensão.

Ensaio de espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDX), No ensaio de EDX foi analisada a composição do material estudado, obtendo um seguinte resultado apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Composição Química.

Composição Química	Peso atômico (%)
Fe	99,23
Mn	0,73
Zn	0,04
Cr	0,01

Fonte: Os autores, 2022

A composição química apresentada na Tabela 2 mostra que o aço se trata de um aço SAE 1045, muito utilizado para a fabricação de parafusos, em especial a parafusos de fixação de fios de alta tensão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos dados obtidos pode se afirmar que se trata de um aço ao carbono com alto teor de carbono classificado como um Aço SAE 1045.

É um aço muito utilizado na indústria principalmente para a fabricação de peças forjadas, peças usinadas e parafusos em geral, pois, pode ser facilmente forjado entre 980°C e 1260°C e apresenta boa usinabilidade.

Das principais características desse aço podemos citar a dureza que tem grandeza entre 200HV e 300HV, como podemos observar o valor aproxima-se do encontrado no teste de dureza realizado previamente.

Apresenta em sua composição Ferro (Fe), Manganês (Mn, 0,6 a 09%), Carbono (C, 0,37 a 0,44%), Enxofre (S, 0,05% Max.) e Fósforo (P, 0,04% Max.).

No geral é um aço que apresenta boas propriedades físicas e químicas para enfrentar as intempéries que o parafuso de fixação de fio de alta tensão sofre no decorrer do uso prolongado em postes.

REFERÊNCIAS

BUDA, J. Why Bolts Fail? Machine Design, Edited by Stephane Muraski Johnson, 1994.

Ciser. (2006). Elementos de Máquinas. CET.

COLPAERT, H. (2008). Metalografia dos Produtos Siderurgicos comuns: Vol. 4a Edição.

GRIZA, S. Dissertação de Mestrado, Programa em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGE3M – UFRGS), Porto Alegre, 2000.

JIANG et al. (2002) An Experimental Investigation on Frictional Properties of Bolted Joints.

NISHIDA, S. Failure Analysis in Engineering Applications, Butherwort-Heinemann, Great Britain, 1992.

RODRIGUES, C. (2015) Avaliação do Comportamento Mecânico e Tribológico de Parafusos de Classe 10.9 para Emprego Estrutural

Shigley, J.E. (2005) Projeto de Engenharia Mecânica. 7 ed. Porto Alegre: Bookman.