

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO MICROESTRUTURAL DE AÇOS AISI 1045 E AISI H-13

EVALUATION OF THE MICROSTRUCTURAL CONDITION OF AISI 1045 AND AISI H-13 STEEL

¹FOZ, Murilo R; ¹GUIMARÃES, Douglas Orlando Teixeira; ¹GONÇALVES, Gustavo José Corrêa;
¹MENDES, Cláudia Luisa; ¹RIBEIRO, Fernando Sabino Fontequê.

¹Departamento de Engenharia Mecânica – Centro Universitário das
Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

Uma análise microestrutural de um componente metálico é necessária para que possíveis falhas sejam previstas no projeto em relação aos detalhes observados em laboratório e como eles interferem na aplicabilidade do material. O objetivo deste trabalho foi comparar a microestrutura dos aços SAE 1045 e AISI H-13 das amostras com imagens retiradas de bibliografia confiável do assunto. As amostras usinadas foram cortadas e as pequenas seções de estudo foram embutidas, lixadas, polidas e passaram por ataque químico, permitindo a observação das propriedades superficiais das amostras. As imagens obtidas através de microscópio permitiram a visualização da estrutura dos materiais e atestam a sua condição e suas propriedades.

Palavras-chave: Metalografia; Aços; AISI 1045; AISI H-13

ABSTRACT

A micro-structural analysis of a metallic component is necessary so that possible failures can be predicted in the project, in relation to the details observed in laboratory and how they interfere in the materials applicability. The objective of this paper is to compare the micro-structures of SAE 1045 and AISI H-13 steel of the samples with images taken from proprietary work on the subject. The machined samples were cut, and the small study sections were embedded, sanded, polished and put through a chemical attack, in order to reveal the superficial properties of these samples. The images obtained through a microscope allowed the observation of the structure of the materials and attest to their condition and properties.

Keywords: Metallography; Steels; AISI 1045; AISI H-13.

INTRODUÇÃO

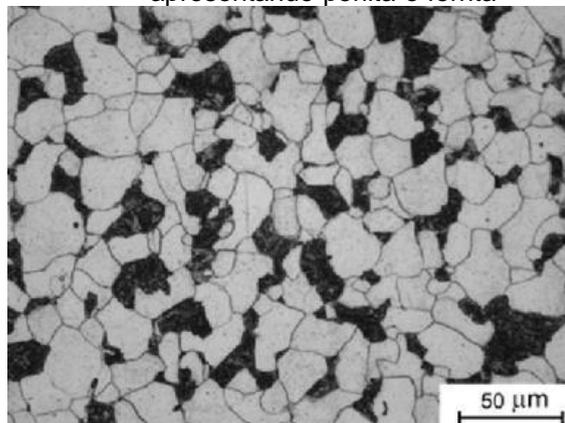
A metalografia, como parte da ciência de materiais, tem como objetivo o estudo da morfologia e estrutura dos metais. Para realizar estes estudos, uma superfície metálica é cortada de uma amostra, e então lixada, polida e atacada quimicamente, revelando completamente as propriedades de metal. Finalmente, se realiza a observação de micrografia ou macrografia da superfície (ROHDE, 2017).

Para garantir alta confiabilidade na aplicação de ligas metálicas na indústria, é necessário realizar o estudo de suas micro e macroestruturas, pois permitem revelar possíveis defeitos, garantir que suas propriedades atendam as necessidades do uso, e até mesmo auxiliar no desenvolvimento de novas ligas metálicas. Com isso em mente, a metalografia é indispensável para realizar este tipo de análise (BARCELOS, 1976).

Seja no estudo de materiais metálicos, sintéticos ou cerâmicos, é entendimento de seus arranjos atômicos e como afetam suas propriedades. Os metais, por exemplo, se cristalizam quando passam do estado líquido para o sólido, e seus átomos passam a se organizar de maneira regular que se repete tridimensionalmente, o que é chamado de sistema cristalino. Entre diferentes metais, por exemplo, existem alguns tipos de distribuição estrutural dos átomos: Cúbico de Corpo Centrado (CCC), Cúbico de Faces Centradas (CFC), Hexagonal Compacto (HC), entre outros, cada uma contribuindo diferentes propriedades ao material (VIECELLI, 2008).

Apesar de um material apresentar um sistema cristalino, sua estrutura interna não é uniforme, devido ao número de irregularidades e fases presentes, que variam dependendo do método de fabricação e as condições que o material se submete durante o uso. Quando se observa com um microscópio, os conjuntos cristalinos se juntam em contornos irregulares que formam grãos, que por sua vez se ligam entre si por um limite, denominado contorno de grão. O tamanho, forma e orientação preferencial são propriedades relevantes que influenciam nas propriedades do material (VIECELLI, 2008). Um tipo de processo que pode afetar os contornos de grãos nos metais é a aplicação de tratamentos térmicos, modificando propriedades como resistência mecânica e dureza dos materiais. Um tratamento térmico é realizado ao se submeter o metal a um processo de aquecimento e resfriamento, que possui temperatura, atmosfera e velocidade de resfriamento controlado. Os efeitos desse processo na granulometria do material podem ser observados através de análises metalográficas. Na Figura 1, é representada uma estrutura típica de uma micrografia de um aço de médio carbono.

Figura 01 – Exemplo de estrutura metalográfica apresentando perlita e ferrita



Fonte: Revista matéria. Acesso em março, 2023.

Para realizar a análise metalográfica de um metal, é necessário que a superfície da amostra a ser analisada passe por uma série de processos que permitam a análise de suas propriedades, que pode ser de nível macrográfico (até 50x de ampliação) ou micrográfico (acima de 50x de ampliação, utilizando microscópio). A presença de rugosidade alta e riscos deve ser eliminada para garantir o sucesso da leitura.

Segundo Rohde (2010), a sequência para realizar o preparo da amostra pode ser descrita da seguinte forma: Uma parte do material deve ser cortada para atingir um tamanho que permita a análise e, caso necessário, embutido com uma resina para facilitar seu manuseio. Em seguida, se realiza o lixamento e o polimento da superfície, e se finaliza a preparação do material com um ataque químico com um ácido, deixando o material livre de riscos e imperfeições e pronto para observação com microscópio óptico.

Caso seja observada a presença de riscos e resquícios dos processos de acabamento, ou caso a ação do ataque químico não seja satisfatória, deve se refazer parte dos processos anteriores novamente, com todos os cuidados necessários, até que se obtenha resultados de qualidade.

Existem normas para regulamentação dos aços comercializados no Brasil, nomeando-os de acordo com sua composição química e aplicabilidade, e dividindo-os em dois grandes grupos: aços-ao-carbono e os aços de baixa liga, aços de alta-liga (ABNT, 2000 apud BRUNATTO, 2016). Encontram-se disponíveis para consulta as conhecidas normas AISI (Instituto Americano do Ferro e do Aço), SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos), DIN (Instituto Alemão para normatização) e a brasileira ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O aço AISI 1045 ganha essa sequência numérica seguindo a regra: os dois primeiros algarismos designam a classe do aço e os dois últimos, a quantidade média de teor de carbono multiplicado por cem. Possui outros elementos em sua composição: Manganês – 0,60 a 0,90%; Fósforo (máximo) – 0,040%; Enxofre (máximo) – 0,050%; Silício – 0,10 a 0,60% (OLIVEIRA, DENTI,

2007). A NBR 172/2000, classifica o aço AISI 1045 como sendo um material para construção mecânica, ao carbono e especial

Na indústria, o aço AISI 1045 é amplamente utilizado e versátil, sendo encontrado em diversos componentes, peças e produtos. Porém, muitas vezes necessita-se de características específicas para determinados projetos, como é o caso da indústria de moldes e de componentes que são submetidos a trabalhos com variações de temperatura

constantes. Considerando este fato, aços-liga ganham espaço e são frequentemente empregados para tal fim, como é o caso do aço-liga AISI H-13.

Segundo a ABNT, o aço H-13 está classificado como aço ferramenta; estes metais são classificados de acordo com a sua aplicação específica, sendo observadas características térmicas, mecânicas e de microestrutura (SILVA, MEI, 2010 apud SILVEIRA, 2021). O aço H-13 possui os seguintes elementos: Carbono – 0,40%; Manganês – 0,40%; Silício – 1,00%; Cromo – 5,00%; Molibdênio – 1,30%; Vanádio – 1,00%. Os teores de cromo e molibdênio fornecem uma boa temperabilidade e as ferramentas fabricadas podem ser submetidas a refrigeração por água, resistindo aos choques térmicos sem que trincas profundas apareçam em sua superfície, resistindo, também, às trincas superficiais (ASM, 1990 apud SILVEIRA, 2021).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo prático do procedimento metalográfico de aços do tipo AISI 1045 e H13, podendo assim evidenciar sua microestrutura previamente a processos de fabricação ou tratamentos térmicos que pudessem alterar a disposição dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção, serão evidenciados os procedimentos acerca do procedimento para preparação das amostras.

Seções dos corpos de prova dos aços AISI 1045 e H13 foram cortados por disco abrasivo e necessitaram ser embutidos na baquelite para que o processo de lixamento fosse executado com êxito, tendo em vista que pequenas porções de metal (Figura 02) são difíceis de serem seguradas com as mãos para efetuar o movimento necessário nas lixas e no polimento.

Figura 02 – Porção de metal posicionado na embutidora



Fonte: Próprios autores

A máquina utilizada para realizar o embutimento foi uma embutidora metalográfica da marca Fortel (Figura 03) possuindo manômetro e um controlador de temperatura, tempo de aquecimento e tempo de resfriamento. Tais componentes da embutidora permitem a fusão da baquelite e a formação de uma peça cilíndrica que envolve o pequeno metal sem que existam bolhas ou defeitos de geometria. Defeitos são dispensados, pois podem prejudicar o processo de lixamento.

Figura 03 – Máquina embutidora e detalhe do manômetro e controlador de temperatura/timer



Fonte: Próprios autores

Com o material no interior do duto da embutidora, necessitou-se colocar baquelite em pó em uma quantidade suficiente para que o componente resultante seja manuseável, como mostra a Figura 04.

Figura 04 – Baquelite em pó no interior da máquina embutidora



Fonte: Próprios autores

Fechou-se a parte superior da cavidade, ativou-se a elevação de temperatura da máquina e, manualmente, pressurizou-se a câmara de fusão pela alavanca frontal do equipamento. Após aproximadamente dez minutos de aquecimento e sete minutos de resfriamento, o material pôde ser ejetado para fora da cavidade como exibe a Figura 05. Na Figura 06, estão indicadas as peças embutidas no baquelite.

Figura 05 – Detalhe do componente de baquelite entre as duas peças pressurizadoras



Fonte: Próprios autores

Figura 06 – Amostras embutidas e nomeadas



Fonte: Próprios autores

Na máquina lixadeira e poltriz Fortel, acoplou-se uma lixa de granulometria 180 para iniciar o processo de lixamento acompanhado de água em abundância para que a temperatura não se elevasse. A máquina é demonstrada na Figura 07.

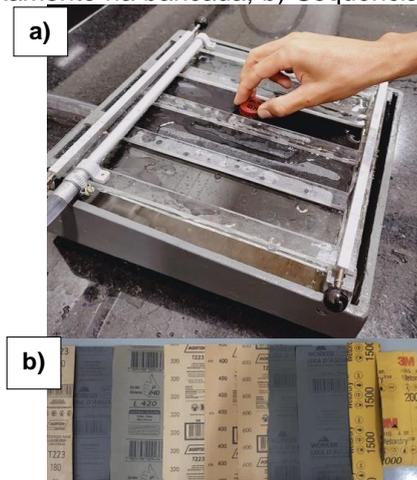
Figura 07 – a) Lixadeira e poltriz Fortel com a lixa 180 acoplada; b) Processo de lixamento



Fonte: Próprios autores

A Figura 08, por sua vez, ilustra a bancada de lixamento com irrigação de água pelo mesmo motivo na qual o líquido é utilizado no processo na máquina poltriz. A combinação de imagens também apresenta a sequência de lixas utilizadas até se obter uma superfície com riscos de tamanhos micrométricos.

Figura 08 – a) Lixamento na bancada; b) Sequência de lixas utilizadas

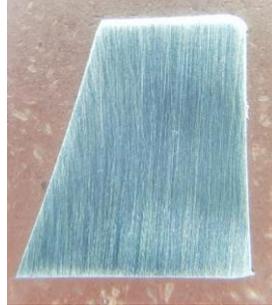


Fonte: Próprios autores

O procedimento se sucede rotacionando a 90° as amostras a cada granulometria de lixa, facilitando a visualização dos riscos residuais anteriores. Foram utilizadas as seguintes granulometrias: 180, 220, 240, 320, 400, 600, 800, 1200, 1500 e 2000.

Após o término do processo da lixa 2000, necessitou-se observar no microscópio lupa, da marca Opton, a direção dos riscos, e estando eles no mesmo sentido, sem nenhum resíduo de risco da lixa 1500, avançou-se para a etapa de polimento. Observa-se os riscos resultantes na Figura 09.

Figura 09 – Detalhe dos riscos ampliados pelo microscópio



Fonte: Próprios autores

Na fase de polimento dos objetos em análise, foram utilizados suprimentos específicos para se alcançar uma superfície livre dos riscos provenientes do lixamento. A mesma máquina politriz Fortel, juntamente com uma boina de polimento de cor amarela, serviram de base para que a pasta de diamante de 1 micron executasse o espelhamento dos metais. Utilizou-se álcool 70° para resfriamento e lubrificação do material durante o processo apresentado na Figura 10, evidenciando a boina e a pasta de diamante.

Figura 10 – Detalhes do processo de polimento:
a) Seringas com pasta de diamante; b) Boina de polimento; c) Processo de polimento



Fonte: Próprios autores

Ao concluir-se o polimento, lavou-se o metal com água, detergente e álcool, seguindo de uma secagem com soprador térmico evitando o surgimento de oxidação na face a ser analisada.

O Nital 5%, consiste em uma solução de 95% de etanol e 5% de ácido nítrico em volume, e foi utilizado no processo para se realizar o ataque químico nos metais, revelando as microestruturas a serem observadas no microscópio. Uma pequena porção do produto químico foi colocada em um recipiente, a face de estudo mergulhada e, sequencialmente, lavou-se novamente o material, secando-o com o soprador térmico. No detalhe da Figura 11, o Nital 5% utilizado nos ensaios.

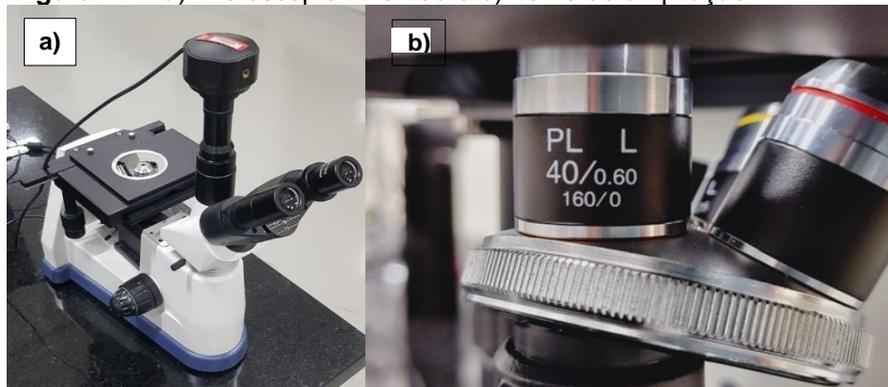
Figura 11 – Recipiente com Nital 5%



Fonte: Próprios autores

Finalizando-se as etapas de embutimento, lixamento, polimento e ataque químico, deu-se início as análises no microscópio invertido. A Figura 12 mostra o microscópio e o detalhe da lente utilizada, onde o valor de 40 apresentado é a ampliação da lente, que multiplicando-se com a ampliação da lente ocular, 10 vezes, obtém-se a ampliação de 400 vezes.

Figura 12 – a) Microscópio invertido e b) Lente de ampliação



Fonte: Próprios autores

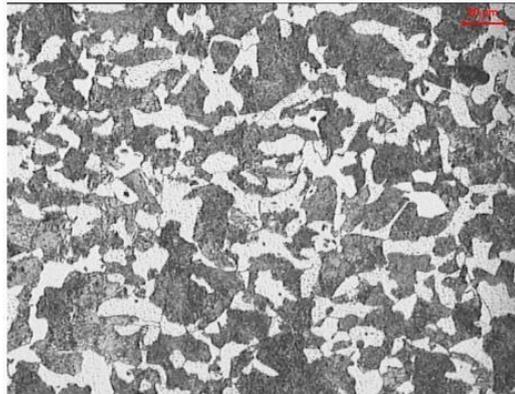
RESULTADOS

Observando as imagens resultantes do processo de metalografia com as imagens da estrutura dos aços AISI-1045 e AISI-H13, é possível analisar as estruturas que os formam e comparar com as imagens encontradas nas bibliografias utilizadas.

Caso houver disparidades nos resultados obtidos pelo processo de metalografia, é possível que o material utilizado no experimento tenha sofrido mudanças devido a exposição a altas temperaturas nos processos de corte, ou até mesmo que a amostra de um material diferente ao esperado.

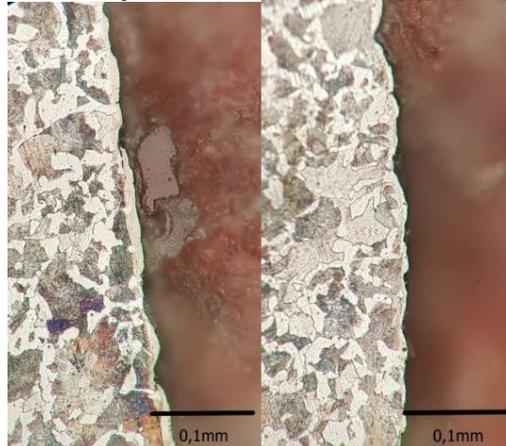
Analisando o aço AISI -1045, o Bezerra (2008) encontrou os resultados da Figura 13. As regiões enegrecidas se trata de perlita, comumente formada em aços-carbono e ferros fundidos. Já as regiões brancas são compostas de ferrita, que possui baixa quantidade de carbono, apresentando baixa dureza e alta maleabilidade. As mesmas estruturas podem ser observadas na Figura 14, que foi capturada durante o processo descrito neste artigo.

Figura 13 – Aço AISI-1045 em Microscópio Óptico



Fonte: Bezerra (2008).

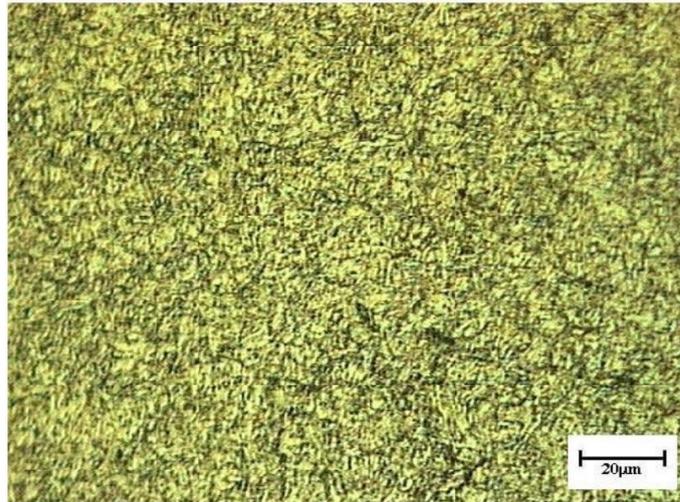
Figura 14 – Aço AISI-1045 em Microscópio Óptico



Fonte: Próprios autores

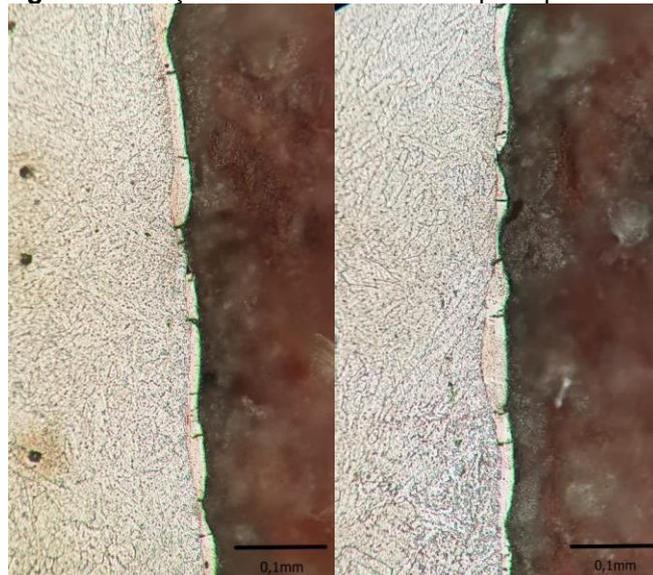
Quanto ao aço AISI H-13, analisando os resultados obtidos pelo autor Santos (2015) na Figura 15, a principal estrutura observada é a martensita, uma solução de ferro e carbono, formada a partir da austenita após um processo de resfriamento brusco na produção do metal. Essa microestrutura pode ser observada também na Figura 16, encontrada neste trabalho, porém com uma quantidade maior de austenita revenida (regiões brancas) presente na borda do material com o baquelite.

Figura 15 – Aço AISI-H13 em Microscópio Óptico



Fonte: Santos (2005)

Figura 16 – Aço AISI-H13 em Microscópio Óptico



Fonte: Próprios autores

CONCLUSÕES

Seguindo o objetivo do trabalho, foi possível obter imagens em nível microestrutural das amostras de aço AISI 1045 e AISI H-13, permitindo comparar os resultados com imagens retiradas das bibliografias utilizadas. É possível afirmar que os metais utilizados neste estudo se enquadram com as características esperadas, sem notáveis falhas na superfície ao longo do corte da amostra.

Conclui-se, apoiando-se na bibliografia utilizada, que a Metalografia é um campo de estudo que permite analisar as propriedades estruturais de um material, o que é essencial para a indústria mecânica, que depende da confiabilidade desses materiais para a execução de projetos em diferentes escalas.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, Eduardo J. B. V.; FILHO, Francisco A.; CUNHA, Ricardo C. **Metalografia Quantitativa Automática. Algumas Aplicações.** 1976. Instituto de Energia Atômica. São Paulo, 1976.

BEZERRA, Diego Carreras; MACHADO, Izabel Fernanda. **Avaliação Da Usinabilidade Em Torneamento de Aço ABNT 1045, Para Diferentes Velocidades De Corte E Ferramentas.** USP, 2008.

BRUNATTO, Silvio F. **Introdução ao estudo dos aços.** 21f. 2016.

OLIVEIRA, Claudia S. de; DENTI, Guilherme B. **Avaliação da tenacidade ao impacto da região revenida pelo passe duplo em soldagem smaw do aço aisi 1045.** 2007. 48f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

ROHDE, Regis A. **Metalografia Preparação De Amostras: Uma Abordagem Prática.** Santo Ângelo, 2010.

SANTOS, Leandro Corrêa dos. **Estudo Dos Parâmetros De Têmpera E Sua Influência Na Microestrutura e Nas Propriedades Mecânicas Em Aços-Ferramenta.** Universidade De São Paulo, 2005.

SILVEIRA, Michele L. **Avaliação da integridade superficial do aço ABNT H-13 submetido à operação de fresamento frontal.** Fevereiro 2021. 187f. Tese de doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, 2021.

VIECELLI, Alexandre. **Laboratório de Materiais e Metalografia.** UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. Caxias do Sul, 2008.