

Resfriamento Controlado após Forja a Quente



ALISSON DUARTE

alisson@sixpro.pro
www.sixpro.pro

Atua no setor de Engenharia da SIXPRO Virtual&Practical Process. É também Professor do Dept. de Eng. de Materiais da UFMG e do Dept. de Eng. Metalúrgica da PUC Minas. Possui Pós-Doutorado em Metalurgia da Transformação.

Após o processo de conformação a quente de uma peça metálica, é usual realizar operações de tratamento térmico para fins de aumento da resistência mecânica do material e, assim, melhorar o desempenho do componente em serviço. Os tratamentos térmicos mais empregados são a têmpera e o revenimento. Além desses, a normalização antes da têmpera também pode ser realizada.

Na maioria das vezes, o componente mecânico é resfriado ao ar logo quando sai do seu forjamento a quente. Depois é reaquecido e normalizado. Na sequência, é reaquecido e temperado. Finalmente, reauecido e revenido. Os custos com esses processos são consideráveis, incluindo equipamentos, insumos, energia térmica, mão de obra,

estoque, baixa produtividade e etc. Em alguns casos, esses processos são terceirizados, demandando custos adicionais com gestão e transporte. Mas afinal, esses custos com tratamentos térmicos são realmente necessários? Não seria possível ao menos minimizá-los? Não é possível utilizar o calor da própria peça forjada a quente para realizar o tratamento térmico?

As microestruturas possíveis de se obter em um determinado metal, com o seu tamanho de grão e a sua composição química específica, são a resposta técnica aos questionamentos econômicos. Compreende-se que a maneira de se processar um material tem influência direta na sua estrutura. Essa estrutura determina as propriedades mecânicas do material, que por sua vez são determinantes para o desempenho

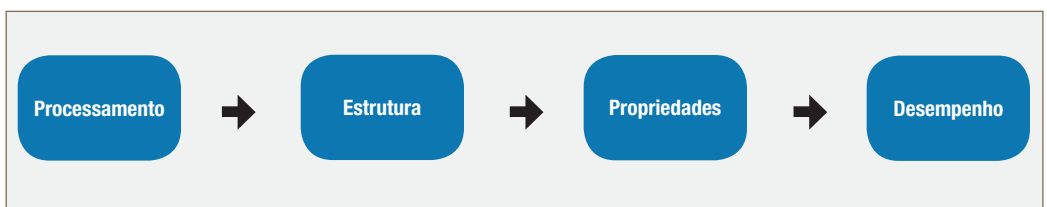


Fig. 1. Fatores de influência no desempenho de um componente metálico

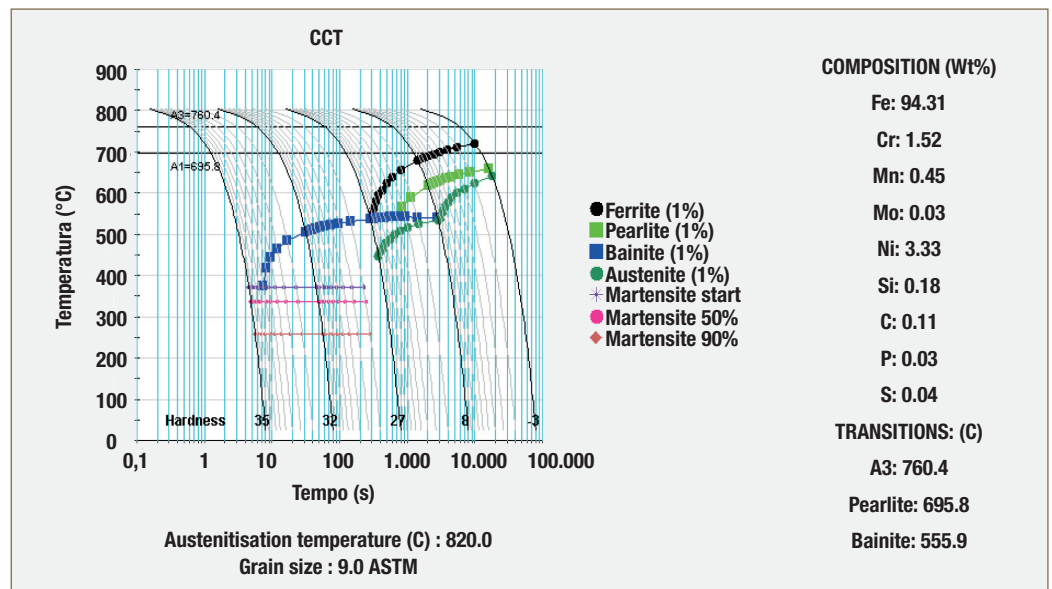


Fig. 2. Diagrama TRC para o aço SAE 3310 (JMatPro, v10.2)

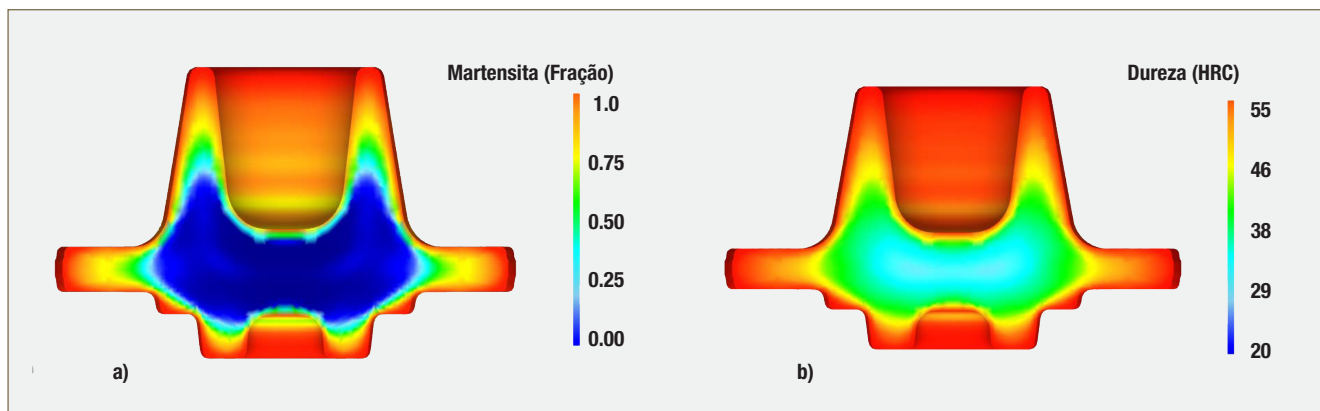



Fig. 1. Distribuição a) martensítica e de b) dureza na seção de uma peça em aço SAE 4140 forjada a quente e temperada

do componente metálico (Fig. 1).

A previsão das microestruturas finais presentes em um material, após o seu processamento, demanda compreensão acerca da cinética de transformação de fases do material. Essa cinética pode ser representada, por exemplo, através de diagramas de transformações de fases. Os diagramas mais comuns são aqueles que levam em consideração um resfriamento contínuo (diagramas TRC) ou uma situação em temperatura constante (diagramas TTT). A Fig. 2 exemplifica um diagrama TRC, mostrando que a microestrutura final é dependente da taxa de resfriamento.

Os diagramas de transformação de fases podem ser previstos através do software JMatPro®, uma vez estabelecidos: composição química do material, tamanho de grão e temperatura de austenitização. Já a taxa de resfriamento depende das condições de processo e da geometria da peça forjada. Assim, torna-se necessário realizar a previsão do processo via Método dos Elementos

Finitos, utilizando os diagramas como dados de entrada, além de uma série de outras informações sobre o material. A Fig. 3 mostra a distribuição de martensita na seção de uma “flange” forjada a quente e temperada e também mostra a distribuição de dureza na mesma seção.

Finalmente, as simulações acerca do material e do processo constituem ferramentas fundamentais na determinação de práticas padrões para um controle eficiente do resfriamento após o forjamento a quente. Essas práticas podem levar a uma considerável redução de custos, eliminando a normalização e até mesmo a têmpera e o revenimento clássicos. Além disso, a variação da composição química da liga metálica também pode ser virtualmente investigada e uma eventual modificação da matéria-prima pode ser considerada. 

Shimisutec