



O que é Tratamento Térmico de Aços?

Definição conforme norma NBR 8653

“Operação ou conjunto de operações realizadas no estado sólido compreendendo o aquecimento, a permanência em determinadas temperaturas e resfriamento, realizados com a finalidade de conferir ao material determinadas características”

De maneira bem simples, o aço pode estar na condição “Mole” ou “Duro” para sofrer processos industriais de transformação por usinagem, forjamento, extrusão, trefilação, ou conformação / estampagem.

O tratamento térmico modifica as propriedades mecânicas, elétricas e magnéticas do aço e altera essa condição “Mole / Duro” para permitir a utilização na indústria do setor metal-mecânico.

Quando o objetivo é endurecer o aço, o tratamento térmico é denominado de “**Têmpera**”. Uma vez o aço “temperado”, endurecido, será necessário um tratamento térmico adicional porque nesta condição este está muito frágil. Para tornar possível a utilização do aço temperado este precisa sofrer um tratamento térmico adicional denominado de “**Revenimento**” para combinar as propriedades de Dureza e Tenacidade.

A atividade ISOFLAMA consiste do recebimento de peças fabricadas em aço de média e alta liga por processos de usinagem – *operação executada com o aço na condição “mole”* – de empresas diversas do Estado de São Paulo para modificar a propriedade destes para “Duro” através do tratamento térmico. Nessa condição de “aço duro” que a peça tem as resistências ao desgaste, corrosão e fadiga melhoradas e, conseqüentemente, incremento da “vida útil”. Segmentos industriais que utilizarão os serviços de tratamento térmico Isoflama:

- Fabricantes de Ferramentas de corte: brocas; fresas; alargadores



- Matrizes e moldes dos setores Forjaria, Conformação a Frio; Injeção de Plástico, ou Alumínio; Extrusão de Alumínio
- Peças de máquinas, tais como rolos; placas; eixos; etc..

Principais equipamentos de fabricação **Seco/Warwick** do tratamento térmico ISOFLAMA:

Forno VPT-12Bar

Equipamento, ou forno, que permite modificar a propriedade do aço de “mole” para “duro”. Esse processo é realizado no forno VTR-12Bar e consiste do aquecimento do aço sob vácuo até temperaturas que podem oscilar de 900°C até 1250°C (*depende do tipo de aço*) seguido, depois de certo tempo de permanência à temperatura escolhida, de resfriamento com gás nitrogênio sob pressão que pode variar de 1 até 12Bar.

O forno VTR-12Bar é o equipamento da operação de **TÊMPERA** e também denominada de “**Têmpera a Vácuo**”.

Resumidamente, o forno **VPT-12Bar** tem as seguintes características:

- Microprocessador para controle automático dos parâmetros de tratamento térmico: Temperatura e Tempo de processo
- Acesso ao sistema operacional via “web” – operação por controle remoto
- Registros gráficos e eletrônicos do processo – ISO 9002
- Temperatura de trabalho: 1.000 a 1250°C (ideal)
- Aquecimento: ligas de grafite (fonte: energia elétrica)
- Ambiente do forno fase 1 (etapa inicial de aquecimento): em vácuo da ordem de 2×10^{-2} mbar (atmosfera com “ppm” de oxigênio – O₂)
- Ambiente do forno fase 2 (etapa intermediária e final do aquecimento): gás inerte Nitrogênio (N₂)



- O forno de têmpera libera para o ambiente somente o gás inerte Nitrogênio
- A temperatura ambiente não sofre alteração quando o forno está à temperatura de 1250°C. Esse equipamento, ou forno é classificado como de “*parede fria*” por conta desta não ultrapassar 35°C.
- Resfriamento com nitrogênio sob pressão de 1 a 12Bar
- Dimensões úteis: 600 x 600 x 900 mm
- Capacidade: 1.000 kg

A figura 1 mostra o forno de “Têmpera” “Seco/Warwick” **VPT-12Bar**.



Figura 1 – Forno de Têmpera a Vácuo “Seco/Warwick”

Forno VTR

Equipamento, ou forno, que promove o aquecimento do aço temperado à temperaturas de 150 a 750°C, máximo. Essa operação de reaquecimento do aço a menores temperaturas melhora as propriedades deste permitindo utilização pela indústria do setor automotivo e aeronáutico. O forno VTR trabalha sob vácuo no início do processo e depois com gás nitrogênio apenas para proteção da superfície do aço contra oxidação. O forno VTR é



o equipamento da operação de **REVENIMENTO** e também denominada de "**Revenimento a Vácuo**". A Figura 2 mostra um forno de revenimento VTR.



Figura 2 – Forno de Revenimento "Seco/Warwick"

O forno de revenimento em vácuo tem as seguintes características:

- Microprocessador para controle automático dos parâmetros de tratamento térmico: *temperatura e tempo de processo*
- Acesso ao sistema operacional via "web" – operação por controle remoto
- Registros gráficos e eletrônicos do processo
- Temperatura máxima de operação: 750°C
- Nível de vácuo: $6 \cdot 10^{-2}$ mbar
- Atmosfera interna: gás inerte nitrogênio (N₂)
- Sistema de aquecimento: resistências elétricas

A Figura 3 apresenta esquematicamente o ciclo completo de tratamento térmico de TÊMPERA e REVENIMENTO.

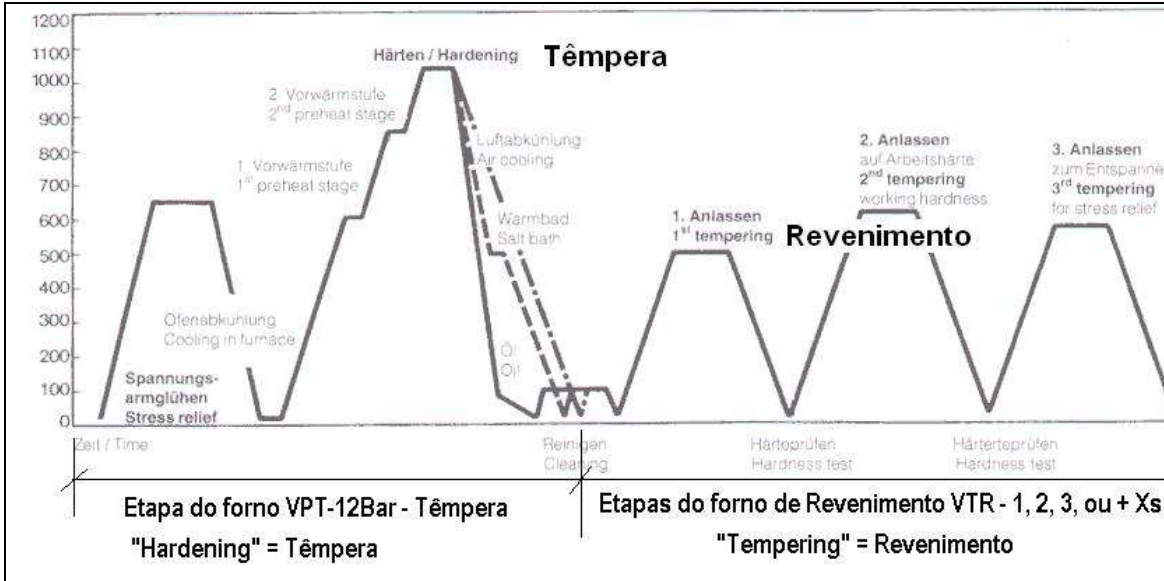


Figura 3 – Representação esquemática do ciclo de tratamento térmico completo de aço denominado "aço-ferramenta para trabalho a quente"

A seguir, tipos de ferramentas construídas em aço média e alta liga que podem ser submetidas ao tratamento térmico Isoflama:

A Figura 4 apresenta um molde construído em aço de média liga para operar em máquina de injeção de alumínio sob pressão. O molde tem dimensões aproximadas de 300 x 580 x 580 mm.



Figura 4 – Molde em aço para injeção de alumínio



A Figura 5 mostra o interior do forno de têmpera montado com duas matrizes construídas em aço média liga e os fios de termopares conectados na peça (*sistema de monitoração da temperatura na peça durante todo o processo*).



Figura 5 – Matrizes montadas na grelha no interior do forno de têmpera

A Figura 6 mostra o forno de têmpera aberto com uma carga de peças construídas em aço inoxidável.



Figura 6 – Carga de aço inoxidável sendo introduzida no forno de têmpera



A Figura 7 mostra diversos moldes temperados.



Figura 7 – Moldes em aço para o setor de injeção de alumínio

A Figura 8 é de uma matriz em aço média liga construída na forma de múltiplas partes, ou segmentada, que será utilizada para a conformação de chapa de aço de uma parte de carroceria de automóvel (caçamba de veículo leve).



Figura 8 – Matriz para conformação a frio segmentada

