

# 2714

## Generalidades

O aço 2714 tem como característica principal ter elevada resistência ao choque na faixa de dureza adequada ao uso. Pode ser fornecido na condição temperado e revenido (sob consulta prévia).

## Aplicações

É utilizado em ferramentas para trabalho a quente, principalmente em matrizes destinadas a forjamento em prensas do tipo martelo e em componentes periféricos. Também é utilizado em anéis de contenção de conjuntos de matrizes para a extrusão de ligas de alumínio e outras matrizes para trabalho de ligas não ferrosas, como fundição por gravidade.

## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, com remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito na temperatura próxima de 600°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm. Resfriar lentamente no forno até 300°C e a seguir em ar calmo.

**Têmpera:** Durante o aquecimento para a austenitização deve ser realizado um pré-aquecimento para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. Pré-aquecer em temperatura próxima de 650°C. Austenitizar em temperatura entre 850 – 900°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar preferencialmente em óleo, pré-aquecido e sob agitação. A têmpera em pressão de nitrogênio, fornos a vácuo ou ao ar deve ser considerada mediante o tamanho, forma e capacidade de equipamentos, devendo ser considerado pelo executor do tratamento térmico.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza específica cada. Para isto utilizar a curva de revenimento orientativa. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura e utilizar no mínimo duplo revenimento. Este aço pode ser revenido para dureza entre 35 – 43 Hrc.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V
0,55	0,25	0,75	1,00	0,45	1,65	0,10

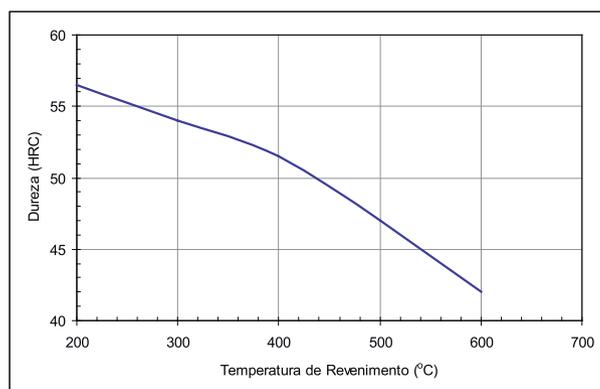
## SIMILARIDADES

W.Nr. 1.2714 • DIN  
56NiCrMoV7 • VMO  
GERDAU 2714

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com dureza máxima de 240 HB.

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO



**Têmpera a partir de 850°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.**

**Nitretação:** Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. No caso do aço 1.2714a nitretação pode levar ou não à formação da Camada Branca. A dureza máxima após a nitretação é da ordem de 900 – 1000HV.

# 420

## Generalidades

O aço 420 é um Aço Inoxidável Martensítico que possui excelente resposta ao tratamento térmico de têmpera e revenimento, podendo ser endurecido para dureza na faixa de 48-52 HBc. Quando destinado ao segmento de moldes para injeção de plásticos seu processamento busca excelentes propriedades de polibilidade, resistência à corrosão em diferentes meios e a oxidação até temperaturas próximas de 500°C, além de resistência ao desgaste.

## Aplicações

A combinação de suas propriedades o torna adequado a aplicações em moldes de materiais corrosivos, por exemplo, na injeção de polímeros clorados como o PVC e de acetato. Em moldes com câmara quente, sujeitos à umidade atmosférica intensa e na injeção de polímeros abrasivos, como, por exemplo, os termofixos (baquelite) e outros com reforço de carga. É também indicado para moldes na indústria óptica e de vidro. Também pode ser utilizado em: cutelaria, instrumentação cirúrgica, componentes de válvulas e bombas, eixos e outros componentes estruturais.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Mn	Si	Cr	V
0,15 - 0,30	0,50	0,40	13,50	

## SIMILARIDADES

AISI 420 • W.Nr. I.2083 • VC I 50  
W.Nr. I.4028 • W.Nr. I.403 I  
VP420 • GERDAU P420

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com dureza máxima de 230 HB

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO

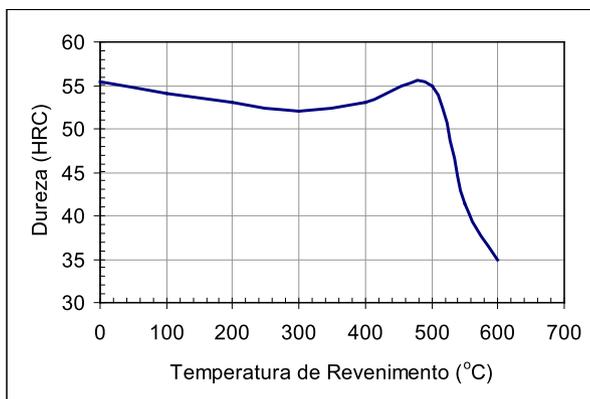


## Tratamento Térmico

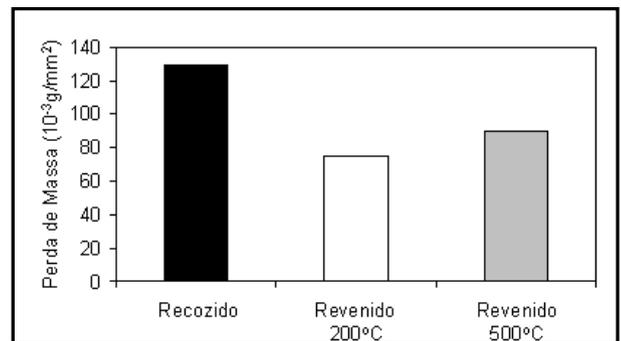
**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito entre 600 – 650°C por no mínimo 2 horas. Resfriar lentamente no forno até 300°C e a seguir em ar calmo.

**Têmpera:** Austenitizar em temperatura próxima de 1025°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar em ar, óleo morno, banho de sal ou pressão de nitrogênio em forno a vácuo. Durante o aquecimento para a austenitização devem ser realizados 2 pré-aquecimentos para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza desejada. Este aço pode ser revenido na faixa de 200°C ou de 520°C para um nível de dureza próximo de 48 – 52 HRC. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura, no mínimo por 2 horas e utilizar duplo revenimento. Para otimizar a resistência à fratura realizar um terceiro revenimento. A variação de dureza no revenimento é mostrada na curva abaixo.



**Tempera a partir de 1025°C - Revenimento duplo, 2 horas cada.**



Quando a ferramenta for sofrer tratamento superficial, nitretação ou revestimento, deve-se optar pelo revenimento a alta temperatura. A Figura acima mostra que tanto no revenimento a baixa quanto a alta temperatura a resistência à corrosão ainda é mantida em níveis superiores ao aço no estado recozido.

# APT

## Generalidades

O aço **APT**, conhecido como “aço prata”, é um aço para trabalho a frio de alto carbono com excelente relação custo benefício na confecção de ferramentas e componentes mais simples, mas que requerem elevada dureza. Tem um ciclo de tratamento térmico simples sendo temperável em água ou em óleo. Dos aços temperáveis em água é aquele que apresenta menor deformação.

## Aplicações

Aplicado principalmente em pontas de lanças (para cavar), ferramentas para madeira, pinos guia, pinos extratores, alargadores, punções, pinos guia e instrumentos de medida. Em ferramentas de corte como serras, brocas, machos, gravadores, etc.

## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, com remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudança brusca de seções, etc., antes do endurecimento na têmpera deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais. O tratamento deve ser feito na temperatura de 660°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm e a seguir resfriar no forno até no mínimo 200°C e a seguir em ar calmo.

**Têmpera:** Durante o aquecimento para a austenitização deve ser realizado pré-aquecimento para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. Pré-aquecer em temperatura próxima de 550°C. Austenitizar em temperatura entre 780 – 820°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Para as maiores seções resfriar em água ou em seções mais finas resfriar em óleo. Pode atingir dureza máxima na têmpera de 67 Hrc.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza especificada. Como este aço não possui endurecimento secundário, deve ser obrigatoriamente revenido em torno de 200°C, mas nunca abaixo de 180°C. Para isto utilizar como guia a curva de revenimento. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura. Utilizar um tempo mínimo de 2 horas. O revenimento duplo é recomendável para uma maior estabilidade dimensional.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Si	Mn	Cr	W	V
1,20	0,25	0,30	0,20	1,00	0,10

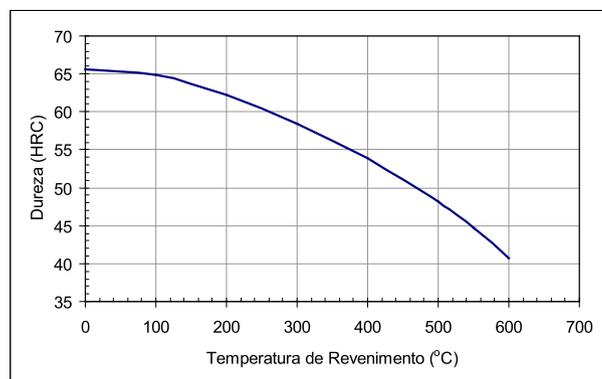
## SIMILARIDADES

W.Nr. 1.2516 • DIN  
120WV4 • Aço Prata

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido retificado, no estado recozido com dureza até ~260 HB.

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO



**Têmpera a partir de 820°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.**

**Nitretação:** Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. Entretanto, o processo de nitretação deve ser controlado de forma a não diminuir significativamente a dureza do corpo da ferramenta. A nitretação deste aço pode ou não levar a formação da Camada Branca. A dureza máxima após a nitretação é da ordem de 900 – 1000HV.

# D2

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Mn	Si	Cr	Mo	V
1,50	0,6	0,6	12,0	1,00	1,00

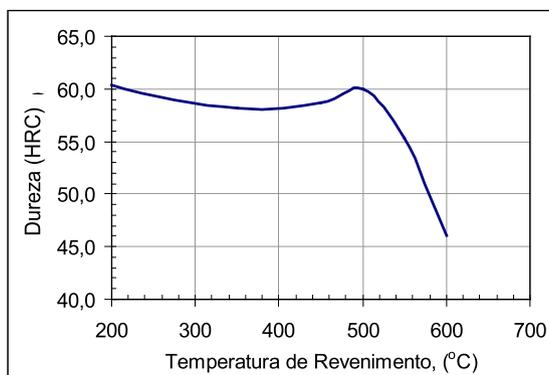
## SIMILARIDADES

ASTM A681 Tipo D2 • AISI D2 •  
DIN X150CrMo12 • W.Nr.1.2379  
VD2 • GERDAU D2

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com  
dureza máxima de 255 HB.

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO



**Tratamento Sub-Zero:** Em determinadas situações, as ferramentas podem ser submetidas a este tratamento para garantir uma máxima estabilidade dimensional. O resfriamento deve ser realizado em temperaturas próximas de  $-90^{\circ}\text{C}$ . Na maioria das vezes é utilizado para ferramentas que serão revestidas por PVD. O tratamento sub-zero pode levar a geração de trincas e deve ser realizado com total controle técnico.

**Nitretação:** Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. No caso do aço D2 a nitretação não pode levar à formação da Camada Branca por fragilizar a superfície nitretada. A dureza máxima após a nitretação é da ordem de 1200HV.

**Eletroerosão e Retífica:** O aço **D2** é suscetível ao aparecimento de trincas após estes processos. Quando realizados fora dos padrões, a eletroerosão e a retífica podem causar a retêmpera da superfície, deteriorar o tratamento térmico na região e levar a formação de trincas. Em casos extremos pode causar a perda da ferramenta. Se necessário realizar um novo revenimento após o acabamento da ferramenta.

## Generalidades

O aço D2 é um Aço Ferramenta para Trabalho a Frio com maior aplicação no segmento metal-mecânico, principalmente na indústria de conformação e corte a frio. Pode ser tratado termicamente para durezas elevadas mantendo boa resistência à fratura. É um aço com alta penetração de dureza na têmpera e excelente estabilidade dimensional e de forma. É capaz de combinar dois ciclos de tratamento térmico diferentes, permitindo com isso o uso posterior de tratamentos superficiais, como a nitretação e o revestimento PVD. Devido sua estrutura, contendo carbonetos duros de cromo, e sua elevada dureza após tratamento térmico, o aço D2 possui excelente resistência ao desgaste, tanto abrasivo quanto adesivo.

## Aplicações

O aço ferramenta **D2** é utilizado em matrizes e punções de conformação e corte. Em ferramentas para dobramento, repuxo, extrusão, pentes laminadores para roscas e facas em geral. Na confecção de moldes para formação de partes cerâmicas e em moldes para a injeção de plásticos técnicos de elevada abrasividade.

## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito entre  $550 - 650^{\circ}\text{C}$  por no mínimo 2 horas. Resfriar lentamente no forno até  $300^{\circ}\text{C}$  e a seguir em ar calmo.

**Têmpera:** Austenitizar em temperatura entre  $1020-1040^{\circ}\text{C}$ . Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar em ar, óleo morno, banho de sal ou pressão de nitrogênio em forno a vácuo. Durante o aquecimento para a austenitização devem ser realizados dois pré-aquecimentos para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de  $70^{\circ}\text{C}$ . De acordo com a curva de revenimento do aço D2 podem ser selecionadas duas faixas de temperatura, 200 e  $540^{\circ}\text{C}$  para uma dureza típica entre 58 – 60 HRC. A seleção dos ciclos de tratamento térmico deve levar em consideração as características de aplicação de cada ferramenta, mas o revenimento em temperatura elevada sempre conduz a uma maior resistência à fratura. Em qualquer caso, devem ser realizados no mínimo dois revenimentos. Em aplicações críticas de desgaste pode ser utilizado com dureza superior a 60 HRC. Quando o material for posteriormente nitretado ou revestido por PVD, o revenimento deve obrigatoriamente ser realizado a alta temperatura. Têmpera a partir de  $1030^{\circ}\text{C}$ . Revenimento duplo, 2 horas cada.

# D6

## Generalidades

O aço D6 é um aço para trabalho a frio com elevada fração de carbonetos e elevada dureza após o tratamento térmico. Estas características conferem a este aço uma elevada resistência ao desgaste, superior a do D2. Entretanto, este aço é mais frágil que o aço D2.

## Aplicações

Sua elevada dureza o torna especialmente adequado para aplicações de severo desgaste como em operações de conformação e corte a frio, em superfícies deslizantes e moldes para materiais cerâmicos. É utilizado em ferramentas de corte como facas, matrizes, punções, tesouras. Em escariadores, mandris, feiras de trefilação, calibres, etc.

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Si	Mn	Cr	W
2,15	0,25	0,45	12,0	0,70

### SIMILARIDADES

ANSI D6 • W.Nr. 1.2436  
DIN X210CrW12 • VC131  
GERDAU D6

### CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com dureza máxima de 255HB.

### CORES DE IDENTIFICAÇÃO

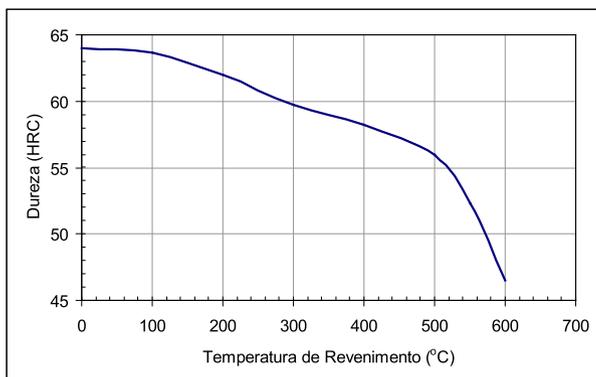


## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, com remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudança brusca de seções, etc., antes do endurecimento na têmpera deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais. O tratamento deve ser feito na temperatura de 550°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm. A seguir resfriar no forno até no mínimo 200°C e a seguir em ar calmo.

**Têmpera:** Durante o aquecimento para a austenitização deve ser realizado pré-aquecimento para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. Pré-aquecer em temperatura próxima de 550°C. Austenitizar em temperatura entre 950 – 970°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar preferencialmente em óleo pré-aquecido em torno de 70°C, sob agitação. Também pode ser resfriado em ar calmo.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza especificada. Como este aço não possui endurecimento secundário, deve ser obrigatoriamente revenido em torno de 200°C, mas nunca abaixo de 180°C. Para isto utilizar como guia a curva de revenimento ao lado. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura e utilizar no mínimo duplo revenimento. Utilizar um tempo mínimo de 2 horas e realizar no mínimo dois revenimentos.



**Têmpera a partir de 970°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.**

**Nitretação:** Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. Entretanto, o processo de nitretação deve ser controlado de forma a não diminuir significativamente a dureza do corpo da ferramenta. A nitretação deste aço não pode levar a formação da Camada Branca, pois fragiliza a superfície nitretada. A dureza máxima após a nitretação é da ordem de 900 – 1000HV, dependendo da dureza inicial após o beneficiamento.

**Eletroerosão e Retífica:** O aço D6 é suscetível ao aparecimento de trincas após estes processos. Quando realizados fora dos padrões, a eletroerosão e a retífica podem causar a retêmpera da superfície, deteriorar o tratamento térmico na região e levar a formação de rincas. Em casos extremos pode causar a perda da ferramenta por trincamento e fratura. Se necessário realizar um novo revenimento pós o acabamento da ferramenta.

# H13

## Generalidades

O aço **H13** é um Aço Ferramenta para Trabalho a Quente com uma excelente combinação entre dureza e resistência à fratura, com a manutenção destas propriedades em temperaturas até 600°C, resistência a choques térmicos e às trincas por fadiga térmica, este aço possui ainda níveis de usinabilidade, polibilidade e resposta à texturização importante para o segmento de confecção de moldes para injeção de plásticos.

## Aplicações

A combinação de suas propriedades, principalmente em temperaturas elevadas, faz o aço **H13** adequado o uso nas mais diferentes aplicações como: matrizes de forjamento a quente em prensas, matrizes para extrusão de alumínio e suas ligas, fundição sob pressão ou gravidade de ligas não ferrosas, moldes para injeção de polímeros abrasivos como os termofixos.

## Tratamento Térmico

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Mn	Si	Cr	Mo	V
0,4	0,4	1,0	5,0	1,30	1,0

### SIMILARIDADES

AISI H3 • DIN X40CrMoV51  
W.Nr.1.2344 • VH13 IM  
VH13 ISO • GERDAU H13

### CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

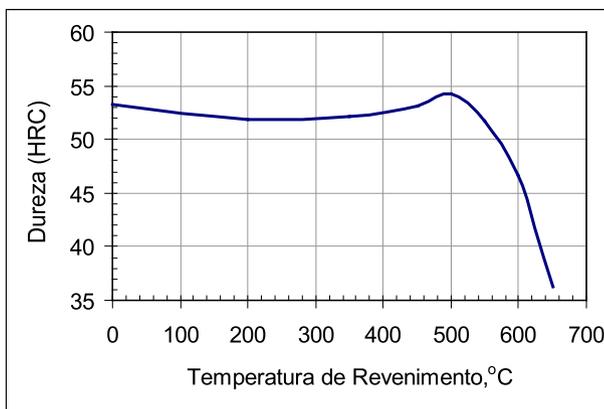
Fornecido no estado recozido com dureza máxima de 230 HB.

### CORES DE IDENTIFICAÇÃO



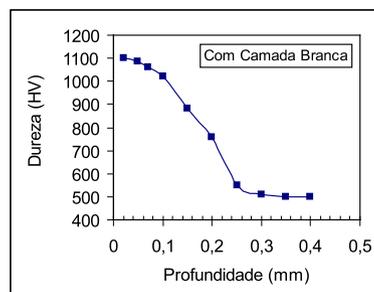
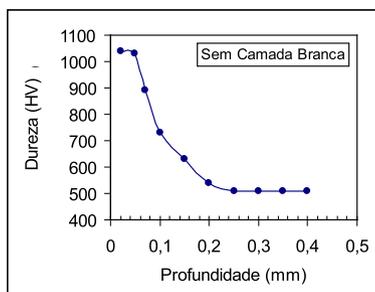
**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito entre 550 – 650°C por no mínimo 2 horas e a seguir resfriar lentamente no forno até 200°C, depois levar ao ar.

**Têmpera:** Austenitizar em temperatura próxima de 1020°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar em ar, óleo morno, banho de sal ou pressão de nitrogênio em forno a vácuo. Durante o aquecimento para a austenitização devem ser realizados 2 pré-aquecimentos para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. O resfriamento deve ser adequado à geometria e dimensão das ferramentas.



Têmpera a partir de 1020°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser superior a 550°C para não comprometer a resistência à fratura. Normalmente se utiliza aproximadamente 610°C para uma dureza típica de 45 HRC, recomendada pela North American Die Casting Association para fundição sob pressão de alumínio. Para outros níveis de dureza selecionar a temperatura de revenimento de acordo com a curva típica deste aço. Quando o material for posteriormente nitretado a temperatura de revenimento deve ser de 50°C superior à temperatura de nitretação.



**Nitretação:** Este tratamento eleva a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. A camada nitretada pode ser projetada de forma a ter ou não a Camada Branca. A seleção da camada apropriada depende da aplicação da ferramenta. Em geral a dureza máxima após a nitretação é da ordem de 1000HV. Os perfis de endurecimento após processo de nitretação, em superfícies sem e com camada branca, são mostrados ao lado.

# M2

## Generalidades

O aço **M2** é o mais recomendado e o mais utilizado na fabricação de ferramentas para corte de metais, em condições de corte contínuo ou intermitente. Sua composição química, ligado ao tungstênio, molibdênio e vanádio lhe garante um nível de endurecimento elevado no revenimento, em torno de 64,5 HRC, e uma elevada manutenção de dureza a quente, garantindo uma excelente retenção do poder de corte em serviço.

## Aplicações

O aço **M2** é utilizado em brocas, machos, fresas comuns e tipo caracol, facas, brochas, alargadores, pentes de laminação de rosca, etc. Também é utilizado em operações de corte e conformação a frio, em matrizes e punções, ferramentas nas quais pode ser utilizado com menor dureza de acordo com a particularidade de aplicação.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V
0,90	0,30	0,30	4,20	6,20	5,00	1,90

## SIMILARIDADES

ASTM A600-79 Tipo M2

AISI M2 • DIN S 6-5-2 W.Nr.1.3343

VWM2 • GERDAU M2

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com dureza máxima de 255 HB.

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO

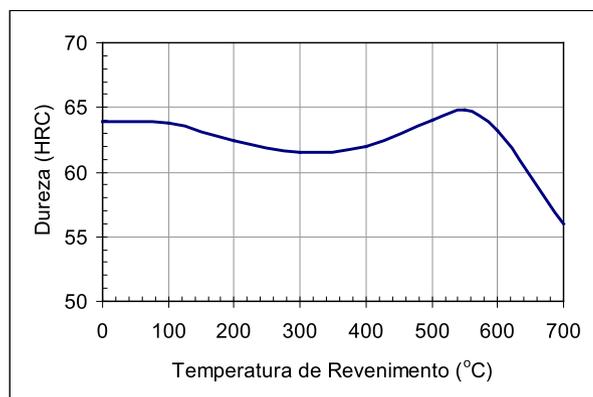


## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito entre 550 – 650°C por no mínimo 2 horas e a seguir resfriar lentamente.

**Têmpera:** Austenitizar em temperaturas entre 1190 e 1200°C. O tempo de resfriamento é crítico para este aço e deve ser considerado em função da sua seção transversal. Pode ser temperado em banhos de sais ou em fornos a vácuo. Resfriar em ar; óleo morno, banho de sal ou pressão de nitrogênio em forno a vácuo. Durante o aquecimento para a austenitização devem ser realizados 2 pré-aquecimentos para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser em torno de 550-560°C. Em operações de trabalho a frio, para durezas inferiores as recomendadas para operações de corte por remoção de cavaco, 64-65 HRC, não deve se praticar o aumento da temperatura de revenimento. Durezas menores devem ser conseguidas com a modificação na temperatura de austenitização, com a manutenção da temperatura de revenimento.



**Têmpera a partir de 1200°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.**

**Nitretação:** Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. A dureza máxima após a nitretação é da ordem de 1200HV. A presença de camada branca é altamente fragilizante.

**Revestimento:** Os aços rápido são tradicionalmente revestidos pelo processo PVD (Physical Vapour Deposition). O revestimento produz filmes cerâmicos de elevada dureza, em média de 2000 HV, e baixo coeficiente de atrito, em média 0,3 com relação ao aço. Estes filmes são fundamentais para elevar a resistência ao desgaste abrasivo e adesivo.

# O1

## Generalidades

Apesar do carbono elevado, os elementos de liga em baixa quantidade o fazem um aço temperável em óleo, atingindo dureza entre 57 – 62 HRC após o revenimento. Possui boas características de usinabilidade, resistência ao desgaste e resposta ao polimento.

## Aplicações

O aço O1 é utilizado em aplicações de ferramental para corte e conformação a frio e em periféricos de ferramentais onde se necessita de elevada resistência ao desgaste, principalmente no deslizamento. Tipicamente é empregado no trabalho de aços e metais não-ferrosos: ferramentas para trabalho em madeira, matrizes de porcelana, instrumentos de medição de grande estabilidade dimensional, tais como calibres, padrões de dureza, réguas, brocas, facas para guilhotinas, rebarbadores a frio, fresas, punções, machos, cossinetes.

## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito entre 500 – 600°C, por no mínimo 2 horas e a seguir, resfriar lentamente no forno até 300°C e a seguir em ar calmo.

**Têmpera:** Pré-aquecer a 600°C. Austenitizar em temperatura entre 790 – 820°C. Aquecer por 1 hora para cada 25mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25mm adicionais. Resfriar em óleo morno com agitação, ou em banho de sal fundido a aproximadamente 200°C, em seguida resfriar ao ar calmo.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza especificada. Como este aço não possui endurecimento secundário, deve ser obrigatoriamente revenido em torno de 200°C para durezas entre 59-61 HRC, mas nunca abaixo de 180°C. Para isto utilizar como guia a curva de revenimento ao lado. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura. Utilizar um tempo mínimo de 2 horas. O revenimento duplo é recomendável para uma maior estabilidade dimensional.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Mn	Cr	W
0,95	1,2	0,5	0,5

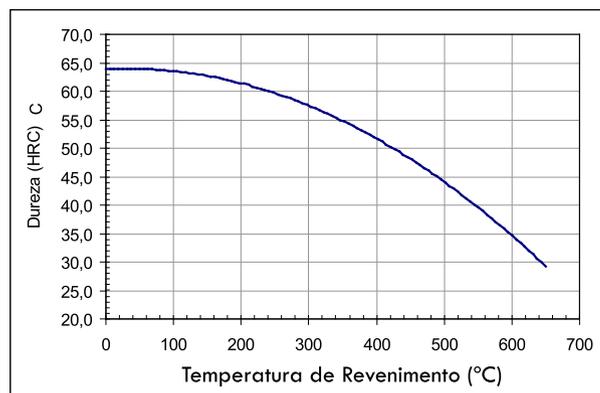
## SIMILARIDADES

ASTMA681 (O1) • AISI O1  
DIN 100MnCrW4 • W.Nr.  
1.2510 • VND • GERDAU O1

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com dureza até ~ 230 HB.

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO



**Têmpera a partir de 820°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.**

**Eletroerosão e Retífica:** O aço O1 é suscetível ao aparecimento de trincas após estes processos. Quando realizados fora dos padrões, a eletroerosão e a retífica podem causar a retêmpera da superfície, deteriorar o tratamento térmico na região e levar a formação de trincas.

Em casos extremos pode causar a perda da ferramenta. É importante remover a camada retemperada antes do uso. Preferivelmente realizar um novo revenimento após o acabamento da ferramenta para alívio de tensões. Neste caso a temperatura deve ser 50°C inferior a de revenimento.

# P20

## Generalidades

Os aços do tipo **P20** são os mais utilizados para confecção de moldes de injeção de plásticos em geral. Fornecido no estado beneficiado (dureza 28 – 34HRC) o aço tem boa propriedade mecânica além de excelentes propriedades importantes para este segmento como boa resposta ao polimento, texturização, usinabilidade e homogeneidade de dureza.

O aço **P20** pode ser fornecido laminado ou forjado de acordo com a tabela de dimensões abaixo.

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
AISI P20	0,36	0,50	0,80	1,70	0,40	--
W. Nr. 1.2738	0,40	0,30	1,45	1,95	0,20	1,05
W.Nr 1.2311	0,40	0,30	1,45	1,95	0,20	-

### SIMILARIDADES

AISI P20 • VP 20 • GERDAU P20  
DIN W. Nr. 1.2311 • DIN W. Nr. 1.2738  
AISI P20 + Ni

### CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Beneficiado – Dureza 28-34HRC

### CORES DE IDENTIFICAÇÃO



	ESPESSURAS	
	≤ 200mm	>200mm / ≤400mm
AISI P20/W.Nr1.2311 Laminado	✓	✗
AISI P20/W.Nr1.2311 Forjado	✓	✓
AISI P20+Ni/W.Nr1.2738 Forjado	Sob Consulta	Sob Consulta

## Aplicações

É utilizado em moldes de injeção de plásticos (baixa ou média abrasividade) dos mais variados tipos, moldes de formação por sopro, vulcanização de borracha e em certas circunstâncias pode ser utilizado em fundição de ligas não-ferrosas.

As chapas laminadas são aplicadas na maioria dos projetos pois possuem o melhor custo benefício para projetos que não necessitam de alto grau de polimento.

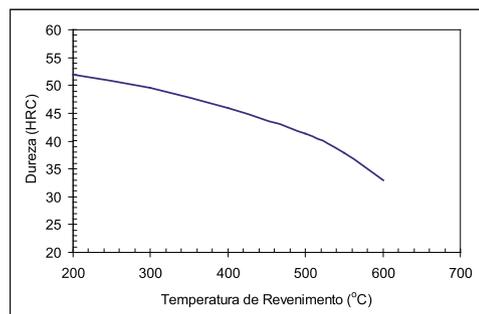
O blocos forjados são aplicados aos projetos com maior exigência ao polimento ou peças que demandem espessuras superiores à 200mm.

## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, com remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudança brusca de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais. O tratamento deve ser feito na temperatura de 550°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm e a seguir resfriar ao ar calmo.

**Têmpera:** Durante o aquecimento para a austenitização deve ser realizado pré-aquecimento para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. Pré-aquecer em temperatura próxima de 550°C. Austenitizar em temperatura entre 815 – 870°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar preferencialmente em óleo pré-aquecido em torno de 70°C, sob agitação.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza especificada. Para este aço revenir preferencialmente em temperaturas próximas de 600°C para atingir o nível de dureza desejado, geralmente na faixa 28 – 32 HRc. Para isto utilizar a curva de revenimento. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura e utilizar no mínimo duplo revenimento.



**Têmpera a partir de 850°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.**

**Nitretação:** Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. A nitretação pode levar ou não a formação da Camada Branca, entretanto a presença da camada branca irá conferir maior resistência ao desgaste. A dureza máxima após a nitretação é da ordem de 900 – 1000HV, dependendo da dureza inicial após o beneficiamento.

**Eletroerosão:** Quando realizada fora dos padrões, a eletroerosão pode causar danos a superfícies de moldes de aço **AISI P20** beneficiados. Recomenda-se remover a camada superficial alterada com rebolo de grana fina (retífica). Se necessário, realizar um novo revenimento.

# S1

## Generalidades

O aço **S1** tem como característica principal elevada resistência ao choque em uma ampla faixa de dureza. Por isso pode ser utilizado em aplicações de trabalho a quente ou a frio. Possui boa resistência à fadiga e ao desgaste. Em casos especiais pode ser cementado para otimizar o compromisso entre sua elevada tenacidade com a resistência ao desgaste superficial.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

C	Mn	Cr	W	V
0,50	0,25	1,50	2,00	0,20

## SIMILARIDADES

ASTM A681 (S1) • AISI S1  
DIN 45WCrV7 • W.Nr. 1.2542  
VW-3 • GERDAU S1

## CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Fornecido no estado recozido com dureza até ~ 230 HB.

## CORES DE IDENTIFICAÇÃO



## Aplicações

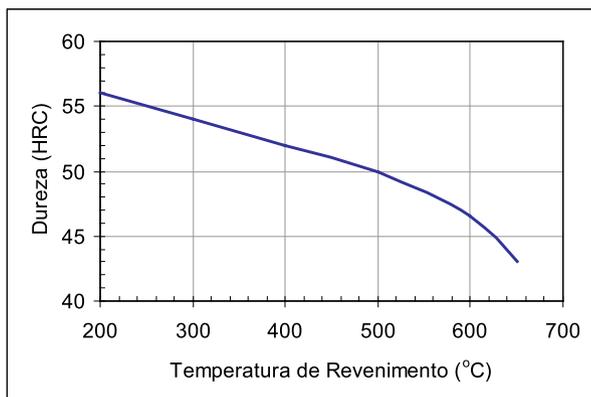
É utilizado na fabricação de formões, talhadeiras, facas para corte de chapas de aço, matrizes para cunhagem, estampagem a frio. Em trabalho a quente é usado em punções, facas para rebarbação, suporte de martelos para forjaria, moldes para plástico, marteletes pneumáticos, ferramentas para recalque e brocas de concreto.

## Tratamento Térmico

**Alívio de Tensões:** Em ferramentas de formas complexas, remoção heterogênea de material na usinagem de desbaste, mudanças bruscas de seções, etc., deve ser realizado o tratamento de alívio de tensões para minimizar variações dimensionais e de forma durante a têmpera e revenimento. O tratamento deve ser feito na temperatura de 650°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm e a seguir resfriar ao ar calmo.

**Têmpera:** Durante o aquecimento para a austenitização deve ser realizado pré-aquecimento para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. Pré-aquecer a 650°C. Austenitizar em temperatura entre 900 – 960°C. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar preferencialmente em óleo.

**Revenimento:** Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. A temperatura de revenimento deve ser selecionada de acordo com a dureza desejada. Para isto utilizar a curva de revenimento orientativa ao lado. Manter na temperatura de revenimento por no mínimo 1 hora para cada 25 mm de espessura e utilizar no mínimo duplo revenimento. Este aço pode ser revenido para dureza 40 – 56 HRC. Temperaturas mais elevadas de revenimento, menor dureza, conduzem a maior resistência à fratura. Quando a ferramenta for sofrer tratamento superficial de nitretação ou revestimento, deve-se optar pelo revenimento a alta temperatura.



Têmpera a partir de 950°C. Revenimento duplo, 2 horas cada.