

# CPM M4

SCHMOLZ + BICKENBACH

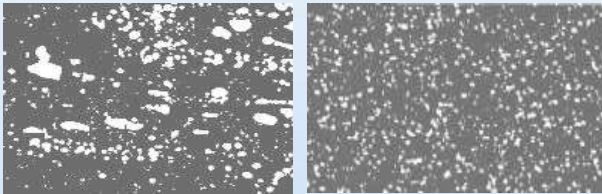
Providing special steel solutions



## Aço Rápido de Alta Performance por Metalurgia do Pó

O Aço CPM M4 é um aço rápido de alto vanádio para fins especiais que apresenta resistência ao desgaste e tenacidade superiores aos aços M2 e M3 em punções para trabalho a frio, insertos de moldes e aplicações que envolvam cortes de precisão em alta velocidade. Em relação ao aço M4 convencional, ele tem um teor de carbono mais alto, de forma a apresentar uma alta resposta ao endurecimento para ferramentas de seção mais espessa ou em tratamentos à vácuo ou atmosfera.

O Aço CPM M4 pode ser usado no lugar dos aços convencionais D2 e D6 para aplicações a frio.



Aço Tradicional

Aço CPM

O processo CPM, exclusivo da Crucible-USA produz uma microestrutura homogênea e com características mecânicas únicas, quando comparados com os aços convencionais

## Composição Química

Carbono	Cromo	Vanádio	Tungstenio	Molibdenio
1,40%	4,00%	4,00%	5,50%	5,25%

Manganês: 0,30% (0,70%)\*

Enxofre: 0,06% (0,22%)\*

\* Em grandes diâmetros é favorável a adição dos elementos manganês e enxofre visando favorecer a formação de inclusões do tipo sulfeto de manganês que melhoram a usinabilidade, sem efeitos negativos à tenacidade, resultado da uniforme distribuição destas inclusões obtidas pelo processo CPM.

## Propriedades físicas

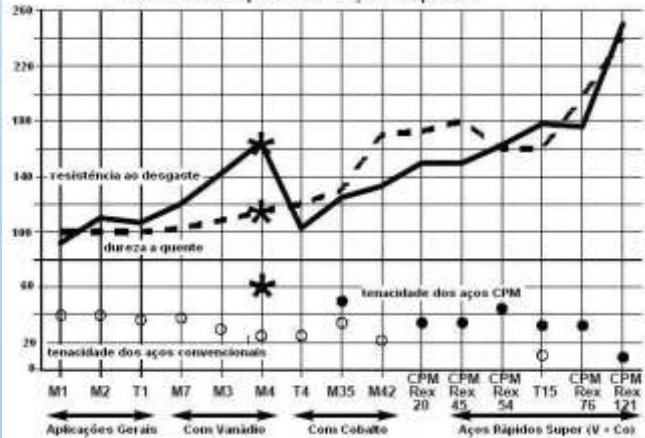
Módulo de Elasticidade	214.000 MPa
Densidade	7,97 g/cm <sup>3</sup>
Condutividade Térmica (300 °C)	23,96 W/m.K
Coef. Expansão Térmica (40 – 540 °C)	12,1x10-6 (mm/mm/°C)

Dureza após recozimento: 225 a 255 HB

**Usinabilidade:** na condição recozida, a usinabilidade do CPM Rex M4 é aproximadamente 45% de um aço-ferramenta W1 (1% C), podendo chegar a 75% em barras redondas de 65 mm de diâmetro ou maiores, devido a adição de manganês e enxofre.

**Retificabilidade:** devido a distribuição regular de carbonetos a retificabilidade do CPM Rex M4 é comparada favoravelmente com os aços rápidos convencionais. Sendo assim, os rebolos projetados para aços rápidos convencionais podem ser usados.

Gráfico Comparativo - Aços Rápidos



## Aplicações Típicas

- Fresas de Topo
- Fresas Caracol
- Bites
- Ferramentas para Conformação
- Brochas
- Ferramentas para corte fino
- Brocas
- Machos
- Fresas Circulares

### Central de Distribuição

Rua José Antônio Valadares, 285  
Vila Lívio - São Paulo - SP  
Tel: (11) 2083-9000  
Fax: (11) 2083-9002

### Filial Joinville

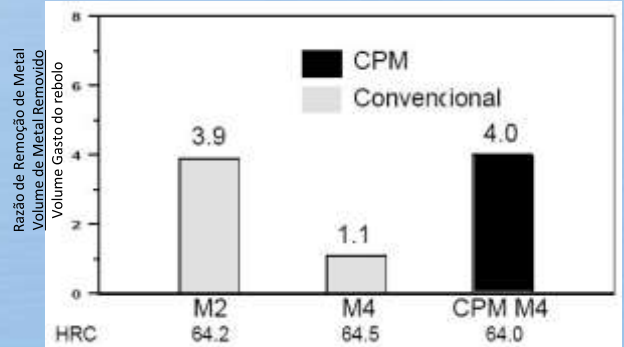
Rua Tenente Antonio João 750  
Bom Retiro - Joinville - SC  
Tel: (47) 3435-1731  
Fax: (47) 3435-1741

### Filial Caxias

Rua Giuseppe Formolo 400  
Cruzeiro - Caxias do Sul - RS  
Tel: (54) 3212-1300  
Fax: (54) 3212-1214

### Representante MG

Proaços Service  
Av. Babita Camargos, 135 - Bairro Industrial - Contagem - MG  
Tel: (31) 3362-9999



## Tratamentos Térmicos

### Dados importantes:

a) **Temperatura Crítica:** 840 °C

b) **Forjamento:** entre 1095 e 1150 °C. Não forjar abaixo de 930 °C. Resfriamento lento.

### Indicações de tratamento térmicos:

a) **Recozimento:** Aquecer até 870 °C, manter por 2 horas, resfriar lentamente (15 °C por hora) até 540 °C, seguido de resfriamento no forno ou ao ar calmo até a temperatura ambiente. **Dureza esperada: entre 225 e 255 HB**

### b) Alívio de Tensões:

- **Peças Recozidas:** aquecer entre 595 e 700 °C, manter por 2 horas e resfriar em forno frio ou em ar calmo;
- **Peças Temperadas:** aquecer até 15 °C abaixo da última temperatura de revenimento, manter por 2 horas, resfriar em forno frio ou em ar calmo;
- **Desempenamento:** ideal entre 200 e 430 °C.

### c) Têmpera e Revenimento

- **Pré-aquecimento:** aquecer entre 820 e 845 °C e equalizar. Segundo pré-aquecimento entre 1010 e 1040 °C para tratamento à vácuo ou em atmosfera.
- **Austenitização:** entre 1025 e 1205 °C, manter entre 5 a 45 minutos (veja a tabela "Resposta ao Tratamento Térmico", ao lado). Para ferramentas de corte use entre 1175 e 1205 °C. Para aplicações a frio use entre 1025 e 1160 °C.
- **Resfriamento:** em ar ou sob pressão (2 bar mínimo) até abaixo de 50 °C ou banho de sal ou óleo à 540 °C, seguido de resfriamento ao ar até abaixo de 50 °C.

*Notas: 1-) O resfriamento em banho de sal (martêmpera) assegurará a máxima tenacidade. 2-) Em fornos a vácuo e atmosfera o resfriamento deve ser rápido visto que a faixa de temperatura entre 1010 e 705 °C propicia a precipitação de carbonetos pro-eutetóides nos contornos de grãos, que torna o aço frágil e ocasiona queda na dureza objetivada.*

· **Revenimento:** É requerido o duplo revenimento à 540 °C (2 h no mínimo por revenimento). Recomenda-se 3 revenimentos para temperaturas de austenitização superiores à 1150 °C. Resfriamento em ar calmo.

· **Dilatação esperada:** +0,15 %

### d) Tratamento Superficial

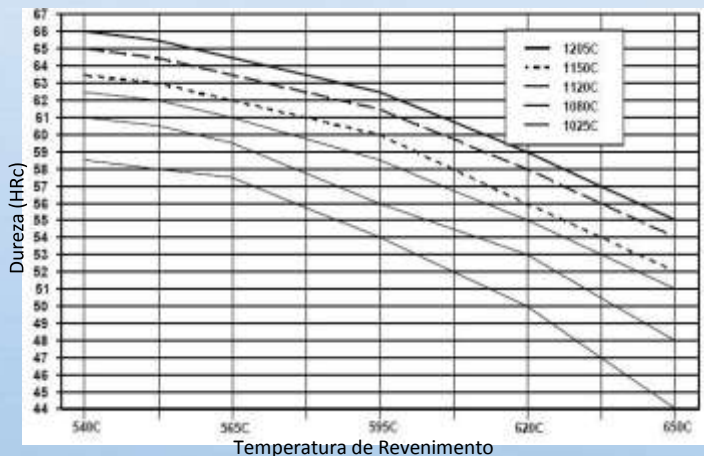
Por causa das altas temperaturas de revenimento (superiores a 540 °C), o aço CPM M4 pode ser revestido (nitretação, PVD ou similar). Os revestimentos CVD geralmente excedem a temperatura crítica e pode causar distorções dimensionais não previsíveis.

## Resposta ao Tratamento Térmico

Temp. Rev. (°C)	Dureza HRC					
	Temperatura de Austenitização (°C)					
	1025	1080	1120	1150	1175	1205
Pós-temp.	59,5	62,5	64,5	65	65	63,5
540 °C	58,5	61	62,5	63,5	65	66
Ótimo para Máxima Tenacidade e um Efetivo Alívio de Tensões						
550 °C	58	60,5	62	63	64,5	65,5
565 °C	57,5	59,5	61	62	63,5	64,5
595 °C	54	56	58,5	60	61,5	62,5
620 °C	50	53	55	56	58	59
650 °C	44	48	51	52	54	55

Os resultados podem variar em função do método de têmpera e o tamanho da seção. Banho de sal ou têmpera em óleo darão a máxima resposta. Vácuo ou resfriamento em atmosfera, 1 a 2 pontos HRC para menos

Tempo mín. na Temp. Austenit.	45 min.	30 min.	20 min.	15 min.	10 min.	5 min.
No. Revenim. Mínimos	2	2	2	3	3	3



## Tenacidade

Dependendo da dureza requerida, quanto menor a temperatura de austenitização, maior será a tenacidade

Temp. Austenit.	Temp. Revenim.	Dureza (HRC)	Tenacidade (J)	Resist. Flexão (Mpa)
1205 °C	550 °C	65,5	27	5088
1165 °C	565 °C	63,5	38	5129

Nota: as propriedades mostradas nas tabelas são valores típicos. Variações normais devidas às variáveis de processo podem causar desvios nesses valores. Para qualquer esclarecimento consulte o Depto. Técnico da SCHMOLZ+BICKENBACH.

**Central de Distribuição**  
Rua José Antônio Valadares, 285  
Vila Livieiro – São Paulo – SP  
Tel: (11) 2083-9000  
Fax: (11) 2083-9002

**Filial Joinville**  
Rua Tenente Antonio João 750  
Bom Retiro – Joinville – SC  
Tel: (47) 3435-1731  
Fax: (47) 3435-1741

**Filial Caxias**  
Rua Giuseppe Formolo 400  
Cruzeiro – Caxias do Sul – RS  
Tel: (54) 3212-1300  
Fax: (54) 3 212-1214

**Representante MG**  
Proaços Service  
Av. Babita Camargos, 135 – Bairro Industrial - Contagem - MG  
Tel: (31) 3362-9999