

**HARDOX®**  
WEAR PLATE

# RECOMENDAÇÕES DE USINAGEM PARA O HARDOX®



**SSAB**

# ÍNDICE

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Recomendações para furação                                              | 4  |
| Recomendações para rebaixamento e escareamento                          | 10 |
| Recomendações para rosqueamento                                         | 12 |
| Recomendações para fresagem de roscas                                   | 13 |
| Recomendações para fresagem                                             | 14 |
| Solução de problemas de furação                                         | 20 |
| Solução de problemas de fresagem                                        | 21 |
| Recomendações para torneamento                                          | 22 |
| Resultados de nossos próprios testes                                    | 23 |
| Recomendações de ferramentas para o Hardox®                             | 24 |
| Fornecedores de ferramentas que recomendamos e com os quais colaboramos | 31 |

Todos os graus de aço das chapas antidesgaste Hardox® podem ser usinados com ferramentas de aço rápido (HSS) ou de metal duro (CC). Essa brochura contém nossas sugestões para dados de corte (avanços e velocidades) e a seleção de ferramentas. Outros fatores que devem ser tidos em conta nas operações de usinagem também são discutidos. Nossas recomendações são baseadas em nossos próprios testes sobre ferramentas de vários fabricantes e consultando fabricantes de ferramentas líderes do mercado.

## PROPRIEDADES TÍPICAS DO HARDOX®

| Grau do aço     | Dureza em Brinell (HBW)<br>Mín - Máx | Dureza típica em Rockwell-C<br>(HRC) | Limite de escoamento típico<br>(MPa), não garantido |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Hardox® HiTemp  | 375 – 425                            | -                                    | ≈1100                                               |
| Hardox® HiAce   | 425 – 475                            | -                                    | ≈1250                                               |
| Hardox® HiTuf   | 310 – 370                            | -                                    | ≈850                                                |
| Hardox® 400     | 370 – 430                            | -                                    | ≈1100                                               |
| Hardox® 450     | 410 – 475                            | -                                    | ≈1250                                               |
| Hardox® 500     | 450 – 540                            | -                                    | ≈1400                                               |
| Hardox® 500 Tuf | 475 – 505                            | -                                    | ≈1250 - 1400                                        |
| Hardox® 550     | 525 – 575                            | -                                    | -                                                   |
| Hardox® 600     | 550 – 640                            | -                                    | -                                                   |
| Hardox® Extreme | -                                    | 57 – 63                              | -                                                   |

As informações contidas neste guia são fornecidas apenas para fins gerais. A SSAB AB não aceita responsabilidade pela apropriação ou adequação de qualquer aplicação. É de responsabilidade do usuário determinar independentemente a adequação de todos os produtos e aplicativos, bem como testar e verificar os mesmos. As informações dadas pela SSAB AB neste documento são fornecidas "conforme se encontram, onde se encontram" e com todos os erros, e todos os riscos associados a tais informações são do usuário.







## RECOMENDAÇÕES PARA FURAÇÃO

### BROCA AÇO RÁPIDO (HSS - HIGH SPEED STEEL)

Use brocas de aço rápido apenas quando as condições da máquina forem instáveis. As brocas de aço rápido são adequadas até 500 Brinell de dureza. Se as condições da máquina forem boas, você pode trabalhar com brocas inteiriças de metal duro, brocas intercambiáveis ou com pastilhas.

### CONSELHOS PARA REDUÇÃO DE VIBRAÇÕES E AUMENTO DA DURAÇÃO DA BROCA

- Minimize a distância até à coluna e entre a ponta da broca e a peça de trabalho
- Não use uma broca mais comprida que o necessário
- Use sempre suportes de metal e fixe a peça de trabalho com firmeza
- Mesa sólida e firme
- Use sempre líquido refrigerante
- Mistura de líquido refrigerante 8-12%
- Imediatamente antes da perfuração da broca, desconecte o avanço durante um segundo, caso contrário, a folga/recuperação elástica pode partir a ponta da broca. Conecte novamente o avanço quando estiver concluída a folga/recuperação elástica



| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Diâmetro da broca, (Dc), mm       |         |         |         |         |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                 |                                 | Avanço por revolução, (fn) mm/rev |         |         |         |         |
|                 |                                 | Ø 10 mm                           | Ø 15 mm | Ø 20 mm | Ø 25 mm | Ø 30 mm |
| Hardox® HiTemp  | 7 – 9                           | 0,11                              | 0,16    | 0,23    | 0,29    | 0,35    |
| Hardox® HiAce   | 5 – 7                           | 0,10                              | 0,15    | 0,20    | 0,25    | 0,30    |
| Hardox® HiTuf   | 10 – 12                         | 0,10                              | 0,16    | 0,23    | 0,29    | 0,35    |
| Hardox® 400     | 7 – 9                           | 0,11                              | 0,16    | 0,23    | 0,29    | 0,35    |
| Hardox® 450     | 5 – 7                           | 0,10                              | 0,15    | 0,20    | 0,25    | 0,30    |
| Hardox® 500     | 3 – 5                           | 0,08                              | 0,12    | 0,16    | 0,20    | 0,24    |
| Hardox® 500 Tuf | 3 – 5                           | 0,08                              | 0,12    | 0,16    | 0,20    | 0,24    |



#### Aço rápido (HSS), aço microligado (HSS-E) e aço cobalto (HSS-Co)

Furos individuais podem ser feitos com uma broca HSS comum. Para uma produção racional, é recomendada a utilização de brocas microligadas (HSS-E) ou ligadas ao cobalto (HSS-Co).



#### Aço cobalto (HSS-Co)

Use uma broca de HSS-Co (8% Co) com um pequeno ângulo de hélice e um núcleo sólido, capaz de suportar torques altos.

## FÓRMULAS E DEFINIÇÕES, FURAÇÃO

$$Vc = \pi \times Dc \times n / 1000$$

$$n = Vc \times 1000 / (\pi \times Dc)$$

$$Vf = fn \times n$$

$$\pi = 3,142$$

$$Vc = \text{Velocidade de corte (m/min)}$$

$$n = \text{Velocidade do eixo (rpm)}$$

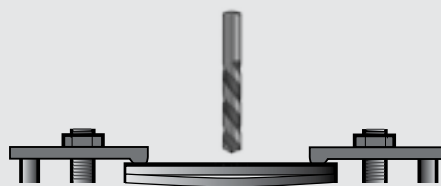
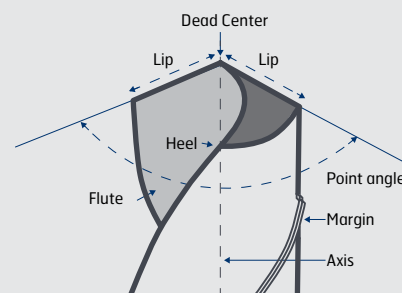
$$fn = \text{Avanço por revolução (mm/r)}$$

$$Vf = \text{Taxa de penetração (mm/min)}$$

$$Dc = \text{Diâmetro da broca (mm)}$$

## CONSELHO PARA FURAÇÃO EM CHAPA COM ESPESSURA INFERIOR A 8 MM

1. Importante ter um bom suporte por baixo da chapa para evitar deflexões.
2. É recomendada a broca indexável, porque começa o corte na periferia e não contribui para uma pressão alta como faria uma broca de metal duro interiça.
3. Com um diâmetro da broca superior a Ø 10 mm e um ângulo de ponta 118-140° é muito importante suportar a chapa que está sendo perfurada. Se a ponta da broca partir na superfície inferior sem uma chapa de suporte para orientar a ponta, pode resultar em um orifício oval e menor (veja a imagem).
4. Reduza o avanço e aumente a velocidade de corte Vc, especialmente quando usar uma broca indexável.



## BROCA INTERIÇA DE METAL DURO

Para condições estáveis da máquina e com líquido refrigerante interno.  
Este é o único tipo de broca adequada para a furação do Hardox® Extreme.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Diâmetro da broca, (Dc), mm       |                  |                   |                   |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                 |                                 | Avanço por revolução, (fn) mm/rev |                  |                   |                   |
|                 |                                 | Ø 3,0 – 5,0 mm                    | Ø 5,01 – 10,0 mm | Ø 10,01 – 15,0 mm | Ø 15,01 – 20,0 mm |
| Hardox® HiTemp  | 50 – 70                         | 0,03 – 0,06                       | 0,06 – 0,12      | 0,12 – 0,16       | 0,16 – 0,21       |
| Hardox® HiAce   | 40 – 60                         | 0,03 – 0,05                       | 0,05 – 0,11      | 0,11 – 0,15       | 0,15 – 0,20       |
| Hardox® HiTuf   | 60 – 80                         | 0,03 – 0,06                       | 0,06 – 0,12      | 0,12 – 0,17       | 0,17 – 0,22       |
| Hardox® 400     | 50 – 70                         | 0,03 – 0,06                       | 0,06 – 0,12      | 0,12 – 0,16       | 0,16 – 0,21       |
| Hardox® 450     | 40 – 60                         | 0,03 – 0,05                       | 0,05 – 0,11      | 0,11 – 0,15       | 0,15 – 0,20       |
| Hardox® 500     | 35 – 50                         | 0,03 – 0,05                       | 0,05 – 0,10      | 0,10 – 0,14       | 0,14 – 0,18       |
| Hardox® 500 Tuf | 35 – 50                         | 0,03 – 0,05                       | 0,05 – 0,10      | 0,10 – 0,14       | 0,14 – 0,18       |
| Hardox® 550     | 30 – 40                         | 0,03 – 0,05                       | 0,05 – 0,09      | 0,09 – 0,13       | 0,13 – 0,17       |
| Hardox® 600     | 25 – 35                         | 0,02 – 0,04                       | 0,04 – 0,08      | 0,08 – 0,13       | 0,13 – 0,16       |
| Hardox® Extreme | 18 – 25                         | 0,02 – 0,04                       | 0,04 – 0,08      | 0,08 – 0,12       | 0,12 – 0,15       |

- Furação 7x Dc, reduzir o avanço em 20%
- Furação com líquido refrigerante externo, reduzir a velocidade do eixo e o avanço em 20%



## BROCA COM PASTILHAS INTERCAMBIÁVEIS

Para condições estáveis da máquina e com líquido refrigerante interno.  
Importante: Use uma broca mais curta possível. As recomendações são para 2xØ.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Diâmetro da broca, (Dc), mm       |                   |                   |                   |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                 |                                 | Avanço por revolução, (fn) mm/rev |                   |                   |                   |
|                 |                                 | Ø 12,0 – 20,0 mm                  | Ø 20,01 – 30,0 mm | Ø 30,01 – 44,0 mm | Ø 44,01 – 63,5 mm |
| Hardox® HiTemp  | 60 – 120                        | 0,04 – 0,10                       | 0,06 – 0,12       | 0,06 – 0,14       | 0,08 – 0,16       |
| Hardox® HiAce   | 50 – 90                         | 0,04 – 0,10                       | 0,06 – 0,12       | 0,06 – 0,14       | 0,08 – 0,16       |
| Hardox® HiTuf   | 70 – 130                        | 0,04 – 0,10                       | 0,06 – 0,12       | 0,06 – 0,14       | 0,08 – 0,16       |
| Hardox® 400     | 60 – 120                        | 0,04 – 0,10                       | 0,06 – 0,12       | 0,06 – 0,14       | 0,08 – 0,16       |
| Hardox® 450     | 50 – 90                         | 0,04 – 0,10                       | 0,06 – 0,12       | 0,06 – 0,14       | 0,08 – 0,16       |
| Hardox® 500     | 40 – 70                         | 0,04 – 0,08                       | 0,04 – 0,10       | 0,06 – 0,12       | 0,08 – 0,14       |
| Hardox® 500 Tuf | 40 – 70                         | 0,04 – 0,08                       | 0,04 – 0,10       | 0,06 – 0,12       | 0,08 – 0,14       |
| Hardox® 550     | 35 – 55                         | 0,04 – 0,08                       | 0,04 – 0,10       | 0,06 – 0,12       | 0,08 – 0,14       |
| Hardox® 600     | 30 – 50                         | 0,04 – 0,06                       | 0,04 – 0,08       | 0,06 – 0,10       | 0,06 – 0,12       |

- Os dados de corte para as brocas intercambiáveis foram formulados em cooperação com Sandvik Coromant.
- Não são adequadas para o Hardox® Extreme.



## FURAÇÕES COM PONTA DE BROCA INTERCAMBIÁVEL

Para condições estáveis da máquina e com líquido refrigerante interno.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Diâmetro da broca, (Dc), mm       |                   |                   |                   |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                 |                                 | Avanço por revolução, (fn) mm/rev |                   |                   |                   |
|                 |                                 | Ø 7,5 - 12,0 mm                   | Ø 12,01 - 20,0 mm | Ø 20,01 - 25,0 mm | Ø 25,01 - 33,0 mm |
| Hardox® HiTemp  | 50 – 70                         | 0,08 – 0,12                       | 0,12 – 0,20       | 0,20 – 0,25       | 0,25 – 0,33       |
| Hardox® HiAce   | 40 – 60                         | 0,07 – 0,11                       | 0,11 – 0,15       | 0,15 – 0,20       | 0,20 – 0,28       |
| Hardox® HiTuf   | 60 – 80                         | 0,08 – 0,13                       | 0,13 – 0,22       | 0,22 – 0,27       | 0,27 – 0,36       |
| Hardox® 400     | 50 – 70                         | 0,08 – 0,12                       | 0,12 – 0,20       | 0,20 – 0,25       | 0,25 – 0,33       |
| Hardox® 450     | 40 – 60                         | 0,07 – 0,11                       | 0,11 – 0,15       | 0,15 – 0,20       | 0,20 – 0,28       |
| Hardox® 500     | 35 – 50                         | 0,06 – 0,10                       | 0,10 – 0,14       | 0,14 – 0,18       | 0,18 – 0,24       |
| Hardox® 500 Tuf | 35 – 50                         | 0,06 – 0,10                       | 0,10 – 0,14       | 0,14 – 0,18       | 0,18 – 0,24       |
| Hardox® 550     | 30 – 40                         | 0,05 – 0,08                       | 0,08 – 0,12       | 0,12 – 0,16       | 0,16 – 0,22       |
| Hardox® 600     | 25 – 35                         | 0,04 – 0,07                       | 0,07 – 0,11       | 0,11 – 0,14       | 0,14 – 0,18       |



## RECOMENDAÇÕES PARA A VELOCIDADE DE CORTE PARA CHAMDRILL/SUMOCHAM EM MÁQUINAS INSTÁVEIS

Com essa ferramenta e com condições de máquina que não são ideais, o uso dessas brocas é uma boa solução quando muitos furos precisam ser feitos. A operação de furação pode ser feita quase 3 vezes mais rápido em comparação com nossas recomendações para brocas de aço rápido (HSS).

Todas as recomendações para os dados de corte são baseadas em testes que realizamos em nossa própria máquina de furação radial.

CHAMDRILL com ponta de broca intercambiável (consulte as recomendações de ferramentas específicas no final deste material).

- Se a broca estiver mal centralizada no início, recomendamos centralizar a broca manualmente. Caso contrário, a ponta da broca pode quebrar (especialmente com uma broca com  $\varnothing$  superior a 15 mm).



## 4 RESULTADOS DE NOSSO PRÓPRIO TESTE

| Espessura do Hardox® 450 | $\varnothing$ da broca | Vc, m/min | fn, mm/r | N° de furos | Chamdrill vs Aço rápido (HSS) |
|--------------------------|------------------------|-----------|----------|-------------|-------------------------------|
| 16 mm                    | 8,5                    | 13,3      | 0,11     | 400         | 2,6 vezes mais rápido         |
| 25 mm                    | 14,2                   | 15,8      | 0,17     | 270         | 2,6 vezes mais rápido         |
| Espessura do Hardox® 500 | $\varnothing$ da broca | Vc, m/min | fn, mm/r | N° de furos | Chamdrill vs Aço rápido (HSS) |
| 12 mm                    | 14,2                   | 11,1      | 0,11     | 300         | 2,5 vezes mais rápido         |
| 30 mm                    | 25                     | 9,8       | 0,17     | 107         | 1,9 vezes mais rápido         |

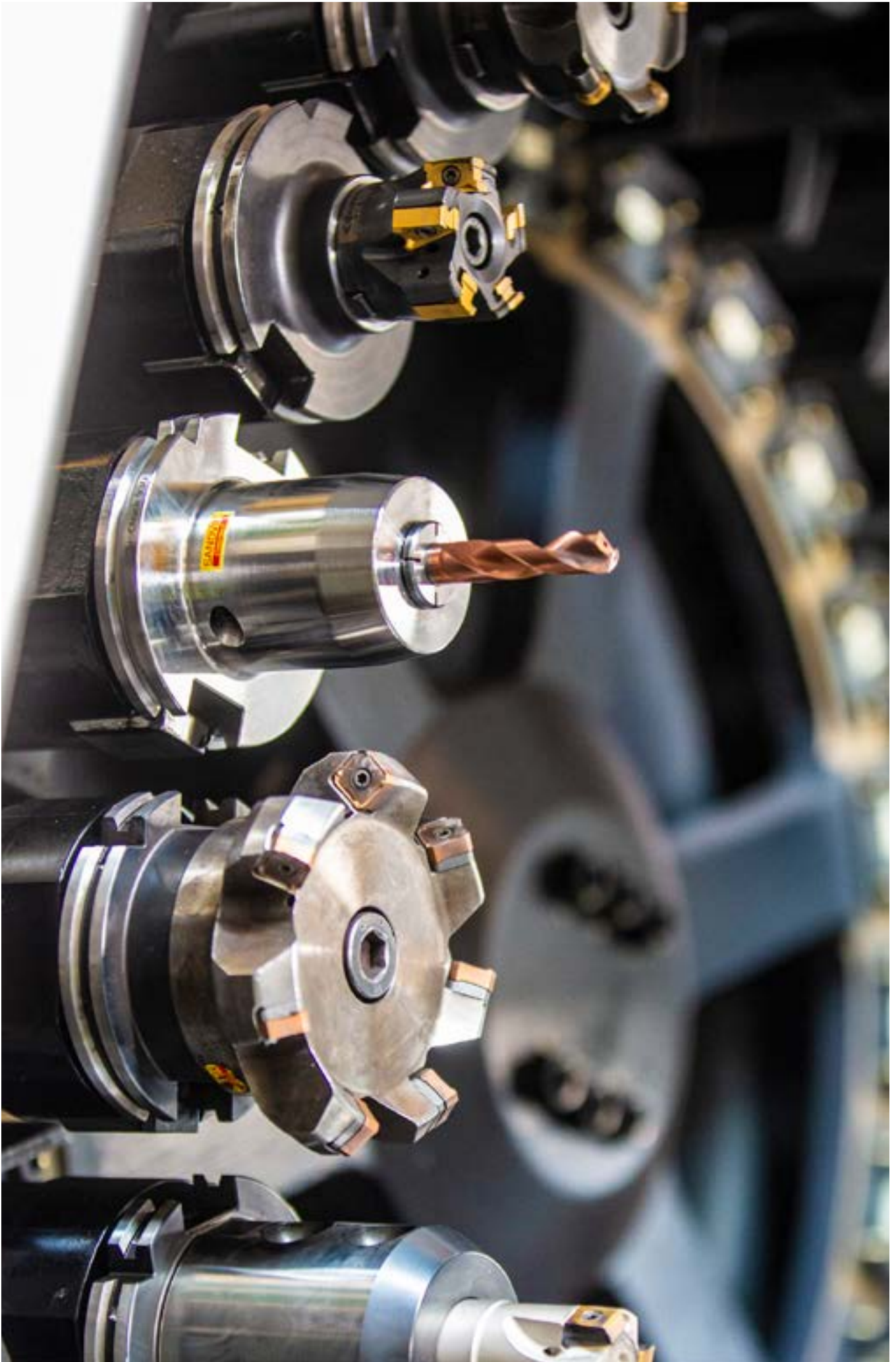


| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Diâmetro da broca, (Dc), mm       |                              |                              |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                 |                                 | Avanço por revolução, (fn) mm/rev |                              |                              |
|                 |                                 | $\varnothing$ 7,5 - 11,5 mm       | $\varnothing$ 12,0 - 17,5 mm | $\varnothing$ 18,0 - 25,9 mm |
| Hardox® HiTemp  | 12 - 22                         | 0,08 - 0,12                       | 0,12 - 0,18                  | 0,13 - 0,24                  |
| Hardox® HiAce   | 10 - 18                         | 0,08 - 0,12                       | 0,12 - 0,18                  | 0,11 - 0,20                  |
| Hardox® HiTuf   | 14 - 25                         | 0,08 - 0,12                       | 0,12 - 0,18                  | 0,13 - 0,24                  |
| Hardox® 400     | 12 - 22                         | 0,08 - 0,12                       | 0,12 - 0,18                  | 0,13 - 0,24                  |
| Hardox® 450     | 10 - 18                         | 0,08 - 0,12                       | 0,12 - 0,18                  | 0,11 - 0,20                  |
| Hardox® 500     | 8 - 14                          | 0,06 - 0,12                       | 0,11 - 0,16                  | 0,10 - 0,18                  |
| Hardox® 500 Tuf | 8 - 14                          | 0,06 - 0,12                       | 0,11 - 0,16                  | 0,10 - 0,18                  |



- Tipo de porta-ferramentas que recomendamos e usamos durante o teste; veja a imagem à direita.







## RECOMENDAÇÕES DE REBAIXAMENTO E ESCAREAMENTO

O rebaxamento e escareamento são melhor realizados usando ferramentas com pastilhas substituíveis, que estão disponíveis com o fornecedor de ferramentas Granlund. Use sempre um pino guia rotativo e use líquido refrigerante. Consulte a tabela na página 11 para saber o parafuso e o número de artigo das ferramentas.

O cálculo da velocidade do eixo usa a mesma fórmula da furação.

### REDUZA OS DADOS DE CORTE EM CERCA DE 30% PARA REBAIXAMENTO

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Diâmetro do escareamento, (Dc), mm |                  |                  |                  |
|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 |                                 | Avanço por revolução, (fn) mm/rev  |                  |                  |                  |
|                 |                                 | Ø 18,0 - 26,0 mm                   | Ø 26,0 - 38,0 mm | Ø 38,0 - 47,0 mm | Ø 47,0 - 60,0 mm |
| Hardox® HiTemp  | 25 – 70                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® HiAce   | 20 – 50                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® HiTuf   | 30 – 80                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® 400     | 25 – 70                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® 450     | 20 – 50                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® 500     | 15 – 45                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® 500 Tuf | 15 – 45                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® 550     | 12 – 40                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |
| Hardox® 600     | 10 – 35                         | 0,10 – 0,20                        | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      | 0,10 – 0,20      |



Escareamento

Imagem: Granlund Tools AB



Rebaxamento

Imagem: Granlund Tools AB

TABELA DE PARAFUSOS PARA REBAIXAMENTO E ESCAREAMENTO

| Tamanho | Número do artigo        | Ø da cabeça do parafuso |
|---------|-------------------------|-------------------------|
| M8      | 0KV9-18,0               | 16 mm                   |
| M10     | 0KV9- 20,5 / 1KV9- 20,0 | 20 mm                   |
| M12     | 0KV9- 25,0 / 1KV9- 26,0 | 24 mm                   |
| M14     | 1KV9- 30,0              | 27 mm                   |
| M16     | 1KV9- 30,0 / 2KV9- 32,0 | 30 mm                   |
| M20     | 2KV9- 38,0              | 36 mm                   |
| M24     | 2KV9- 40,0              | 39 mm                   |



| Tamanho | Número do artigo        | Ø da cabeça do parafuso |
|---------|-------------------------|-------------------------|
| M10     | 0WHV- 18,0              | 16 mm                   |
| M12     | 0WHV- 20,0 / 1WHV- 20,0 | 18 mm                   |
| M14     | 0WHV- 23,0 / 1WHV- 23,0 | 21 mm                   |
| M16     | 1WHV- 26,0              | 24 mm                   |
| M20     | 1WHV- 32,0              | 30 mm                   |
| M24     | 1WHV- 38,0 / 2WHV- 38,0 | 36 mm                   |
| M30     | 2WHV-47,0               | 45 mm                   |



Imagem: Granlund Tools AB



Imagem: Granlund Tools AB





# RECOMENDAÇÕES DE ROSQUEAMENTO

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Tamanho de - até |
|-----------------|---------------------------------|------------------|
| Hardox® HiTemp  | 4 – 8                           | M6 – M30         |
| Hardox® HiAce   | 1 – 3                           | M8 – M30         |
| Hardox® HiTuf   | 6 – 10                          | M6 – M30         |
| Hardox® 400     | 4 – 8                           | M6 – M30         |
| Hardox® 450     | 1 – 5                           | M6 – M30         |
| Hardox® 500     | 1 – 3                           | M8 – M30         |
| Hardox® 500 Tuf | 1 – 3                           | M8 – M30         |

Com as ferramentas e os porta-ferramentas corretos, recomendamos o rosqueamento até 500 Brinell de dureza com machos de quatro sulcos que possam suportar o elevado torque alto que ocorre durante o rosqueamento de metais duros. Se o diâmetro não for um fator crítico, o furo pode ser 3% maior que o padrão. Isso aumenta a vida útil do macho.

## CÁLCULO DA VELOCIDADE DO EIXO

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times Dc}$$

n = Velocidade do eixo (rpm)

Vc = Velocidade de corte (m/min)

Dc = Diâmetro da ferramenta (Ø mm)

$\pi = 3,142$



O fornecedor de ferramentas Emuge-Franken fornece o tipo de porta-ferramentas recomendados para o rosqueamento. Veja a imagem à direita.

| Tamanho | Desvio de inclinação | Mín.-máx. Ø de perfuração |
|---------|----------------------|---------------------------|
| M6      | 1                    | 5,0 – 5,1                 |
| M8      | 1,25                 | 6,8 – 6,9                 |
| M10     | 1,5                  | 8,5 – 8,7                 |
| M12     | 1,75                 | 10,25 – 10,5              |
| M14     | 2                    | 12 – 12,3                 |
| M16     | 2                    | 14 – 14,3                 |
| M20     | 2,5                  | 17,5 – 18                 |
| M24     | 3                    | 21 – 21,5                 |
| M27     | 3                    | 24 – 24,5                 |
| M30     | 3,5                  | 26,5 – 27,0               |



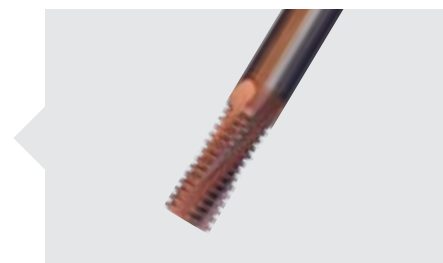




## RECOMENDAÇÕES DE FRESAGEM DA ROSCA

É necessária uma máquina CNC para fresagem da rosca. O fornecedor de ferramentas pode fornecer suporte para programação das máquinas CNC.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Avanço por dente (fz), mm/dente |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Hardox® HiTemp  | 60 – 80                         | 0,02 – 0,05                     |
| Hardox® HiAce   | 40 – 60                         | 0,02 – 0,04                     |
| Hardox® HiTuf   | 70 – 100                        | 0,03 – 0,06                     |
| Hardox® 400     | 60 – 80                         | 0,02 – 0,05                     |
| Hardox® 450     | 50 – 70                         | 0,02 – 0,05                     |
| Hardox® 500     | 40 – 60                         | 0,02 – 0,05                     |
| Hardox® 500 Tuf | 40 – 60                         | 0,02 – 0,05                     |
| Hardox® 550     | 35 – 55                         | 0,02 – 0,04                     |
| Hardox® 600     | 30 – 40                         | 0,01 – 0,03                     |
| Hardox® Extreme | 25 – 35                         | 0,01 – 0,03                     |



### CONSELHOS SOBRE ROSQUEAMENTO E FRESAGEM DE ROSCA

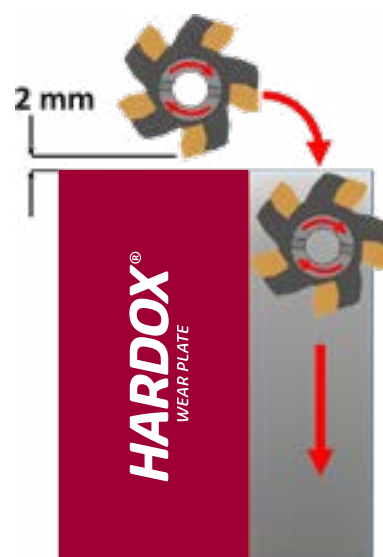
- As roscas para furos cegos possuem uma duração menor devido ao diâmetro menor do núcleo.
- Antes de efetuar o rosqueamento, assegure-se de que o furo perfurado previamente está em boas condições (não use brocas gastas).
- Use sempre machos revestidos.
- Requer a fresagem de roscas do Hardox® 550 para o Hardox® Extreme.
- Realize a fresagem da rosca em duas passagens.
- Assegure-se de que a mistura de líquido refrigerante está entre 8-12%.
- Nós recomendamos a fresagem concordante.



# RECOMENDAÇÕES DE FRESAGEM

## CONSELHO SOBRE FRESAGEM

- Posicione a ferramenta desviada do centro (para a esquerda) para conseguir um cavaco mais grosso na entrada e para evitar um cavaco grosso na saída.
- Evite cortar através da linha de centro da ferramenta, porque isso pode gerar vibrações.
- Use sempre a fresagem descendente (fresagem concordante).
- Recomendamos que a largura do corte (ae) seja 25 ou 75-80% do diâmetro da fresa.
- Use o método de corte por rotação.
- A fresagem a seco é recomendada se for usada uma pastilha.
- Se a potência da máquina for baixa, use uma fresa com passo largo.
- Sempre use um torno de bancada ou um bom equipamento de fixação.
- A profundidade do corte para fresar bordas cortadas por oxidação deve ser de pelo menos 2 mm, para evitar a camada dura da superfície da borda de corte.
- Se você entra na peça de trabalho com o método de corte por rotação, a espessura do cavaco na saída é sempre zero e ajuda a que a ferramenta dure mais tempo.



Corte por rotação

## FÓRMULAS E DEFINIÇÕES

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times DC}$$

$$V_c = \frac{\pi \times DC \times n}{1000}$$

$$V_f = f_z \times n \times Z_c$$

$$f_z = \frac{V_f}{n \times Z_c}$$

$$\pi = 3,142$$

$V_c$  = Velocidade de corte (m/min)

$n$  = Velocidade do eixo (rpm)

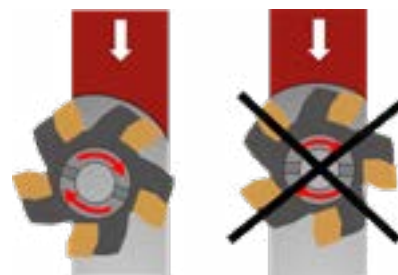
$f_z$  = Avanço por dente (mm/t)

$V_f$  = Avanço da mesa (mm/min)

$Z_c$  = Número de dentes efetivos (pçs)

$DC$  = Diâmetro de corte (mm)

$ap$  = Profundidade axial do corte (mm)



## GRAUS DAS PASTILHAS PARA FRESAGEM

| P | ISO | ANSI |   |
|---|-----|------|---|
|   | 01  | C8   | ↑ |
|   | 10  | C7   |   |
|   | 20  |      |   |
|   | 30  | C6   |   |
|   | 40  |      |   |
|   | 50  | C5   | ↓ |
| M | 10  |      | ↑ |
|   | 20  |      |   |
|   | 30  |      |   |
|   | 40  |      | ↓ |
| K | 01  | C4   | ↑ |
|   | 10  | C3   |   |
|   | 20  | C2   |   |
|   | 30  | C1   |   |
|   | 40  |      | ↓ |
| H | 01  | C4   | ↑ |
|   | 10  | C3   |   |
|   | 20  | C2   |   |
|   | 30  | C1   | ↓ |

## MATERIAL DA PEÇA DE TRABALHO

|   |                        |
|---|------------------------|
| P | ISO P= Aço             |
| M | ISO M = Aço inoxidável |
| K | ISO K = Ferro fundido  |
| H | ISO H = Aço endurecido |

↑ = Resistência ao desgaste

↓ = Tenacidade

\* Exemplo pastilha classe 1030.

Os últimos 2 números da classe da pastilha indicam a posição da pastilha nessa escala, se a pastilha tem resistência ao desgaste ou tenacidade.

## GEOMETRIA DA PASTILHA

A macro geometria afeta muitos parâmetros no processo de corte.

Uma pastilha com uma borda de corte forte pode trabalhar com cargas mais altas, mas também vai gerar forças de corte mais altas, consumir mais energia e gerar mais calor.

| Parâmetro                  | L                                                                                    | M | H |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Resistência da borda       |  |   |   |
| Forças de corte            |                                                                                      |   |   |
| Consumo de energia         |                                                                                      |   |   |
| Espessura máxima do cavaco |                                                                                      |   |   |
| Calor gerado               |                                                                                      |   |   |

Use pastilhas de classe P30-50 com uma geometria de corte leve e uma fresa de passo largo se a potência da máquina é baixa e se a máquina tem condições instáveis.

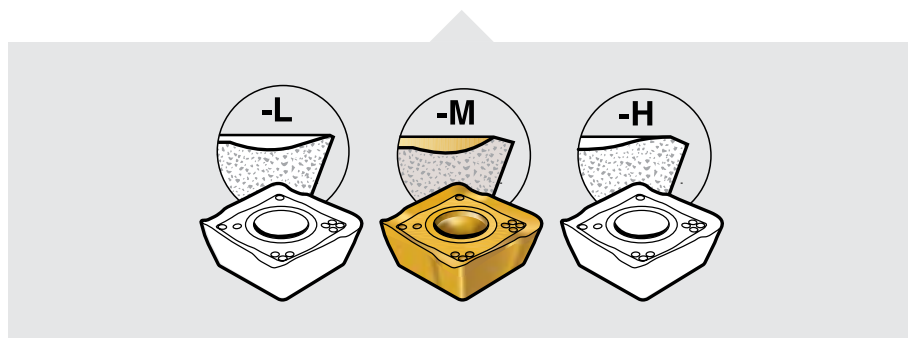


Imagem: Sandvik Coromant AB

## RECOMENDAÇÃO DE FRESAGEM DA FACE COM UM ÂNGULO DE DEFINIÇÃO DE 45°

Em condições muito estáveis da máquina e com uma configuração rígida, pastilhas de classe P10 são mais adequadas em todas as operações de fresamento com pastilhas, especialmente para Hardox® 600 e Hardox® Extreme. Depois a velocidade de corte pode ser aumentada em aproximadamente 80-100%.

As recomendações são para as condições médias da máquina.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc),<br>m/min | Avanço por dente, (fz) mm/t |                     |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                 |                                    | mín                         | máx                 |
|                 |                                    | Pastilha classe P30         | Pastilha classe P30 |
| Hardox® HiTemp  | 120 – 160                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® HiAce   | 100 – 140                          | * 0,10                      | * 0,25              |
| Hardox® HiTuf   | 140 – 180                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 400     | 120 – 160                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 450     | 110 – 150                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 500     | 100 – 140                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 500 Tuf | 100 – 140                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 550     | 70 – 90                            | 0,10                        | 0,20                |
| Hardox® 600     | 50 – 70                            | 0,10                        | 0,20                |
| Hardox® Extreme | 30 – 50                            | 0,10                        | 0,20                |

\*O Hardox® HiAce mostrou ser muito abrasivo ao realizar a fresagem. Recomenda-se uma pastilha de alta dureza (faixa P10-P20). A pastilha deve ter uma geometria de corte fácil (L).



## RECOMENDAÇÃO SOBRE FRESAGEM DE FACE COM PASTILHAS REDONDAS

Pastilhas redondas possuem bordas de corte fortes e são boas para serem usadas quando a superfície tem orifícios e cavidades.

As recomendações são para as condições médias da máquina.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc),<br>m/min | Avanço por dente, (fz) mm/t |                     |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                 |                                    | mín                         | máx                 |
|                 |                                    | Pastilha classe P30         | Pastilha classe P30 |
| Hardox® HiTemp  | 120 – 160                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® HiAce   | 100 – 140                          | * 0,10                      | * 0,25              |
| Hardox® HiTuf   | 140 – 180                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 400     | 120 – 160                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 450     | 110 – 150                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 500     | 100 – 140                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 500 Tuf | 100 – 140                          | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 550     | 70 – 90                            | 0,10                        | 0,25                |
| Hardox® 600     | 50 – 70                            | 0,10                        | 0,20                |
| Hardox® Extreme | 30 – 50                            | 0,10                        | 0,20                |

\*O Hardox® HiAce mostrou ser muito abrasivo ao realizar a fresagem. Recomenda-se uma pastilha de alta dureza (faixa P10-P20). A pastilha deve ter uma geometria de corte fácil (L).





## RECOMENDAÇÃO PARA FRESAGEM DE CANTO COM UM ÂNGULO DE 90°

As recomendações são para as condições médias da máquina.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Avanço por dente, (fz) mm/t |                     |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                 |                                 | mín                         | máx                 |
|                 |                                 | Pastilha classe P30         | pastilha classe P30 |
| Hardox® HiTemp  | 120 – 160                       | 0,12                        | 0,25                |
| Hardox® HiAce   | 100 – 140                       | * 0,12                      | * 0,25              |
| Hardox® HiTuf   | 140 – 180                       | 0,12                        | 0,25                |
| Hardox® 400     | 120 – 160                       | 0,12                        | 0,25                |
| Hardox® 450     | 110 – 150                       | 0,12                        | 0,25                |
| Hardox® 500     | 100 – 140                       | 0,12                        | 0,25                |
| Hardox® 500 Tuf | 100 – 140                       | 0,12                        | 0,25                |
| Hardox® 550     | 70 – 90                         | 0,10                        | 0,20                |
| Hardox® 600     | 50 – 70                         | 0,10                        | 0,20                |
| Hardox® Extreme | 30 – 50                         | 0,10                        | 0,20                |

\*O Hardox® HiAce mostrou ser muito abrasivo ao realizar a fresagem. Recomenda-se uma pastilha de alta dureza (faixa P10-P20). A pastilha deve ter uma geometria de corte fácil (L).



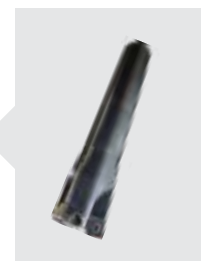
## FRESAGEM DE ALTO AVANÇO COM COROMILL 210 A UM ÂNGULO DE DEFINIÇÃO DE 10°

As recomendações são para as condições médias da máquina.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Avanço por dente, (fz) mm/t |                        |                        |                        |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                 |                                 | Mín Pastilha grau P30       | Máx Pastilha grau P30  | Mín Pastilha grau P30  | Máx Pastilha grau P30  |
|                 |                                 | Tamanho da pastilha 09      | Tamanho da pastilha 09 | Tamanho da pastilha 14 | Tamanho da pastilha 14 |
| Hardox® HiTemp  | 120 – 160                       | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® HiAce   | 90 – 130                        | * 0,4                       | * 2,0                  | * 0,5                  | * 3,0                  |
| Hardox® HiTuf   | 140 – 180                       | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® 400     | 120 – 160                       | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® 450     | 110 – 150                       | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® 500     | 90 – 130                        | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® 500 Tuf | 90 – 130                        | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® 550     | 70 – 90                         | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® 600     | 50 – 70                         | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |
| Hardox® Extreme | 35 – 50                         | 0,4                         | 2,0                    | 0,5                    | 3,0                    |

- O fz e o passo/rev são recomendações para Coromill 210 da Sandvik Coromant.

\*O Hardox® HiAce mostrou ser muito abrasivo ao realizar a fresagem. Recomenda-se uma pastilha de alta dureza (faixa P10-P20). A pastilha deve ter uma geometria de corte fácil (L).



## FUROS COM FRESAGEM DE AVANÇO ALTO (RAMPEAMENTO CIRCULAR)

O rampeamento circular, também conhecido como interpolação helicoidal ou interpolação espiral, é um movimento simultâneo em um caminho circular (X e Y) em conjunto com um avanço axial (Z) com um desvio de inclinação definido (P). Ele pode ser usado como uma alternativa à perfuração. Para efetuar o rampeamento circular é necessária uma máquina CNC.

### CONSELHO

- Use ar comprimido para remover cavacos metálicos.
- Use sempre a fresagem descendente/fresagem concordante.
- $P$  = desvio de inclinação em mm/rev.
- O desvio de inclinação máximo com pastilha tamanho 09 é de 1,2 mm.
- O desvio de inclinação máximo com pastilha tamanho 14 é de 2,0 mm.



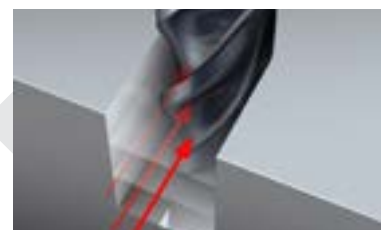
Imagem: Sandvik Coromant AB



## RECOMENDAÇÃO PARA FRESAGEM DE CANTO PARA FERRAMENTA INTERIÇA DE METAL DURO

Recomendação para fresagem de canais.

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Avanço por dente, (fz) mm/t |                       |                        |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
|                 |                                 | Mín - Máx                   |                       |                        |
|                 |                                 | Ø Diâmetro 3,0 – 6,0        | Ø Diâmetro 8,0 – 12,0 | Ø Diâmetro 14,0 – 20,0 |
| Hardox® HiTemp  | 75 – 100                        | 0,01 – 0,03                 | 0,03 – 0,06           | 0,06 – 0,09            |
| Hardox® HiAce   | 65 – 90                         | 0,01 – 0,03                 | 0,03 – 0,05           | 0,05 – 0,07            |
| Hardox® HiTuf   | 80 – 105                        | 0,01 – 0,03                 | 0,04 – 0,07           | 0,07 – 0,10            |
| Hardox® 400     | 75 – 100                        | 0,01 – 0,03                 | 0,03 – 0,06           | 0,06 – 0,09            |
| Hardox® 450     | 70 – 95                         | 0,01 – 0,03                 | 0,03 – 0,06           | 0,06 – 0,08            |
| Hardox® 500     | 45 – 70                         | 0,01 – 0,025                | 0,03 – 0,05           | 0,05 – 0,07            |
| Hardox® 500 Tuf | 45 – 70                         | 0,01 – 0,025                | 0,03 – 0,05           | 0,05 – 0,07            |
| Hardox® 550     | 40 – 65                         | 0,01 – 0,02                 | 0,03 – 0,045          | 0,05 – 0,065           |
| Hardox® 600     | 30 – 40                         | 0,005 – 0,015               | 0,02 – 0,03           | 0,03 – 0,04            |
| Hardox® Extreme | 20 – 30                         | 0,005 – 0,01                | 0,015 – 0,025         | 0,025 – 0,035          |



Conselho para fresagem de canal  
ap (profundidade do corte)  
Máx. 0,5 x Diâmetro

Imagem: Sandvik Coromant AB

## RECOMENDAÇÃO PARA FRESAGEM DE PAREDE

| Grau do aço     | Velocidade de corte (Vc), m/min | Avanço por dente, (fz) mm/t |                       |                        |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
|                 |                                 | Mín - Máx                   |                       |                        |
|                 |                                 | Ø Diâmetro 3,0 – 6,0        | Ø Diâmetro 8,0 – 12,0 | Ø Diâmetro 14,0 – 20,0 |
| Hardox® HiTemp  | 180 – 210                       | 0,02 – 0,04                 | 0,06 – 0,09           | 0,10 – 0,13            |
| Hardox® HiAce   | 120 – 150                       | 0,015 – 0,35                | 0,05 – 0,07           | 0,08 – 0,10            |
| Hardox® HiTuf   | 190 – 220                       | 0,02 – 0,05                 | 0,06 – 0,10           | 0,10 – 0,13            |
| Hardox® 400     | 180 – 210                       | 0,02 – 0,04                 | 0,06 – 0,09           | 0,10 – 0,13            |
| Hardox® 450     | 160 – 190                       | 0,02 – 0,04                 | 0,06 – 0,09           | 0,10 – 0,12            |
| Hardox® 500     | 120 – 150                       | 0,015 – 0,35                | 0,05 – 0,07           | 0,08 – 0,10            |
| Hardox® 500 Tuf | 120 – 150                       | 0,015 – 0,35                | 0,05 – 0,07           | 0,08 – 0,10            |
| Hardox® 550     | 80 – 110                        | 0,01 – 0,035                | 0,045 – 0,07          | 0,08 – 0,10            |
| Hardox® 600     | 70 – 100                        | 0,01 – 0,035                | 0,04 – 0,07           | 0,08 – 0,10            |
| Hardox® Extreme | 60 – 90                         | 0,01 – 0,03                 | 0,04 – 0,06           | 0,06 – 0,08            |



Aconselhamento de fresagem de parede  
ap (usar o comprimento total de corte)  
ae (profundidade radial de corte) máx. 0,1 x D

Imagem: Sandvik Coromant AB

- Se possível, use somente ar comprimido para remover os cavacos e use um mandril weldon para ferramentas com um Ø superior a 10 mm.

# SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FURAÇÃO

|                                                                                     |                                              |                                                                                        |                                                                                    |                                          |                                                                   |                                                                         |                                |                               |                   |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|
| Vida útil curta da ferramenta de metal duro                                         |                                              | ●                                                                                      | ●                                                                                  | ●                                        | ●                                                                 | ●                                                                       |                                |                               |                   |                  |
| Vida útil curta da ferramenta HSS                                                   |                                              |                                                                                        | ●                                                                                  | ●                                        |                                                                   | ●                                                                       |                                | ●                             | ●                 |                  |
| Vibrações                                                                           | ●                                            |                                                                                        |                                                                                    | ●                                        |                                                                   | ●                                                                       |                                |                               |                   | ●                |
| Desgaste na borda/margem de corte                                                   |                                              |                                                                                        |                                                                                    | ●                                        | ●                                                                 |                                                                         |                                | ●                             |                   |                  |
| Desgaste na borda do cinzel/centro da broca                                         |                                              |                                                                                        |                                                                                    | ●                                        |                                                                   |                                                                         | ●                              |                               |                   | ●                |
| Furos assimétricos                                                                  |                                              |                                                                                        | ●                                                                                  | ●                                        |                                                                   | ●                                                                       |                                |                               |                   | ●                |
| Pequenos lascamentos nas bordas de corte                                            | ●                                            |                                                                                        | ●                                                                                  |                                          |                                                                   |                                                                         | ●                              |                               |                   |                  |
| Acumulação de cavacos nos sulcos da broca                                           |                                              | ●                                                                                      |                                                                                    | ●                                        |                                                                   |                                                                         | ●                              |                               |                   | ●                |
| Lascamento no canto das bordas de corte                                             |                                              | ●                                                                                      |                                                                                    | ●                                        | ●                                                                 | ●                                                                       |                                |                               |                   |                  |
| Tamanho maior/menor dos furos                                                       |                                              |                                                                                        |                                                                                    | ●                                        |                                                                   | ●                                                                       |                                |                               |                   | ●                |
|  | Escolha uma classe de metal duro mais tenaz. | Aumente o fluxo de líquido refrigerante e limpe os orifícios de refrigeração da broca. | Verifique se está sendo usado o grau de aço rápido (HSS) ou de metal duro correto. | Verifique o guia para os dados de corte. | Verifique os porta-ferramentas e a excentricidade total indicada. | Melhore a fixação da peça de trabalho/reduza a distância da ferramenta. | Aumente a velocidade de corte. | Reduza a velocidade de corte. | Aumente o avanço. | Reduza o avanço. |





## SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FRESAGEM

|                                                                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Desgaste do aporte                                                                              |   | ● |   |   | ● |   |   |   | ● |   | ● |
| Desgaste da cratera                                                                             |   | ● |   |   |   |   | ● |   |   |   | ● |
| Deformação plástica                                                                             |   | ● |   | ● |   |   |   |   |   |   | ● |
| Acumulo na borda de corte                                                                       |   |   | ● |   | ● |   | ● |   |   |   |   |
| Obstrução por cavacos                                                                           |   |   |   | ● |   | ● |   | ● |   |   |   |
| Pequenos lascamentos nas bordas de corte                                                        |   |   | ● |   |   |   | ● |   | ● | ● |   |
| Vida curta da fresa/pastilhas                                                                   |   | ● |   |   | ● |   |   |   | ● |   | ● |
| Vibrações                                                                                       | ● | ● |   |   | ● | ● | ● | ● | ● |   |   |
| Sem potência/torque suficiente                                                                  |   | ● |   |   |   | ● | ● | ● |   |   |   |
|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Posicione a fresa fora do centro. Consulte a página 14.                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Reduza a velocidade de corte.                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Aumente a velocidade de corte.                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Reduza o avanço.                                                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Aumente o avanço.                                                                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Use uma fresa com passo largo.                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Use uma fresa menor e pastilhas com uma geometria de corte leve positiva. Consulte a página 15. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Reduza a profundidade de corte.                                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Verifique a configuração da fresa.                                                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Use uma classe de pastilhas mais tenaz.                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Use uma classe de pastilhas mais resistente ao desgaste.                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



## RECOMENDAÇÕES DE TORNEAMENTO

As recomendações dos dados de corte abaixo são aplicáveis para classes de metal duro mais tenazes. Essas classes são necessárias para operações nas quais possam ocorrer impactos, como quando estiver torneando uma chapa com bordas de corte por oxicorte.

| Grau das pastilhas            | P25, C6                        | P35 / C6-C7     | K20, C2   |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------|
| Avanço por revolução (mm/rev) | 0,1 – 0,4 – 0,8                | 0,1 – 0,4 – 0,8 | 0,1 – 0,3 |
| Grau do aço                   | Velocidade de corte Vc (m/min) |                 |           |
| Hardox® HiTemp                | 130 – 90 – 70                  | 105 – 65 – 45   |           |
| Hardox® HiAce                 |                                |                 | 100 – 80  |
| Hardox® HiTuf                 | 130 – 90 – 70                  | 105 – 65 – 45   |           |
| Hardox® 400                   | 130 – 90 – 70                  | 105 – 65 – 45   |           |
| Hardox® 450                   | 130 – 90 – 70                  | 105 – 65 – 45   |           |
| Hardox® 500                   | -                              |                 | 100 – 80  |
| Hardox® 500 Tuf               | -                              |                 | 100 – 80  |

Com um avanço mais alto, reduza a velocidade de corte.

## FÓRMULAS E DEFINIÇÕES

$$Vc = \frac{Dm \times \pi \times n}{1000}$$

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times Dm}$$

$$vf = n \times fn$$

$$\pi = 3,142$$

Vc = Velocidade de corte (m/min)

n = Velocidade do eixo (rpm)

fn = avanço por revolução (mm/rev)

vf = avanço (mm/min)

Dm = Diâmetro usinado (mm)

ap = profundidade de corte (mm)



## RESULTADOS DE NOSSOS PRÓPRIOS TESTES

### MÁQUINAS UTILIZADAS DURANTE OS TESTES

#### VMC FADAL 4020 HT modelo 1997

- Eixo tipo ISO 40 cônico
- Líquido refrigerante pelo eixo
- Velocidade máxima do eixo de 10.000 rpm
- Efeito no motor do eixo 16,8 kW
- Torque 303 Nm

#### CSEPEL RF 50 modelo 1970

- Máquina de furação radial
- Eixo do tipo morsa cônica 4
- Velocidade do eixo 45-2000
- Efeito no motor do eixo 4 kW

| * Hardox® 500                | Ferramenta         | Ø da broca | Ø   | Vc   | Profundidade da rosca | Total |
|------------------------------|--------------------|------------|-----|------|-----------------------|-------|
| Rosqueamento/furos passantes | Manigley 105/4 DUO | 21,5       | M24 | 3,4  | 40 mm                 | 48    |
| * Hardox® 500                | Ferramenta         | Ø          | Vc  | fn   | Profundidade da broca | Total |
| Furação/furos passantes      | HSS Co 5% X-Alcr   | 18         | 5   | 0,17 | 30 mm                 | 33    |
| Hardox® 500                  | Ferramenta         | Ø          | Vc  | fn   | Profundidade da broca | Total |
| Furação/furos passantes      | EF drill           | 10,4       | 40  | 0,1  | 30 mm                 | 875   |
| Hardox® 500                  | Ferramenta         | Ø da broca | Ø   | Vc   | Profundidade da rosca | Total |
| Rosqueamento/furos passantes | Manigley 105/4 DUO | 10,4       | M12 | 3    | 30 mm                 | 161   |
| Hardox® 600                  | Ferramenta         | Ø          | Vc  | fn   | Profundidade da broca | Total |
| Furação/furos passantes      | ChamDrill          | 18         | 30  | 0,1  | 30 mm                 | 180   |
| Hardox® Extreme              | Ferramenta         | Ø          | Vc  | fn   | Profundidade da broca | Total |
| Furação/furos passantes      | MPS1 (DP 1021)     | 12         | 25  | 0,1  | 25 mm                 | 403   |

\* Testes realizados na máquina de furação.



## RECOMENDAÇÕES DE FERRAMENTAS PARA A CHAPA ANTIDESGASTE HARDOX®

### BROCA PARA AÇOS RÁPIDOS

|                     |                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca de aço rápido com uma liga de 8% de cobalto (HSS-Co 8%)             |
| Fornecedor:         | MayKestag, Áustria                                                        |
| Nome da ferramenta: | Brocas HSS -E Co 8 Taper Shank, WN 103                                    |
| Nº do artigo:       | 832xxxx                                                                   |
| Web:                | <a href="https://www.maykestag.com/en/">https://www.maykestag.com/en/</a> |



|                     |                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca de aço rápido com uma liga de 8% de cobalto (HSS-Co 8%)       |
| Fornecedor:         | Witec, Alemanha                                                     |
| Nome da ferramenta: | TYPE WITEC MN                                                       |
| Nº do artigo:       | 2-135 15 VAP                                                        |
| Web:                | <a href="http://www.witec-tools.de/">http://www.witec-tools.de/</a> |

|                     |                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca de aço rápido com uma liga de 8% de cobalto (HSS-Co 8%)   |
| Fornecedor:         | Somta, África do Sul                                            |
| Nome da ferramenta: | Broca MTS Armour Piercing                                       |
| Nº do artigo:       | 261xxxx                                                         |
| Web:                | <a href="https://www.somta.co.za/">https://www.somta.co.za/</a> |

|                     |                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca de aço rápido com uma liga de cobalto (DRILL BIT COBALT“S”+X-ALCR DIN1897N Hardox® STUB) |
| Fornecedor:         | Izar, Espanha                                                                                  |
| Nome da ferramenta: | Ref 1054                                                                                       |
| Nº do artigo:       | 32xxx                                                                                          |
| Web:                | <a href="https://www.izartool.com/">https://www.izartool.com/</a>                              |



## BROCA PARA AÇOS RÁPIDOS

|                     |                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca de aço rápido com uma liga de cobalto (DRILL BIT COBALT™S™+X-ALCR TAPER STUB) |
| Fornecedor:         | Izar, Espanha                                                                       |
| Nome da ferramenta: | Ref 1154                                                                            |
| Nº do artigo:       | xxxxx                                                                               |
| Web:                | <a href="https://www.izartool.com/">https://www.izartool.com/</a>                   |



|                     |                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca de aço rápido com uma liga de 8% de cobalto (HSCo - 8%)                 |
| Fornecedor:         | Presto tools, Inglaterra                                                      |
| Nome da ferramenta: | Broca Armour Piercing (APX)                                                   |
| Nº do artigo:       | 11211xx.xx                                                                    |
| Web:                | <a href="https://www.presto-tools.co.uk/">https://www.presto-tools.co.uk/</a> |

## BROCA INTERIÇA DE METAL DURO

|                     |                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                                          |
| Fornecedor:         | Emuge Franken, Alemanha                                                               |
| Nome da ferramenta: | EF-Drill-STEEL                                                                        |
| Nº do artigo:       | TA203344xx.xx                                                                         |
| Web:                | <a href="https://www.emuge-franken-group.com">https://www.emuge-franken-group.com</a> |



|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                                      |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant AB, Suécia                                                       |
| Nome da ferramenta: | Corodril R840 Delta C                                                             |
| Nº do artigo:       | R840-xxxx-30-A1A                                                                  |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com/">https://www.sandvik.coromant.com/</a> |

|                     |                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                    |
| Fornecedor:         | Granlund Tool AB, Suécia                                        |
| Nome da ferramenta: | Tunder / T80                                                    |
| Nº do artigo:       | T80-xx.x                                                        |
| Web:                | <a href="http://www.granlund.com/">http://www.granlund.com/</a> |

|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                                      |
| Fornecedor:         | Mitsubishi, Japão                                                                 |
| Nome da ferramenta: | MPS1 (DP 1021)                                                                    |
| Nº do artigo:       | MPS1-xxxxS                                                                        |
| Web:                | <a href="http://www.mitsubishicarbide.com/">http://www.mitsubishicarbide.com/</a> |

## BROCA INTERIÇA DE METAL DURO

|                     |                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                        |
| Fornecedor:         | Seco, Suécia                                                        |
| Nome da ferramenta: | Seco Feedmax                                                        |
| N° do artigo:       | SD203A-xx.x-xx-xxxx-M                                               |
| Web:                | <a href="https://www.secotools.com/">https://www.secotools.com/</a> |



|                     |                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                                                            |
| Fornecedor:         | WNT, Alemanha                                                                                           |
| Nome da ferramenta: | WTX-UNI                                                                                                 |
| N° do artigo:       | 11780                                                                                                   |
| Web:                | <a href="https://cuttingtools.ceratzit.com/gb/en.html">https://cuttingtools.ceratzit.com/gb/en.html</a> |

|                     |                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca interiça de metal duro                                                  |
| Fornecedor:         | Hoffmann-Group, Alemanha                                                      |
| Nome da ferramenta: | Garant 122500                                                                 |
| N° do artigo:       | 122500                                                                        |
| Web:                | <a href="https://www.hoffmann-group.com/">https://www.hoffmann-group.com/</a> |

## BROCA COM PONTA INTERCAMBIÁVEL

|                     |                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca com ponta intercambiável (Grau da ponta da broca: IDI SG IC908) |
| Fornecedor:         | Iscar, Israel                                                         |
| Nome da ferramenta: | Chamdrill                                                             |
| N° do artigo:       | DCM xxx-xxx-xxA-3D                                                    |
| Web:                | <a href="https://www.iscar.com">https://www.iscar.com</a>             |



|                     |                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca com ponta intercambiável (Grau da ponta da broca: ICP IC908) |
| Fornecedor:         | Iscar, Israel                                                      |
| Nome da ferramenta: | SumoCham                                                           |
| N° do artigo:       | DCN xxx-xxx-xxA-3D                                                 |
| Web:                | <a href="https://www.iscar.com">https://www.iscar.com</a>          |

|                     |                                                                                |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca com ponta intercambiável<br>(Grau da ponta da broca: Geometria P HB7530) |
| Fornecedor:         | Hoffmann-Group, Alemanha                                                       |
| Nome da ferramenta: | Broca HiPer                                                                    |
| N° do artigo:       | 23 1605 -xx.x                                                                  |
| Web:                | <a href="https://www.hoffmann-group.com/">https://www.hoffmann-group.com/</a>  |

## BROCA COM PONTA INTERCAMBIÁVEL

|                     |                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca com ponta intercambiável (Grau da ponta da broca: Geometria P PM 4334) (Grau da ponta da broca: Geometria M MM 2234, para Hardox 600) |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                                                                                    |
| Nome da ferramenta: | CoroDrill 870                                                                                                                               |
| N° do artigo:       | 870-xxxx-xxxx                                                                                                                               |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com">https://www.sandvik.coromant.com</a>                                                             |



## BROCA COM PASTILHAS INTERCAMBIÁVEIS

|                     |                                                                                         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Broca com pastilhas indexáveis (pastilha central LM 1044) (pastilha periférica LM 4044) |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                                |
| Nome da ferramenta: | CoroDrill 880                                                                           |
| N° do artigo:       | 880-Dxxxxxx-xx                                                                          |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com">https://www.sandvik.coromant.com</a>         |



## ESCAREAMENTO FEITO COM O HARDOX®

|                     |                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Escareamento                                                    |
| Fornecedor:         | Granlund Tool AB, Suécia                                        |
| Nome da ferramenta: | Escareamento WHV                                                |
| N° do artigo:       | xWHV-xx.x                                                       |
| Web:                | <a href="http://www.granlund.com/">http://www.granlund.com/</a> |



## REBAIXAMENTO FEITO COM O HARDOX®

|                     |                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Rebaixamento                                                    |
| Fornecedor:         | Granlund Tool AB, Suécia                                        |
| Nome da ferramenta: | Rebaixamento KV                                                 |
| N° do artigo:       | xKV9-xx.x                                                       |
| Web:                | <a href="http://www.granlund.com/">http://www.granlund.com/</a> |



## ROSQUEAMENTO NA CHAPA ANTIDESGASTE HARDOX®

|                     |                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Macho de abrir rosca para furos passantes (macho HSSE-PM com revestimento TiCN) |
| Fornecedor:         | Manigley, Suíça                                                                 |
| Nome da ferramenta: | 105/4 DUO                                                                       |
| N° do artigo:       | 433xx                                                                           |
| Web:                | <a href="http://www.manigley.ch/de/home">http://www.manigley.ch/de/home</a>     |



|                     |                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Macho de abrir rosca para furos cegos (macho HSSE-PM com revestimento TiCN) |
| Fornecedor:         | Manigley, Suíça                                                             |
| Nome da ferramenta: | 131/3 DUO                                                                   |
| N° do artigo:       | 433xx                                                                       |
| Web:                | <a href="http://www.manigley.ch/de/home">http://www.manigley.ch/de/home</a> |

|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Macho de abrir rosca para furos passantes (HSS-E-PM com revestimento TiAlN)       |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                          |
| Nome da ferramenta: | CoroTap 200                                                                       |
| N° do artigo:       | E324, E326                                                                        |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com/">https://www.sandvik.coromant.com/</a> |

|                     |                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Macho de abrir rosca para furos passantes (HSSE-PM com revestimento TiAlN)    |
| Fornecedor:         | Hoffmann-Group, Alemanha                                                      |
| Nome da ferramenta: | Garant 132065                                                                 |
| N° do artigo:       | 132065-Mxx                                                                    |
| Web:                | <a href="https://www.hoffmann-group.com/">https://www.hoffmann-group.com/</a> |

|                     |                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Macho de abrir rosca para furos passantes (HSSE-PM com revestimento TiCN) |
| Fornecedor:         | BASS, Alemanha                                                            |
| Nome da ferramenta: | VARIANT 1/2 TIH                                                           |
| N° do artigo:       | 1088xx                                                                    |
| Web:                | <a href="https://www.bass-tools.com/">https://www.bass-tools.com/</a>     |



## FRESAGEM DE ROSCAS NA CHAPA ANTIDESGASTE HARDOX®

|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Fresa de metal duro interiça com revestimento TiCN        |
| Fornecedor:         | Emuge Franken, Alemanha                                   |
| Nome da ferramenta: | GF-VZ-VHM-R15-IKZ-HB                                      |
| N° do artigo:       | GFB35106.xxxx                                             |
| Web:                | <a href="https://www.emuge.de/">https://www.emuge.de/</a> |



|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Fresa de metal duro interiça com revestimento TiCN        |
| Fornecedor:         | Emuge Franken, Alemanha                                   |
| Nome da ferramenta: | GSF-VHM 2D IKZ-HB                                         |
| N° do artigo:       | GF333106.xxxx                                             |
| Web:                | <a href="https://www.emuge.de/">https://www.emuge.de/</a> |

## FRESAGEM DE TOPO NA CHAPA ANTIDESGASTE HARDOX®

|                     |                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Fresa interiça de metal duro com revestimento Siron-A               |
| Fornecedor:         | Seco Tool, Suécia                                                   |
| Nome da ferramenta: | JS 554 Siron-A                                                      |
| N° do artigo:       | JS554xxxx                                                           |
| Web:                | <a href="https://www.secotools.com/">https://www.secotools.com/</a> |



## FRESAGEM COM PASTILHA FEITA COM A CHAPA ANTIDESGASTE HARDOX®

|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Fresagem de face com Coromill 345                                                 |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                          |
| Nome da ferramenta: | Coromill 345                                                                      |
| N° do artigo:       | 345-xxxxx-13x                                                                     |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com/">https://www.sandvik.coromant.com/</a> |



|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Fresagem de face com Coromill 300 (pastilhas arredondadas)                        |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                          |
| Nome da ferramenta: | Coromill 300                                                                      |
| N° do artigo:       | R300-xxxxx-xxx                                                                    |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com/">https://www.sandvik.coromant.com/</a> |

|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Fresagem de parede/face com Coromill 490                                          |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                          |
| Nome da ferramenta: | Coromill 490                                                                      |
| N° do artigo:       | 490-xxxxx-xxx                                                                     |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com/">https://www.sandvik.coromant.com/</a> |

|                     |                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Descrição:          | Furação com fresagem de alta velocidade                                           |
| Fornecedor:         | Sandvik Coromant, Suécia                                                          |
| Nome da ferramenta: | Coromill 210                                                                      |
| N° do artigo:       | R210-xxxxx-xxx                                                                    |
| Web:                | <a href="https://www.sandvik.coromant.com/">https://www.sandvik.coromant.com/</a> |

## PASTILHA COM GRAU EM AÇO HARDOX®

Use pastilhas classe Pxx30 para máquinas em condições médias. Em máquinas muito estáveis e com uma configuração rígida, pastilhas de classe Pxx10 seriam mais adequadas, especialmente com um valor superior a 500 Brinell de dureza.

Fornecedor: Sandvik Coromant, Suécia

[www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com)

| Nome da ferramenta | Referência/grau de encaixe | Inserir geometria |
|--------------------|----------------------------|-------------------|
| Coromill 210       | R210-xxxxx-Px / xx10       | M                 |
|                    | R210-xxxxx-Px / xx30       | M                 |
| Coromill 300       | R300-xxxxx-Px / xx10       | L-M-H             |
|                    | R300-xxxxx-Px / xx30       | L-M-H             |
| Coromill 345       | 345R-xxxxx-Px / xx10       | L-M-H             |
|                    | 345R-xxxxx-Px / xx30       | L-M-H             |
| Coromill 490       | 490R-xxxxx-Px / xx10       | L-M               |
|                    | 490R-xxxxx-Px / xx30       | L-M-H             |



## FORNECEDORES DE FERRAMENTAS QUE RECOMENDAMOS E COM OS QUAIS COLABORAMOS

Todas as recomendações nessa brochura são baseadas nos resultados de testes práticos sobre numerosas ferramentas em diferentes situações. Colaboramos com alguns dos principais fabricantes do mundo de ferramentas, cujo é altamente recomendado por nós.

|                           |                                                                          |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Emuge Franken</b>      | <a href="http://www.emuge-franken.de">www.emuge-franken.de</a>           |
| <b>Granlund Tools</b>     | <a href="http://www.granlund.com">www.granlund.com</a>                   |
| <b>Hoffmann Group</b>     | <a href="http://www.hoffmann-group.com">www.hoffmann-group.com</a>       |
| <b>IZAR Cutting Tools</b> | <a href="http://www.izartool.com">www.izartool.com</a>                   |
| <b>ISCAR</b>              | <a href="http://www.iscar.com">www.iscar.com</a>                         |
| <b>Komet Group</b>        | <a href="http://www.kometgroup.com">www.kometgroup.com</a>               |
| <b>Manigley</b>           | <a href="http://www.manigley.ch">www.manigley.ch</a>                     |
| <b>Mitsubishi</b>         | <a href="http://www.mitsubishicarbide.com">www.mitsubishicarbide.com</a> |
| <b>Sandvik Coromant</b>   | <a href="http://www.sandvik.coromant.com">www.sandvik.coromant.com</a>   |
| <b>SECO TOOLS</b>         | <a href="http://www.secotools.com">www.secotools.com</a>                 |
| <b>Witech</b>             | <a href="http://www.witec-tools.de">www.witec-tools.de</a>               |
| <b>WNT</b>                | <a href="http://www.wnt.com">www.wnt.com</a>                             |

A SSAB é uma empresa siderúrgica com sede na região Nórdica e nos Estados Unidos. Ela oferece produtos de valor agregado e serviços desenvolvidos em cooperação próxima com seus clientes para criar um mundo mais forte, leve e sustentável. A SSAB conta com funcionários em mais de 50 países. A SSAB possui unidades produtivas na Suécia, na Finlândia e nos EUA. A SSAB está listada na Nasdaq OMX de Estocolmo e possui uma listagem secundária na Nasdaq OMX de Helsinque. [www.ssab.com](http://www.ssab.com)

Explore o mundo das chapas antidesgaste Hardox®



**SSAB**  
Rod. BR 280 S/N Km 34  
Araquari/ SC

Tel.: +55 11 3303 0800  
Fax: +55 11 3303 0830  
[contact@ssab.com](mailto:contact@ssab.com)

**hardox.pt**

Hardox® é uma marca registrada do grupo de empresas SSAB. Todos os direitos reservados. As informações contidas neste guia são fornecidas apenas para fins gerais. A SSAB AB não aceita responsabilidade pela adequação dele a qualquer aplicação específica. Sendo assim, o usuário é responsável por toda e qualquer adaptação e/ou modificação necessária a aplicações específicas.

**SSAB**