

SeleÃ§Ã£o de aÃ§o para conformaÃ§Ã£o e forjamento a frio: comparaÃ§Ã£o entre aÃ§os de baixo carbono, mÃ©dio carbono, ligados e ao boro

Steelmet Industries, Bright Bars, Alloy Steels, Free Cutting Steels, Stainless Steels

DescriÃ§Ã£o

Na conformaÃ§Ã£o a frio (cold heading) e no forjamento a frio de alta velocidade, o grau de aÃ§o incorreto nÃ£o produz apenas um fixador fraco â?? ele trinca cabeÃ§as de parafusos logo no primeiro golpe, destrÃ³i matrizes de carboneto de tungstÃªnio prematuramente ou distorce alÃ©m da tolerÃ¢ncia durante o tratamento tÃ©rmico posterior. Ainda assim, muitos compradores especificam fio-mÃ¡quina ou barras trefiladas apenas pela resistÃªncia Ã traÃ§Ã£o alvo, sem considerar a **taxa de encruamento, requisitos de recozimento de esferoidizaÃ§Ã£o ou temperabilidade do boro**.

Seja na fabricaÃ§Ã£o de parafusos de roda automotivos, parafusos Allen com sextavado interno, chumbadores estruturais ou pinos extrudados a frio, a escolha entre **aÃ§os de baixo carbono qualidade conformaÃ§Ã£o a frio (CHQ), aÃ§os de mÃ©dio carbono, aÃ§os ligados e aÃ§os ao boro** determina tanto a vida Ãºtil das matrizes quanto o custo final do componente.

Na **Steelmet Industries**, fornecemos barras brilhantes trefiladas a frio de precisÃ£o, fio-mÃ¡quina e barras esferoidizadas desenvolvidas para conformaÃ§Ã£o a frio e produÃ§Ã£o de fixadores. Abaixo estÃ¡ uma comparaÃ§Ã£o metalÃºrgica prÃ¡tica para adequar o grau ideal Ã severidade de conformaÃ§Ã£o e Ã classe de propriedade do fixador.

Por que a conformaÃ§Ã£o a frio exige metalurgia especializada

Diferente do forjamento a quente, a conformaÃ§Ã£o a frio deforma o aÃ§o Ã temperatura ambiente sob extremas tensÃµes de compressÃ£o e cisalhamento â?? atingindo frequentemente reduÃ§Ãµes de Ã¡rea transversal de **50% a 75%** em prensas progressivas multiestÃ¡gio. Para suportar isso sem trincas de cisalhamento, o aÃ§o requer:

- **Baixa relaÃ§Ã£o escoamento/resistÃªncia e baixo expoente de encruamento (valor *n*):** Minimiza a tonelagem de conformaÃ§Ã£o e mantÃ©m as pressÃµes na cavidade da matriz dentro de limites seguros.

- **Estrutura de grÃ£o fino acalmada ao alumÃnio:** Evita o envelhecimento por deformaÃ§Ã£o e assegura fluxo plÃ¡stico uniforme nas cabeÃ§as recalcadas e hastes extrudadas.
- **Controle de dobras superficiais e descarbonetaÃ§Ã£o:** Mesmo uma microfissura superficial de 0,05 mm no fio-mÃ¡quina laminado a quente abre-se em trinca visÃvel durante o recalque da cabeÃ§a.
- **Microestrutura de carbonetos esferoidizados (para graus de mÃ©dio carbono e ligados):** Quebra a perlita lamelar dura em carbonetos globulares macios antes da conformaÃ§Ã£o.

As 4 famÃlias de aÃ§o utilizadas em conformaÃ§Ã£o e forjamento a frio

1. AÃ§os de baixo carbono (SAE 1006, SAE 1008, SAE 1010, SAE 1018)

Os aÃ§os CHQ de baixo carbono (0,06% a 0,20% C) sÃ£o a escolha bÃ¡sica para rebites, parafusos de mÃ¡quina, fixadores de chapas e parafusos das classes ISO **4.6, 4.8 e 5.8**. Como a ferrita domina sua microestrutura, conformam-se a frio facilmente na condiÃ§Ã£o trefilada ou recozida sem esferoidizaÃ§Ã£o.

Steelmet Industries - Bright Bars, Alloy Steels, Free Cutting Steels, Stainless Steels

- **Pontos fortes:** Menor forÃ§a de conformaÃ§Ã£o, maior vida Ãºtil de punÃ§Ãµes e matrizes, excelente extrudabilidade a frio e fÃ¡cil soldabilidade.
- **LimitaÃ§Ãµes:** NÃ£o podem ser temperados no nÃºcleo por tÃªmpera e revenimento. Para pinos resistentes ao desgaste ou parafusos autobrocantes, as peÃ§as devem passar por cementaÃ§Ã£o ou carbonitretaÃ§Ã£o apÃ³s a conformaÃ§Ã£o.

2. AÃ§os de mÃ©dio carbono (SAE 1035, SAE 1038, SAE 1045 / EN8 / C45)

Os aÃ§os de mÃ©dio carbono (0,32% a 0,50% C) sÃ£o os materiais tradicionais para parafusos de alta resistÃªncia **ISO Classe 8.8** e **SAE Grau 5**, prisioneiros e fixadores de suspensÃ£o automotiva.

- **Pontos fortes:** Atingem de 800 a 1000 MPa de resistÃªncia Ã traÃ§Ã£o apÃ³s tÃªmpera em Ã³leo ou polÃmero e revenimento, com confiÃ¡vel resistÃªncia Ã fadiga.
- **Pontos crÃticos e limitaÃ§Ãµes:** No estado bruto de laminaÃ§Ã£o, colÃ´nias de perlita dura causam altas cargas de recalque e rÃ¡pido desgaste de matriz. Geometrias complexas de cabeÃ§a (parafusos flangeados ou sextavado interno) exigem **recozimento de esferoidizaÃ§Ã£o** dispendioso antes da trefilaÃ§Ã£o, alÃ©m de maiores temperaturas de austenitizaÃ§Ã£o e tÃªmpera severa que elevam o risco de distorÃ§Ã£o.

3. AÃ§os ao boro (SAE 10B21, SAE 15B25, 19MnB4, 20MnB4, 27MnB4)

Os aÃ§os ao boro transformaram a fabricaÃ§Ã£o moderna de fixadores automotivos. Ao adicionar apenas **0,0005% a 0,003% (5 a 30 ppm) de boro solÃºvel** â?? protegido por titÂ¢nio â?? a uma base de manganÃªs de baixo carbono (0,18% a 0,28% C), obtÃ©m-se a temperabilidade de um aÃ§o com 0,40% de carbono mantendo a conformabilidade macia a frio de um aÃ§o doce.

- **Pontos fortes:** Conforma-se com 15% a 25% menos tonelagem que o SAE 1035/1038, elimina frequentemente o recozimento de esferoidizaÃ§Ã£o prÃ©vio, reduz trincas de tÃªmpera e proporciona dureza uniforme no nÃºcleo para parafusos **ISO Classe 8.8 e 10.9**.
- **Pontos crÃticos e limitaÃ§Ãµes:** Exige controle rigoroso na aciaria (titÃ¢nio ou alumÃnio devem fixar o nitrogÃªnio livre; caso contrÃ¡rio, o boro forma nitreto de boro inativo e nÃ£o tempera). TambÃ©m Ã© suscetÃvel Ã fragilizaÃ§Ã£o de revenimento se revenido entre 250 Â°C e 400 Â°C.

4. AÃ§os ligados (SAE 4135, SAE 4140 / EN19, SAE 8620, 34CrMo4, 42CrMo4)

Os aÃ§os ligados ao cromo-molibdÃªnio e nÃquel-cromo-molibdÃªnio sÃ£o obrigatÃ³rios para fixadores crÃticos de seguranÃ§a â?? **classes ISO 10.9 e 12.9**, prisioneiros **ASTM A193 B7**, parafusos de biela e parafusos pesados acima de M20 onde os aÃ§os ao boro carecem de temperabilidade profunda.

Steelmet Industries Steels, Free Cutting Steels, Bright Bars, Alloy Steels, Stainless Steels

- **Pontos fortes:** Temperabilidade profunda em seÃ§Ãµes espessas, resistÃªncia superior Ã fratura retardada induzida por hidrogÃªnio (crÃtica na classe 12.9) e alta resistÃªncia Ã fluÃªncia em temperaturas elevadas.
- **Pontos crÃticos e limitaÃ§Ãµes:** Maior custo de matÃ©ria-prima e maior tensÃ£o de escoamento. Praticamente sempre exige recozimento completo de esferoidizaÃ§Ã£o antes da conformaÃ§Ã£o a frio e atmosfera controlada durante o tratamento tÃ©rmico para evitar descarbonetaÃ§Ã£o superficial.

ComparaÃ§Ã£o direta para conformaÃ§Ã£o a frio e fixadores

ParÂ¢metro	AÃ§os baixo carbono (SAE 1010 / 1018)	AÃ§os ao boro (10B21 / 20MnB4)	AÃ§os mÃ©dio carbono (SAE 1035 / EN8)	AÃ§os ligados (4135 / 4140 / EN19)
Carbono nominal %	0,08% â?? 0,20%	0,18% â?? 0,28%	0,32% â?? 0,45%	0,33% â?? 0,44%
Conformabilidade a frio / Recalque	Excelente (AtÃ© 75% reduÃ§Ã£o de Ã¡rea)	Muito boa (60% â?? 70% reduÃ§Ã£o)	Moderada (Exige recozimento para cabeÃ§as severas)	RazoÃ¡vel a moderada (EsferoidizaÃ§Ã£o obrigatÃ³ria)
Desgaste de matriz e tonelagem	O mais baixo	Baixo a moderado	Moderado a alto	O mais alto
Recozimento esferoidizaÃ§Ã£o prÃ©vio	NÃ£o necessÃ¡rio	Frequentemente dispensÃ¡vel (CabeÃ§as simples/mÃ©dias)	NecessÃ¡rio para cabeÃ§as complexas	ObrigatÃ³rio
Classe de propriedade alvo	ISO 4.6, 4.8, 5.8 (ou cementado)	ISO 8.8, 10.9 (AtÃ© ~M20)	ISO 8.8, SAE Grau 5	ISO 10.9, 12.9, ASTM A193 B7 (>M20)

ParÃ¢metro	AÃ§os baixo carbono (SAE 1010 / 1018)	AÃ§os ao boro (10B21 / 20MnB4)	AÃ§os mÃ©dio carbono (SAE 1035 / EN8)	AÃ§os ligados (4135/ 4140 / EN19)
Risco de distorÃ§Ã£o / trinca tÃªmpera	N/A (NÃ£o temperado no nÃºcleo)	Baixo (Martensita de baixo carbono)	Moderado a alto (TÃªmpera Ã¡gua/polÃmero)	Baixo a moderado (TÃªmpera em Ã³leo)

Problemas comuns na conformaÃ§Ã£o a frio e como preveni-los

1. Trincas de cisalhamento a 45Â° nas cabeÃ§as dos parafusos

Causa raiz: Exceder a taxa mÃ¡xima de reduÃ§Ã£o do aÃ§o em um Ãºnico golpe, ou utilizar barra de mÃ©dio carbono/ligada nÃ£o recozida onde a perlita lamelar nÃ£o consegue fluir em torno de raios estreitos.
SoluÃ§Ã£o: Trocar o SAE 1038 trefilado por material esferoidizado, ou migrar para um grau ao boro como **10B21 / 20MnB4** para reduzir a tensÃ£o de escoamento.

2. Trincas longitudinais ao longo da haste

Causa raiz: Dobras de laminaÃ§Ã£o, fissuras superficiais ou inclusÃµes nÃ£o metÃ¡licas presentes no fio-mÃ¡quina comercial.
SoluÃ§Ã£o: Especificar matÃ©ria-prima certificada **Qualidade ConformaÃ§Ã£o a Frio (CHQ)** ou barras brilhantes descascadas com inspeÃ§Ã£o superficial por correntes parasitas ou ultrassom.

3. NÃºcleo mole apÃ³s tÃªmpera de parafusos de grande diÂ¢metro

Causa raiz: Uso de aÃ§o ao boro (ex.: 10B21) em diÂ¢metros acima de 20â??24 mm. O boro aumenta a temperabilidade superficial, mas nÃ£o possui a penetraÃ§Ã£o de tÃªmpera do cromo e molibdÃªnio.
SoluÃ§Ã£o: Migrar para **SAE 4135 ou 4140 (EN19)** para diÂ¢metros maiores e fixadores estruturais pesados.

4. Lascamento dos pentes de laminaÃ§Ã£o de roscas

Causa raiz: Encruamento excessivo apÃ³s o recalque da cabeÃ§a ou dureza superficial irregular/descarbonetada em barras trefiladas a frio.
SoluÃ§Ã£o: Controlar a reduÃ§Ã£o final de passe de calibraÃ§Ã£o a frio (tipicamente 5% a 12% apÃ³s recozimento) para manter dureza superficial uniforme e tolerÂncia estreita ISO h9/h10.

Como escolher o grau certo para seu componente

Steelmet Industries - Bright Bars, Alloy Steels, Free Cutting Steels, Stainless Steels

- **Escolha baixo carbono (SAE 1008 / 1010 / 1018):** Para rebites, pinos, parafusos de baixa resistÃªncia (classes 4.8/5.8) e parafusos autobrocantes cementados onde a vida mÃ¡xima da matriz Ã© prioridade nÂº 1.
- **Escolha aÃ§o ao boro (10B21 / 15B25 / 20MnB4):** Para parafusos automotivos de alto volume nas classes 8.8 e 10.9 (atÃ© M20) onde eliminar o recozimento de esferoidizaÃ§Ã£o e reduzir o desgaste de matriz reduz o custo por peÃ§a.
- **Escolha aÃ§o de mÃ©dio carbono (SAE 1035 / EN8 / C45):** Quando os desenhos do cliente proÃbem explicitamente aditivos de boro (comum em especificaÃ§Ãµes de Ã³leo e gÃ¡s, ferrovias ou prisioneiros soldÃ¡veis) ou quando a tÃªmpera por induÃ§Ã£o Ã© exigida.
- **Escolha aÃ§o ligado (4135 / 4140 / EN19):** Para fixadores classe 12.9, parafusos de grande diÃ¢metro (>M20), prisioneiros de alta temperatura e fixadores crÃticos de transmissÃ£o.

Explore como nossas barras de precisÃ£o apoiam a fabricaÃ§Ã£o de fixadores e o setor automotivo em nossa pÃ¡gina Usos e AplicaÃ§Ãµes, ou consulte equivalÃªncias em nosso guia Tabela de equivalÃªncia de graus de aÃ§o.

Steelmet Industries - Bright Bars, Alloy Steels, Free Cutting Steels, Stainless Steels

Adquira aÃ§os para conformaÃ§Ã£o a frio e fixadores na Steelmet Industries

A **Steelmet Industries** fornece barras brilhantes trefiladas a frio testadas, barras recozidas e redondos laminados a quente nas especificaÃ§Ãµes de baixo carbono, mÃ©dio carbono, aÃ§os ligados e aÃ§os ao boro, com certificaÃ§Ã£o quÃmica e mecÂ¢nica completa sob nossa PolÃtica de Qualidade.

Discuta sua demanda de fixadores ou forjamento a frio:
Site corporativo: www.steelmet.in
Solicite um orÃ§amento: Contatar a Steelmet Industries

Categoria

1. Guia do Comprador
2. Guia de Graus

Etiquetas

1. 4140 Steel
2. Boron Steel
3. Cold Drawn Steel Bright Bars
4. Cold Forging Steel
5. EN8 steel
6. aÃ§o para fixadores
7. SAE 1018
8. Steel Selection Guide
9. Steelmet Industries

Data
12/11/2026
Autor

admin

Steelmet Industries - Bright Bars, Alloy Steels, Free Cutting Steels, Stainless Steels