

HARDOX[®]
WEAR PLATE

SOLDAGEM HARDOX[®]



SSAB

ÍNDICE

Solda das chapas antidesgaste Hardox®	3
Métodos de preparação da junta	4
Aporte térmico	5
Como evitar trincas por hidrogênio	6
Temperaturas mínimas de pré-aquecimento e de interpasse	8
Temperaturas de pré-aquecimento recomendadas	10
Obtenção e medição da temperatura de pré-aquecimento	12
Revestimento contra desgaste	13
Recomendações para minimizar a distorção	14
Tempo de resfriamento $t_{8/5}$	16
Sequência de solda e tamanho da abertura da raiz	17
Consumíveis de soldagem	18
Consumíveis de soldagem de aço inoxidável	20
Gás de proteção	21
Solda em primer	22
Tratamento térmico pós-soldagem	22
As novidades em tecnologia de soldagem	23



Manual de Solda da SSAB

Se você gosta de explorar ainda mais a fundo o mundo das soldas, recomendamos o manual de solda da SSAB. Este documento de 132 páginas fornece várias idéias e recomendações para técnicos, engenheiros e outros profissionais. Ele contém recomendações para obter o melhor resultado ao soldar as chapas antidesgaste Hardox® e o aço de alto desempenho Strenx®. Descreve o fluxo e o ciclo térmico, como eliminar o risco de trincas, melhorar a ZTA, escolher os consumíveis e material de adição e as características da geometria das juntas.

Você pode baixar uma versão digital ou solicitar uma versão impressa do Manual de Solda da SSAB em ssab.com/support/steel-handbooks

SOLDA DAS CHAPAS ANTIDESGASTE HARDOX®

A linha de chapas antidesgaste Hardox®, que também inclui tiras, barras redondas, tubos e canos, combina um desempenho exclusivo a uma soldabilidade excepcional. Todos os métodos convencionais de soldagem podem ser usados para soldar o aço Hardox® a outros aços soldáveis.

Este catálogo contém dicas e informações úteis para todas as pessoas que desejem simplificar e aumentar a eficiência de seus processos de soldagem. Ele oferece conselhos sobre pré-aquecimento e temperaturas de interpasse, aporte térmico, consumíveis de soldagem e muito mais.

Com essas informações práticas, todos os usuários podem desfrutar dos benefícios integrais das exclusivas propriedades dos aços Hardox®. Nessa guia são feitas referências a:

- ▶ Os documentos TechSupport fornecem mais informações e abordam assuntos tais como medidas para evitar discontinuidades. Eles também dão exemplos de fornecedores de consumíveis apropriados. Os documentos TechSupport podem ser encontrados na central de download em ssab.com/download-center.
- ▶ O WeldCalc™ como uma versão desktop ou em app permite aos usuários otimizar sua performance de soldagem com base nas condições específicas e requisitos de sua estrutura soldada. O WeldCalc™ pode ser baixado em ssab.com/support/calculators-and-tools.

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.



PARÂMETROS IMPORTANTES NA SOLDAGEM

Para assegurar uma solda de alta qualidade, limpe a área de solda para remover umidade, óleo, corrosão ou quaisquer impurezas antes da solda. Além da boa limpeza da região da solda, não deixe de considerar, em especial, os seguintes aspectos:

- ▶ Escolha dos consumíveis de soldagem
- ▶ Temperaturas de pré-aquecimento e de interpasse
- ▶ Aporte térmico
- ▶ Sequência de solda e abertura da raiz na junta

MÉTODOS DE PREPARAÇÃO DE JUNTA

As juntas podem ser preparadas por métodos convencionais, tais como corte térmico e usinagem. Se o corte térmico for usado, surgirá uma fina camada oxidada ou nitretada de até 0,2 mm de espessura, aproximadamente. Essas camadas devem ser removidas antes de soldar, geralmente através de esmerilhamento.

APORTE TÉRMICO

A maioria dos procedimentos de soldagem é realizada com solda por CC ou CA. Para a solda por CC e CA, o aporte térmico é calculado de acordo com a seguinte fórmula.

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ \text{(kJ/polegada)} \end{matrix}$$

O aporte térmico para a solda a arco pulsado pode ser determinado por uma das duas fórmulas seguintes:

$$Q = \frac{k \cdot IE}{L \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ \text{(kJ/polegada)} \end{matrix}$$

ou

$$Q = \frac{k \cdot IP \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ \text{(kJ/polegada)} \end{matrix}$$

Q = Aporte térmico em kJ/mm (kJ/polegada)

k = Eficiência do arco (adimensional)

U = Tensão [V]

I = Corrente [A]

v = Velocidade de soldagem em mm/min (pol/min)

L = Comprimento de um passe de soldagem [mm ou polegada]

IE = Energia instantânea [J]

IP = Potência instantânea [W]

Vários processos de soldagem possuem diferentes eficiências térmicas. A Tabela 1 descreve os valores aproximados para os diferentes processos de soldagem.

Fatores de eficiência térmica de diferentes processos de soldagem

MÉTODO DE SOLDAGEM	EFICIÊNCIA TÉRMICA (K)
MAG/ GMAW	0,8
MMA/ SMAW	0,8
SAW	1,0
TIG/ GTAW	0,6

Tabela 1

O aporte térmico excessivo aumenta a largura da zona termicamente afetada (ZTA) o que, por sua vez, afeta as propriedades mecânicas e a resistência ao desgaste da ZTA. A solda com baixo aporte térmico oferece algumas vantagens, tais como:

- ▶ Maior resistência ao desgaste da ZTA
- ▶ Menor distorção (juntas soldadas por passe único)
- ▶ Maior tenacidade da junta
- ▶ Maior resistência da junta

No entanto, um aporte térmico extremamente baixo pode afetar negativamente a resistência ao impacto (valores de $t_{8/5}$ * abaixo de 3 segundos). A Figura 2 indica o aporte térmico máximo recomendado (Q) para o Hardox®.

Aporte térmico máximo recomendado para o Hardox®

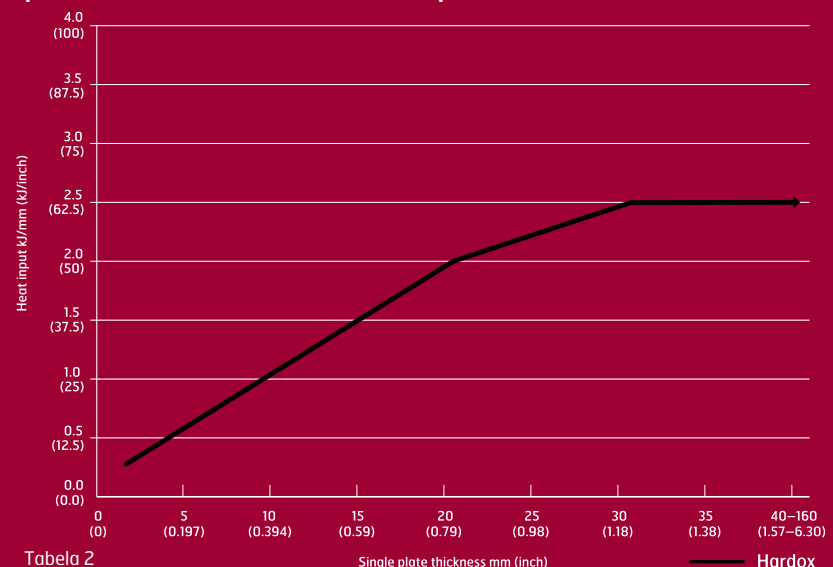


Tabela 2

* ver definição na página 16

COMO EVITAR TRINCAS POR HIDROGÊNIO

Devido a um carbono equivalente relativamente baixo, os aços Hardox® resistem melhor a trincas por hidrogênio do que outros aços resistentes ao desgaste.

Minimize o risco de trincas por hidrogênio seguindo estas recomendações:

- ▶ Pré-aqueça a área da solda à temperatura mínima recomendada.
- ▶ Meça a temperatura de pré-aquecimento de acordo com as recomendações de pré-aquecimento na página 10.
- ▶ Use processos e consumíveis que ofereçam um teor máximo de hidrogênio de 5 ml/100 g de metal de solda.
- ▶ Mantenha a junta livre de impurezas, tais como ferrugem, graxa, óleo ou gelo.
- ▶ Use apenas as classificações para consumíveis de soldagem recomendadas pela SSAB. (Mais informações sobre consumíveis de soldagem na página 18.)
- ▶ Aplique uma sequência correta de solda para minimizar as tensões residuais.
- ▶ Coloque os inícios e paradas da solda, de preferência a 50-100 mm (2"-4"), de um canto, no mínimo, para evitar tensões excessivas nessas regiões, consulte a Figura 1.
- ▶ Evite uma abertura de raiz cujo tamanho ultrapasse os 3 mm (1/8"); veja a Figura 2.
- ▶ A abertura não deve ultrapassar os 3 mm (1/8"); veja a Figura 2.

Figura 1

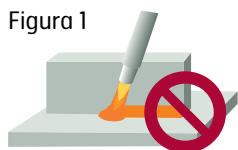
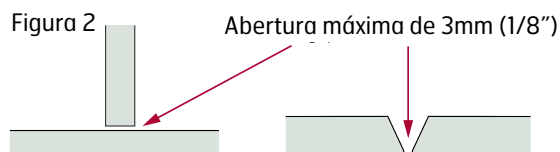


Figura 2





TEMPERATURAS MÍNIMAS DE PRÉ-AQUECIMENTO E DE INTERPASSE

Para evitar as trincas por hidrogênio, é essencial seguir a temperatura mínima de pré-aquecimento recomendada, bem como o procedimento para obter e medir a temperatura no interior e ao redor da junta.

Influência dos elementos de liga na seleção das temperaturas de pré-aquecimento e de interpasse

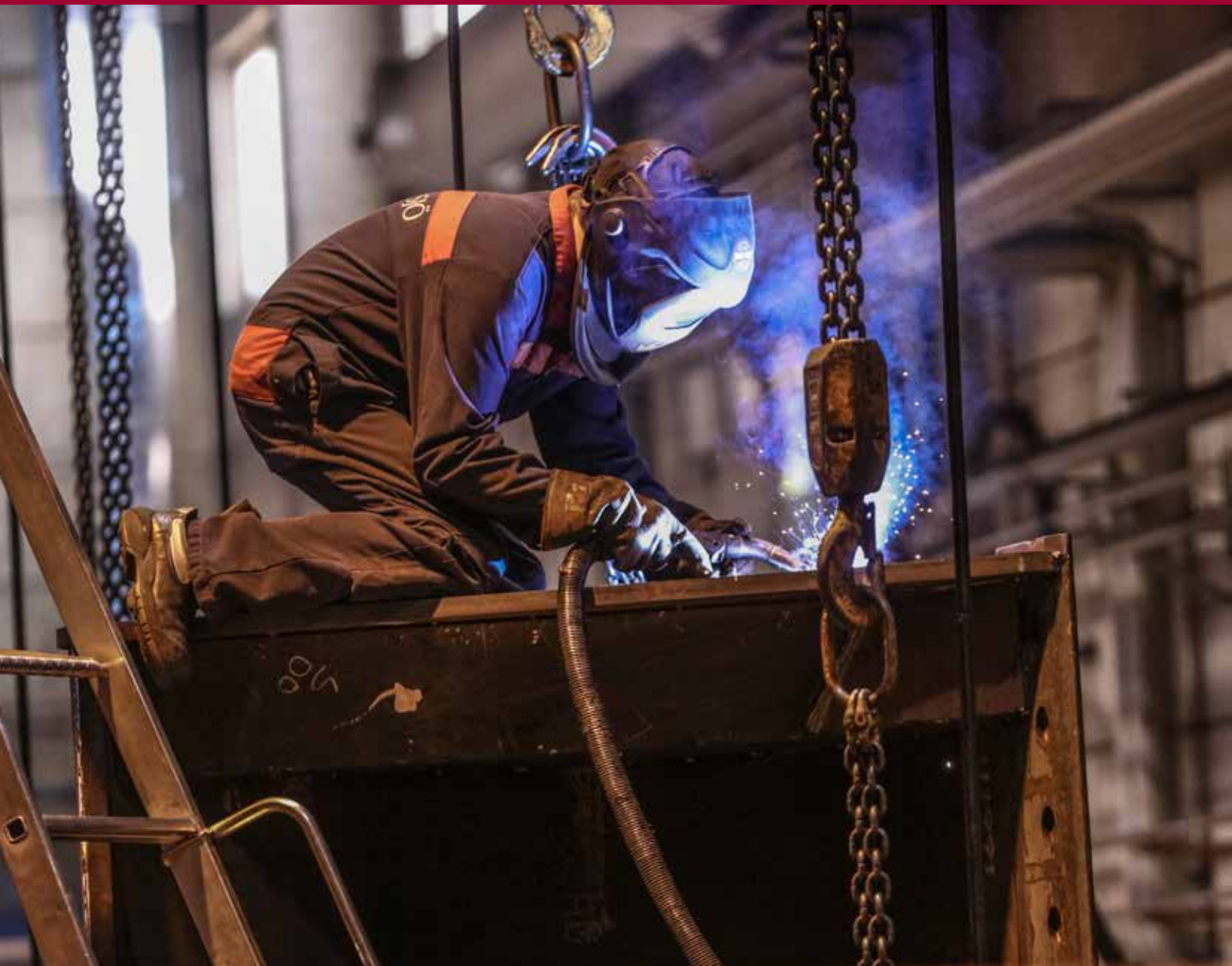
Uma combinação exclusiva de elementos de liga otimiza as propriedades mecânicas da chapa antidesgaste Hardox®. Esta combinação determina as temperaturas de pré-aquecimento e de interpasse do aço Hardox® durante a soldagem, e pode ser utilizada para calcular o valor do carbono equivalente. O carbono equivalente é geralmente expressado como CEV ou CET, de acordo com as fórmulas à direita.

Os elementos de liga são especificados no certificado de fabricação do aço Hardox®, sendo apresentados em porcentagens de peso nas duas fórmulas abaixo. Um valor maior de carbono equivalente geralmente requer uma temperatura maior de pré-aquecimento e de interpasse. O valor típico do equivalente de carbono para todos os graus Hardox® está garantido nas fichas técnicas da SSAB, que podem ser encontradas em www.hardox.com.

No entanto, se as temperaturas de pré-aquecimento mínimas indicadas neste documento forem observadas, o cálculo do equivalente de carbono não é necessário.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{[Mo+Cr+V]}{5} + \frac{[Ni+Cu]}{15} \quad [\%]$$

$$CET = C + \frac{[Mn + Mo]}{10} + \frac{[Cr+Cu]}{20} + \frac{Ni}{40} \quad [\%]$$



Temperaturas de pré-aquecimento e interpasse para toda a linha de aços de alta resistência ao desgaste Hardox®.

As temperaturas mínimas de pré-aquecimento e as temperaturas máximas de interpasse durante a soldagem são mostradas nas Tabelas 3, 4a e 4b. Salvo indicação em contrário, esses valores aplicam-se para soldagens com consumíveis de soldagem não ligados e de baixa liga.

- ▶ Quando chapas* de diferentes espessuras e grau de aço idêntico são soldadas umas às outras, a chapa mais grossa determina as temperaturas de pré-aquecimento e interpasse requeridas; veja a Figura 4.
- ▶ Quando diferentes tipos de aço são soldados uns aos outros, a chapa* que requer a mais alta temperatura de pré-aquecimento determina as temperaturas de pré-aquecimento e de interpasse.
- ▶ As tabelas 4a e 4b são válidas para aportes térmicos de 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/pol) ou mais altos. Caso sejam usados aportes térmicos de 1,0 – 1,69 kJ/mm (25,4 – 42,9 kJ/pol), recomendamos que você aumente a temperatura em 25°C (77°F) acima da temperatura de pré-aquecimento recomendada.
- ▶ 4 Caso seja aplicado um aporte térmico menor que 1,0 kJ/mm (25,4 kJ/pol), recomendamos que você use o app WeldCalc da SSAB para calcular a temperatura de pré-aquecimento mínima recomendada.
- ▶ Caso a umidade ambiente seja alta ou a temperatura esteja abaixo de 5°C (41°F), as menores temperaturas de pré-aquecimento recomendadas nas Tabelas 4a e 4b devem ser aumentadas em 25°C (77°F).
- ▶ Para chapas com espessura superior a 25 mm (0,984”) e geometrias de juntas, onde o passe de raiz está próximo à linha central da chapa, como soldas de topo em duplo V, recomendamos que o passe de raiz fique a aproximadamente 5 mm (0,197”) da linha central da chapa (conforme Figura 3).

* Chapa, tira, barra redonda e tubo.

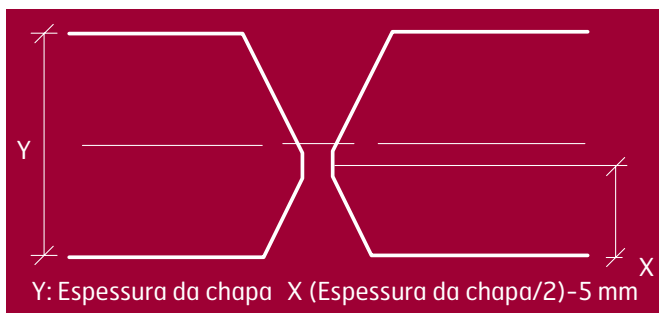


Figura 3

Temperatura de interpasse/temperatura de pré-aquecimento máxima recomendada.

Hardox® HiTemp**	300°C (572°F)
Hardox® HiTuf**	300°C (572°F)
Hardox® HiAce	225°C (437°F)
Hardox® 400/400 Tube e barras redondas	225°C (437°F)
Hardox® 450	225°C (437°F)
Hardox® 500/500 Tube	225°C (437°F)
Hardox® 500 Tuf	225°C (437°F)
Hardox® 550	225°C (437°F)
Hardox® 600	225°C (437°F)
Hardox® Extreme	100°C (212°F)

Tabela 3

** Temperaturas de interpasse de até cerca de 400°C (752°F) podem ser usadas em certos casos para o Hardox® HiTemp e o Hardox® HiTuf. Nesses casos, use o WeldCalc™.

A temperatura de interpasse mostrada na Tabela 3 é a temperatura máxima recomendada na junta (no topo do metal de solda) ou imediatamente adjacente à junta (posição inicial), logo antes do início do próximo passe de solda.

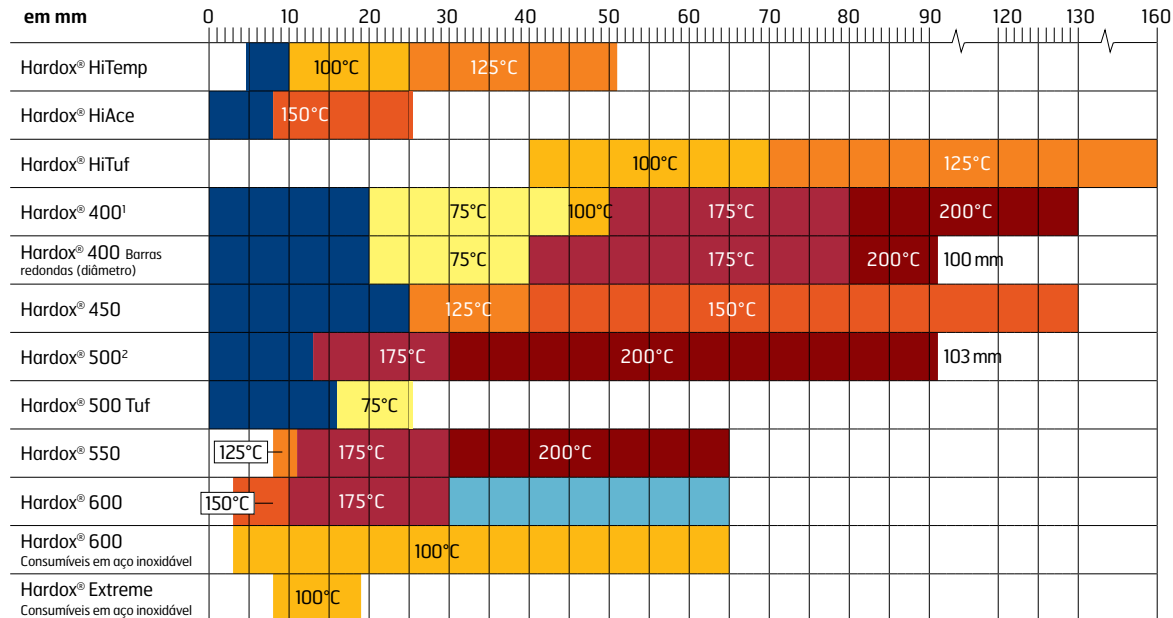
As temperaturas mínimas de pré-aquecimento e as temperaturas máximas de interpasse recomendadas, conforme mostradas nas Tabelas 3, 4a e 4b, não são afetadas por aportes térmicos maiores que 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/pol). As informações baseiam-se na premissa de que a junta soldada é deixada esfriar até atingir a temperatura ambiente.

Observe que estas recomendações também se aplicam a soldas por pontos e passes de raiz. No geral, cada uma das soldas por pontos deve ter um comprimento de, no mínimo, 50 mm (2”). No caso de juntas com espessuras de chapa de até 8 mm (0,31”), podem ser usadas soldas por pontos de comprimentos menores. A distância entre as soldas por pontos pode ser variada, conforme a necessidade.

TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO RECOMENDADAS

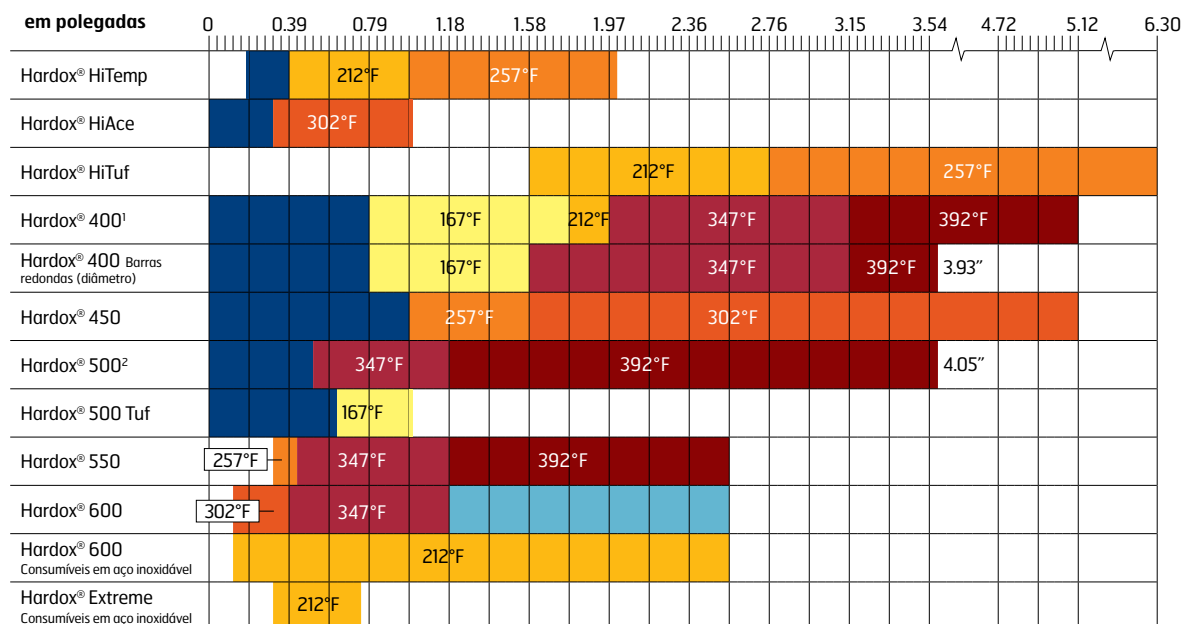
A espessura de uma única chapa (ou diâmetro para barras) é mostrada no eixo x. As temperaturas mínimas recomendadas de pré-aquecimento e interpasse são fornecidas para diferentes espessuras de uma única chapa. Observe que todo aumento de temperatura começa em 0,1 mm (0,004 ") acima da espessura indicada nos gráficos.

Tabela 4a



■ Temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) □ Fora da faixa de tamanhos ■ Somente consumíveis em aço inoxidável Temperatura de pré-aquecimento e de interpasse de no mínimo 100°C

Tabela 4b



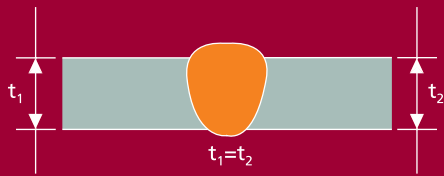
■ Temperatura ambiente (aproximadamente 68°F) □ Fora da faixa de tamanhos ■ Somente consumíveis em aço inoxidável Temperatura de pré-aquecimento e de interpasse de no mínimo 212°F

¹ A temperatura de pré-aquecimento do Hardox® 400 também se aplica ao Hardox® 400 Tubes, disponíveis em espessuras de 3 a 6 mm (0.118"-0.236").

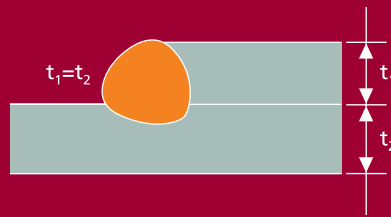
² A temperatura de pré-aquecimento do Hardox® 500 também se aplica ao Hardox® 500 Tubes, disponíveis em espessuras de 3 a 6 mm (0.118"-0.236").

Desenho esquemático mostrando uma “espessura de chapa simples (diâmetro)”

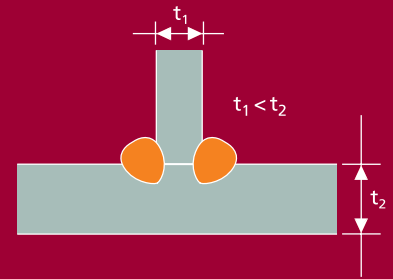
Figura 4



$t_1 = t_2$ A espessura da chapa simples é t_1 ou t_2 , contanto que o mesmo tipo de aço seja utilizado.



$t_1 = t_2$ A espessura da chapa simples é t_1 ou t_2 , contanto que o mesmo tipo de aço seja utilizado.



$t_1 < t_2$ Neste caso, a espessura da chapa simples é t_2 , contanto que o mesmo tipo de aço seja utilizado.



OBTENÇÃO E MEDIÇÃO DA TEMPERATURA DE PRÉ-AQUECIMENTO

A temperatura de pré-aquecimento requerida pode ser obtida de várias maneiras. Elementos pré-aquecedores elétricos (Figura 5) ao redor da junta frequentemente são os melhores, pois permitem obter um aquecimento uniforme da área. A temperatura deve ser monitorada utilizando-se, por exemplo, um termômetro de contato.



Figura 5: Exemplo de mantas de aquecimento elétrico

Operação de pré-aquecimento recomendada

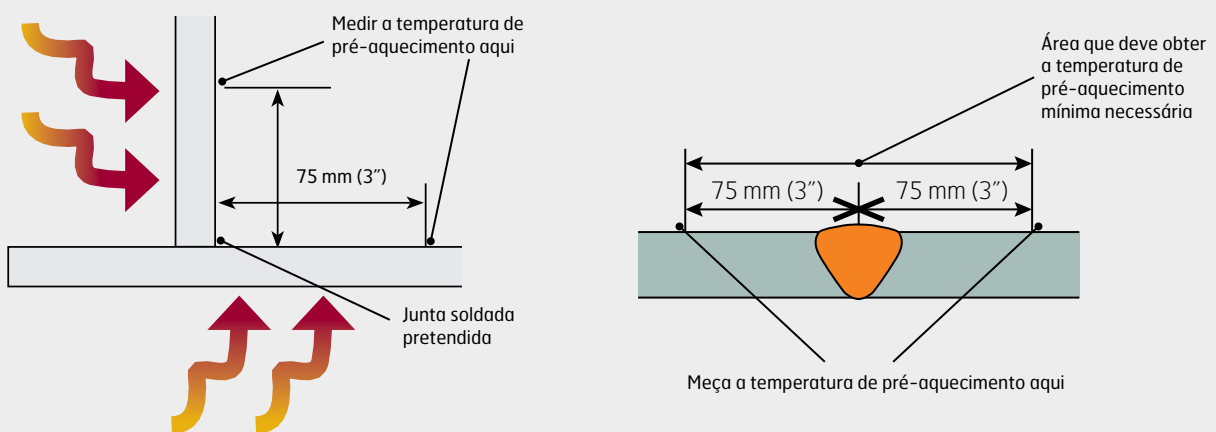


Figura 6

Um tempo de espera mínimo de 2 min/25 mm de espessura (2 min/ 1 pol) deve ser observado antes de medir a temperatura de pré-aquecimento. A temperatura mínima de pré-aquecimento deve ser obtida em uma área de 75 + 75 mm (3" + 3") ao redor da junta soldada pretendida; veja a acima.

A temperatura de interpasse também pode ser medida no metal de solda ou no metal de base imediatamente adjacente.

REVESTIMENTO CONTRA DESGASTE

Se a junta soldada estiver localizada em uma área sujeita a grande desgaste, é possível usar revestimentos contra desgaste com consumíveis especiais, a fim de aumentar a resistência ao desgaste do metal de solda. As instruções para a junção e aplicação de revestimento contra desgaste do aço Hardox® devem ser seguidas.

Alguns consumíveis para revestimentos contra desgaste requerem uma temperatura de pré-aquecimento extremamente alta, que pode ultrapassar a temperatura de interpasse máxima recomendada dos aços Hardox®.

É bom lembrar que o uso de uma temperatura de pré-aquecimento acima da temperatura de interpasse máxima recomendada para o aço Hardox® pode reduzir a dureza da chapa de base e resultar na queda da resistência ao desgaste da área pré-aquecida.

As temperaturas de pré-aquecimento mínimas e máximas são as mesmas dos tipos convencionais de solda; veja as Tabelas 4a e 4b. Veja a Figura 7 para conhecer a definição de espessura de chapa simples para situações de revestimento contra desgaste.

É uma boa ideia soldar uma camada de amanteigamento com tenacidade extra alta entre a junta soldada ou chapa e o revestimento contra desgaste. A escolha de consumíveis para a camada de amanteigamento deve observar as recomendações de soldagem para a chapa antidesgaste Hardox®. Recomenda-se usar na camada de amanteigamento consumíveis feitos de aço inoxidável, de acordo com a AWS 307 e AWS 309; veja a Figura 8.

Figura 7: Definição de espessura de chapa simples

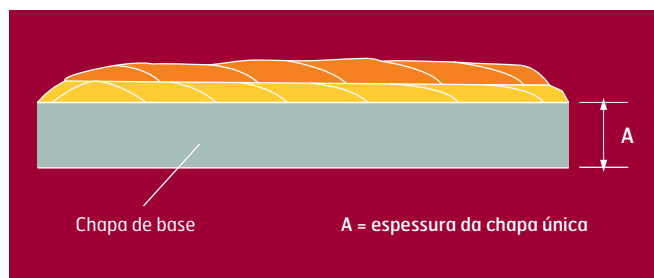
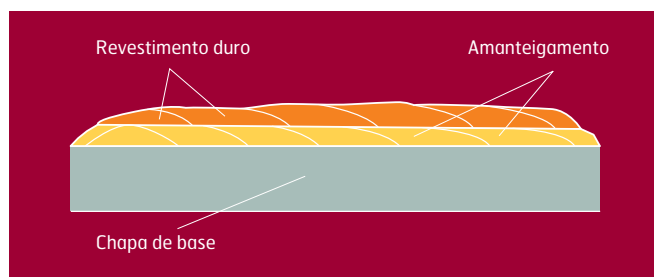


Figura 8: Exemplo de sequência de solda utilizando-se consumíveis para a camada de amorteimento e revestimento contra desgaste



RECOMENDAÇÕES PARA MINIMIZAR A DISTORÇÃO

A quantidade de distorção durante e após a solda está relacionada à espessura da chapa de base e ao procedimento de soldagem. Minimize a distorção, principalmente ao soldar espessuras mais finas, seguindo as recomendações abaixo:

- ▶ Faça a solda utilizando o menor aporte térmico possível (juntas soldadas por passe único).
- ▶ Minimize a área da seção transversal (ângulo de juntas menores) e consequentemente a quantidade de material depositado; veja a Figura 9.
- ▶ Use juntas simétricas de forma a equilibrar as forças; veja a Figura 10.
- ▶ Pré-deforme, prenda ou posicione em ângulos as peças antes da soldagem a fim de compensar a deformação, veja Figura 11.
- ▶ Evite uma abertura irregular da raiz.
- ▶ Minimize os reforços e otimize a garganta das soldas em ângulo.
- ▶ Diminua a distância entre os pontos de solda.
- ▶ Use técnicas de soldagem de passe a ré ou de cordões alternados. Na técnica de soldagem em passe a ré, todos os passes são soldados na direção oposta à progressão geral. Na soldagem alternada, nem todas as sequências da solda precisam estar na direção contrária da progressão geral: veja a Figura 12.
- ▶ Realize a solda a partir das áreas rígidas em direção às extremidades soltas, veja a Figura 13.

Figura 9: Seção transversal da solda e como ela influencia na distorção.

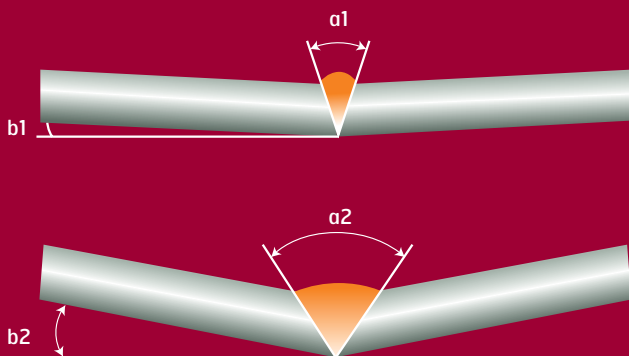


Figura 10



Figura 11: Pré-fixação de uma junta em ângulo e de uma junta de topo em V simples.

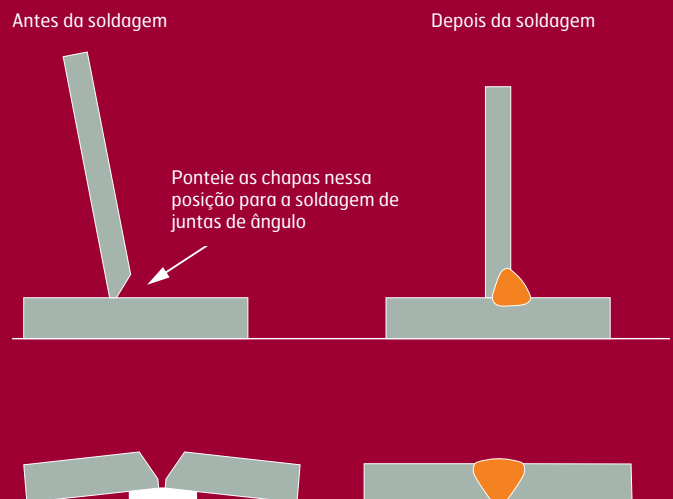
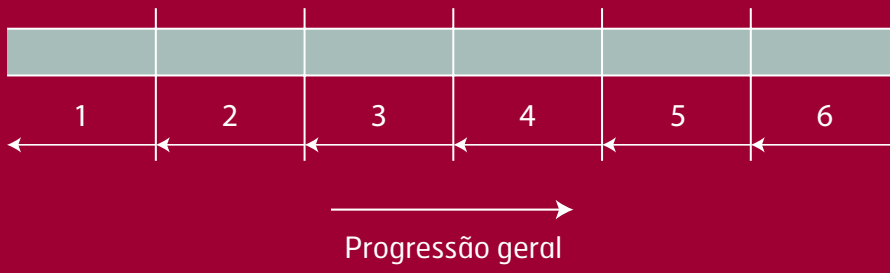


Figura 12: Uso de sequência de soldagem

Exemplo da direção de soldagem na técnica de passe a ré



Exemplo da direção de soldagem na técnica de cordões alternados

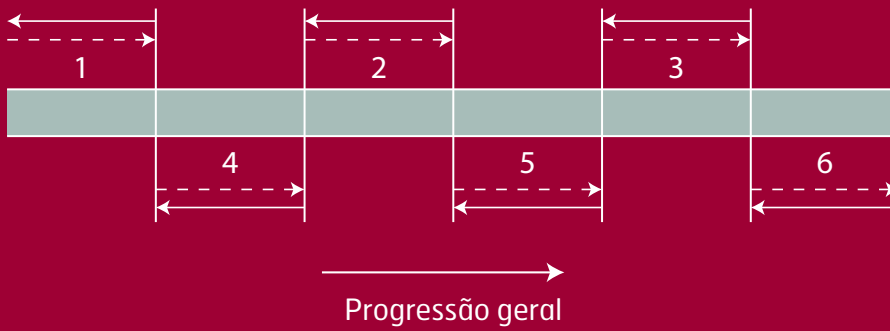
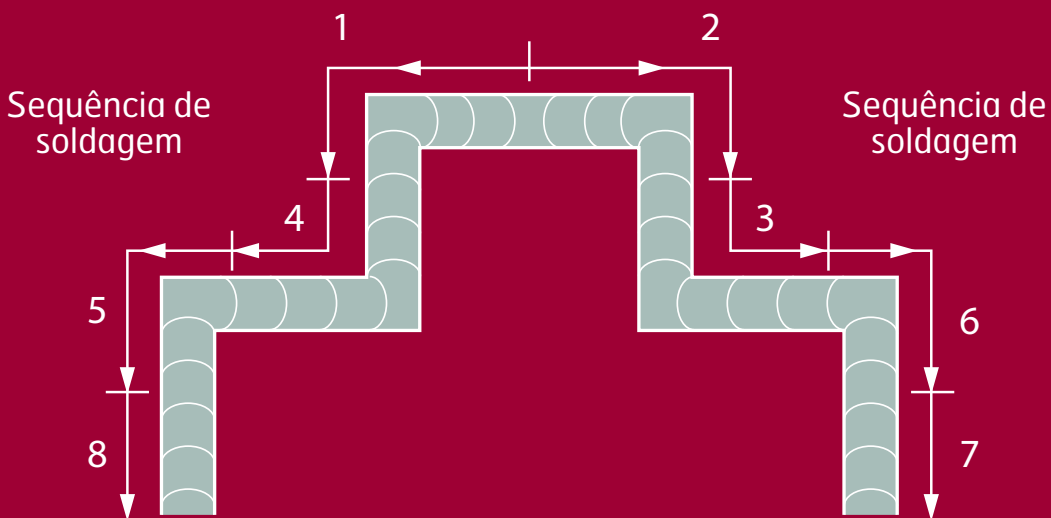


Figura 13



TEMPO DE RESFRIAMENTO $t_{8/5}$

O tempo de resfriamento ($t_{8/5}$) é o tempo que leva para a solda esfriar de 800 ° a 500 °C (1472 ° a 932 °F) e fornece uma boa descrição do efeito térmico da soldagem.

Os tempos de resfriamento recomendados são geralmente dados para os aços estruturais, a fim de otimizar o processo de solda para um determinado requisito, como atender à resistência mínima ao impacto.

Os tempos de resfriamento máximos recomendados para os diferentes graus Hardox® estão disponíveis no aplicativo WeldCalc da SSAB.



O WeldCalc™ oferece recomendações otimizadas sobre soldagem ao seu alcance

O aplicativo WeldCalc da SSAB fornece as configurações corretas da máquina de solda, incluindo o aporte térmico recomendado, as temperaturas de pré-aquecimento, corrente, tensão e velocidade de deslocamento. Faça o download do aplicativo WeldCalc ou de sua versão para desktop em ssab.com/support/calculators-and-tools ou faça a leitura dos códigos QR abaixo para os aplicativos para iOS e para Android:



App store

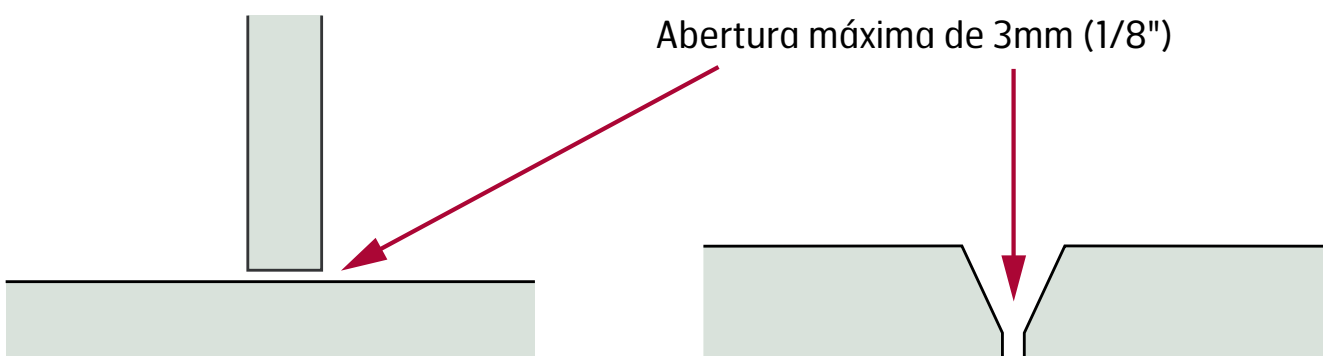
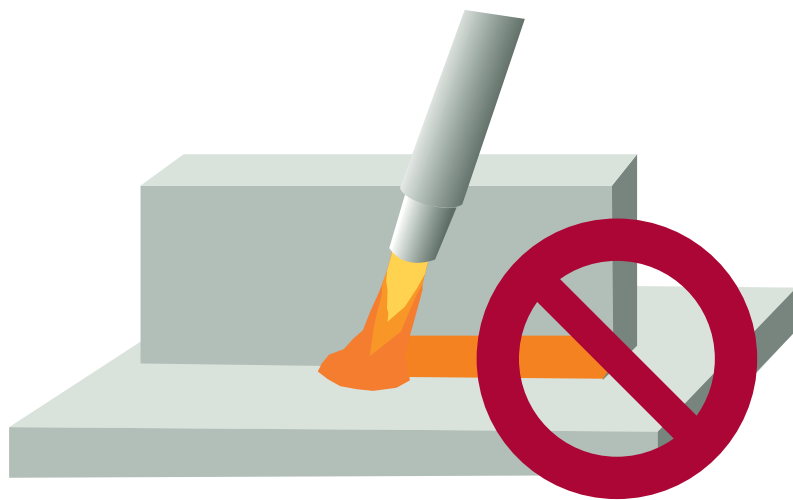


Google play

SEQUÊNCIA DE SOLDAGEM E DA ABERTURA DE RAIZ

Antes de realizar a solda por pontos, é importante manter uma abertura de raiz entre as chapas de base que não ultrapasse 3 mm (1/8"); veja a Figura 14. Procure obter um tamanho de espaço o mais uniforme possível ao longo da junta. Além disso, evite iniciar e parar a solda em áreas sujeitas a altas tensões. Se possível, os procedimentos de início e parada devem ser de, no mínimo, 50 - 100 mm (2" - 4") a partir de um canto; veja a Figura 14. Ao realizar a solda da borda de chapas, pode ser útil fazer uso de "babadores".

Figura 14: Evite inícios e paradas em áreas sujeitas a altas tensões, como cantos. O espaço não deve ultrapassar os 3 mm (1/8").



CONSUMÍVEIS DE SOLDAGEM

Resistência dos consumíveis de soldagem não ligados e de baixa liga

Os consumíveis não ligados e baixa liga, com uma resistência à tração máxima de 500 MPa (72 ksi), são geralmente recomendados para o Hardox®. Consumíveis de maior resistência (Re máx. 900 MPa/130 ksi) podem ser usados com o Hardox® 400 e 450 na faixa de espessuras entre 0,7 e 6,0 mm (0,028" – -0,236").

Os consumíveis de baixa liga resultam em uma maior dureza no metal depositado, o que pode reduzir a taxa de desgaste do metal de solda. Se as propriedades de desgaste do metal de solda forem essenciais, o cordão superior da junta poderá ser soldado com consumíveis usados para revestimentos contra desgaste; consulte "Revestimentos contra desgaste" na página 13.

Além disso, os consumíveis recomendados para os aços Hardox® e suas designações de acordo com as classificações AWS e EN podem ser encontrados na Tabela 5.

Requisitos sobre o teor de hidrogênio de consumíveis de soldagem não ligados e baixa liga

O conteúdo de hidrogênio deve ser menor ou igual a 5 ml de hidrogênio por 100 g de metal de solda, quando a solda é feita com consumíveis de soldagem não ligados ou baixa liga

O arame sólido usado nas soldas MAG/ GMA e TIG/ GTAW pode produzir esses baixos teores de hidrogênio no metal de solda. O teor de hidrogênio para outros tipos de consumíveis de soldagem deve ser obtido com os respectivos fabricantes. A SSAB fornece exemplos de consumíveis adequados no TechSupport N°. 60, disponível em nossa página inicial: ssab.com.

Caso os consumíveis sejam armazenados de acordo com as recomendações do fabricante, o teor de hidrogênio será mantido para atender o requisito mencionado abaixo. Isso também se aplica a todos os consumíveis revestidos e fluxos aglomerados.

Tabela 5: Consumíveis recomendados para todos os aços da linha de produtos de chapas antidesgaste Hardox®

MÉTODO DE SOLDAGEM	CLASSIFICAÇÃO AWS	CLASSIFICAÇÃO EN
MAG/GMAW, arame sólido	AWS A5.28 ER70X-X	EN ISO 14341-A- G 42x
	AWS A5.28 ER80X-X	EN ISO 14341-A- G 46x
MAG/MCAW, arame metal cored	AWS A5.28 E7XC-X	EN ISO 17632-A- T 42xH5
	AWS A5.28 E8XC-X	EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/FCAW, arame flux cored	AWS A5.29 E7XT-X	EN ISO 17632 -A- T 42xH5
	AWS A5.29 E8XT-X	EN ISO 17632 -A- T 46xH5
MMA (SMAW, eletrodo revestido)	AWS A5.5 E70X	EN ISO 2560-A- E 42xH5
	AWS A5.5 E80X	EN ISO 2560-A- E 46xH5
SAW	AWS A5.23 F49X	EN ISO 14171-A- S 42x
	AWS A5.23 F55X	EN ISO 14171-A- S 46x
TIG/ GTAW	AWS A5.18 ER70X	EN ISO 636-A- W 42x
	AWS A5.28 ER80X	EN ISO 636-A- W 46x

Observação: X quer dizer um ou mais caracteres.



CONSUMÍVEIS DE SOLDAGEM DE AÇO INOXIDÁVEL

Consumíveis austeníticos de aço inoxidável podem ser utilizados para a soldagem de todos os produtos Hardox®, conforme mostrado na Tabela 6. Eles permitem a solda em temperaturas ambientes de 5 a 20°C (41 – 68 °F) sem pré-aquecimento, com exceção do Hardox® 600 e do Hardox® Extreme.

A SSAB recomenda dar preferência aos consumíveis que se encontram de acordo com a AWS 307 e como opção os que estão de acordo com a AWS 309. Tais tipos de consumíveis possuem um limite de escoamento aproximado de 500 MPa (72 ksi) em todos os metais de solda.

O tipo AWS 307 pode suportar melhor as trincas por calor do que o AWS 309. Deve-se ter em mente que os fabricantes raramente especificam o teor de hidrogênio dos consumíveis de aço inoxidável uma vez que, nestes o hidrogênio não afeta tanto o desempenho quanto em consumíveis não ligados e baixa liga. A SSAB não impõe quaisquer restrições quanto ao teor máximo de hidrogênio desses tipos de consumíveis. Exemplos de consumíveis inoxidáveis adequados podem ser encontrados no TechSupport N°. 60, disponível em ssab.com.

Tabela 6: Consumíveis de aço inoxidável recomendados para a linha de produtos de chapas antidesgaste Hardox®

MÉTODO DE SOLDAGEM	CLASSIFICAÇÃO AWS	CLASSIFICAÇÃO EN
MAG/GMAW, arame sólido	AWS 5.9 ER307	Recomendado: EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Adequado: EN ISO 14343-A: B 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
MAG/MCAW, arame metal cored	AWS 5.9 EC307	Recomendado: EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 Adequado: EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MAG/FCAW, arame flux cored	AWS 5.22 E307T-X	Recomendado: EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 Adequado: EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MMA/ SMAW, Eletrodo Revestido	AWS 5.4 E307-X	Recomendado: EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/ EN ISO 3581-B: 307 Adequado: EN ISO 3581-A: 22 12 X/ EN ISO 3581-B: 309X
SAW	AWS 5.9 ER307	Recomendado: EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Adequado: EN ISO 14343-A: S 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
TIG/ GTAW	AWS 5.9 ER307	Recomendado: EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Adequado: EN ISO 14343-A: W 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X

Observação: X quer dizer um ou mais caracteres.

GÁS DE PROTEÇÃO

Os gases de proteção para a chapa antidesgaste Hardox® são geralmente os mesmos normalmente escolhidos para aços não ligados e baixa liga.

Os gases de proteção usados para a solda MAG/ GMAW dos aços Hardox® contêm uma mistura de argônio (Ar) e dióxido de carbono (CO₂). Uma pequena quantidade de oxigênio (O₂) às vezes é usada com Ar e CO₂ a fim de estabilizar o arco e reduzir a quantidade de respingos.

Recomendamos uma mistura de gás de proteção com cerca de 18–20% de CO₂ em argônio para soldas manuais, a qual

facilita uma boa penetração no material com uma quantidade razoável de respingos. Caso seja utilizada solda automática ou por robô, é possível usar um gás de proteção que contenha 8–10% de CO₂ em argônio, a fim de otimizar o resultado da solda com relação à produtividade e ao nível de respingos.

A Figura 15 mostra os efeitos das várias misturas de gases de proteção. A Tabela 7 contém recomendações para gás de proteção em diferentes métodos de soldagem. As misturas de gases de proteção mencionadas na Tabela 7 são misturas gerais, que podem ser usadas tanto para solda por curto circuito ou em spray.

Figura 15: Misturas de gases de proteção e seu efeito na operação de solda

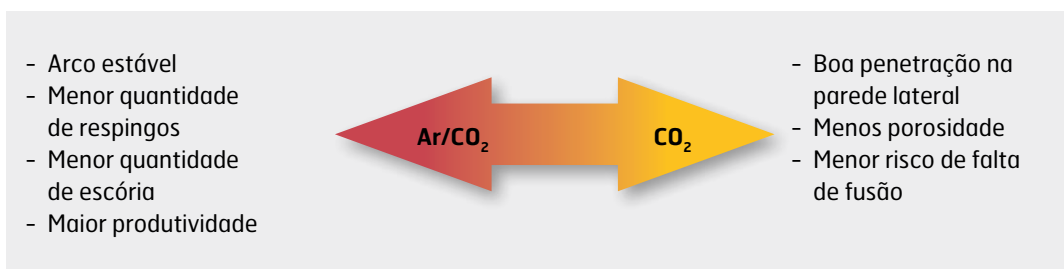


Tabela 7: Exemplos de misturas de gases de proteção e recomendações

MÉTODO DE SOLDAGEM	TIPO DE ARCO	POSIÇÃO	GÁS DE PROTEÇÃO
MAG/GMAW, arame sólido	Curto circuito	Todas as posições	18 – 25% CO ₂ em Ar
MAG/MCAW, arame metal cored	Curto circuito	Todas as posições	18 – 25% CO ₂ em Ar
MAG/GMAW, arame sólido	Arco por spray	Horizontal	15 – 20% CO ₂ em Ar
MAG/ GMAW, FCAW	Arco por spray	Todas as posições	15 – 20% CO ₂ em Ar
MAG/GMAW, MCAW	Arco por spray	Horizontal	15 – 20% CO ₂ em Ar
Robótica e automatizada MAG/GMAW	Arco por spray	Horizontal	8 – 18 % CO ₂ em Ar
TIG/ GTAW		Todas as posições	100% Ar

Observação: Misturas de gases que incluem três componentes, ou seja O₂, CO₂ e Ar às vezes são usadas para otimizar as propriedades da solda.

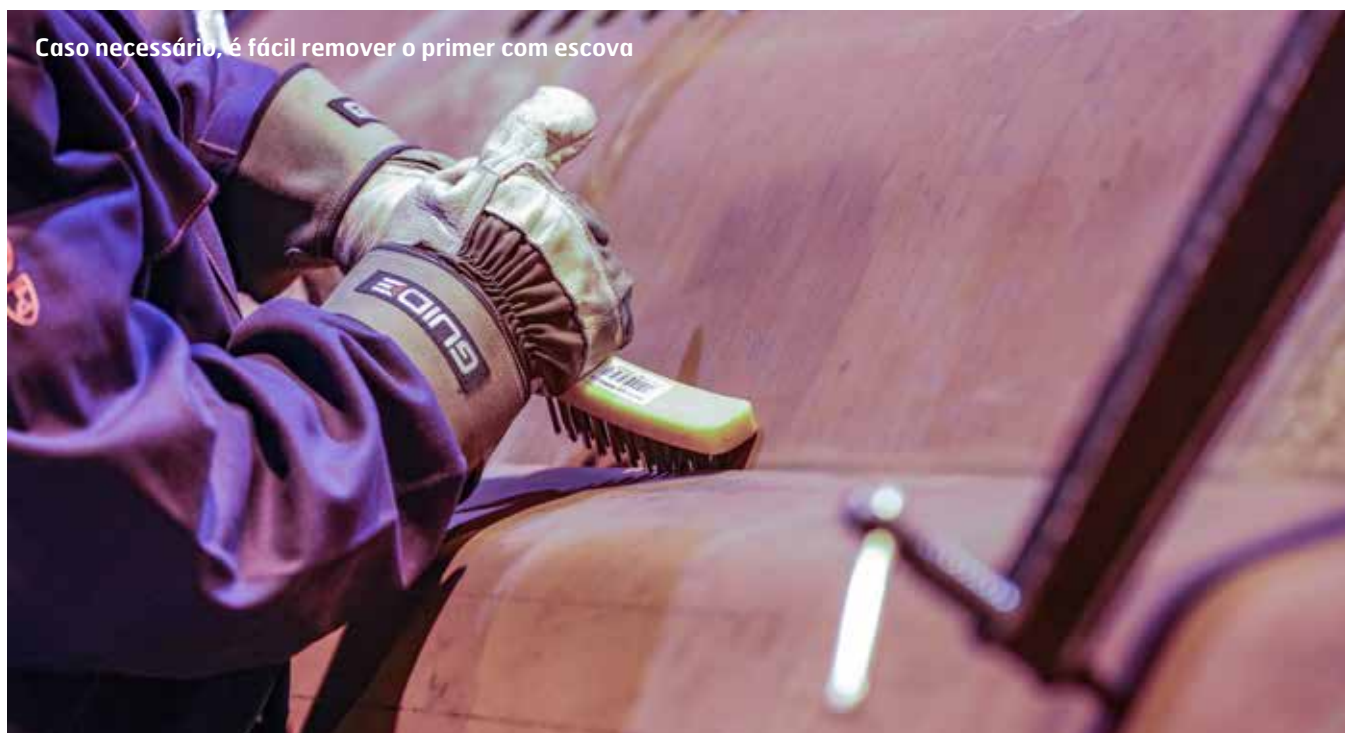
Em todos os processos de soldagem que utilizam gás de proteção, o fluxo desse gás depende da situação da solda. Como regra geral, o fluxo do gás de proteção em l/min deve ser ajustado no mesmo valor que o diâmetro interno do bico de gás, medido em mm.

SOLDA EM PRIMER

É possível realizar soldas diretamente no primer usado na chapa antidesgaste Hardox®, graças ao seu baixo teor de zinco. O primer pode ser facilmente escovado ou lixado na área ao redor da junta; veja a imagem abaixo.

Pode ser útil remover o primer antes da solda a fim de minimizar a porosidade na solda e facilitar a solda fora de posição. Soldando sobre o primer a ocorrência de porosidade na superfície e ao longo da solda pode se tornar um pouco maior. A FCAW com fluxo básico apresenta a menor porosidade possível.

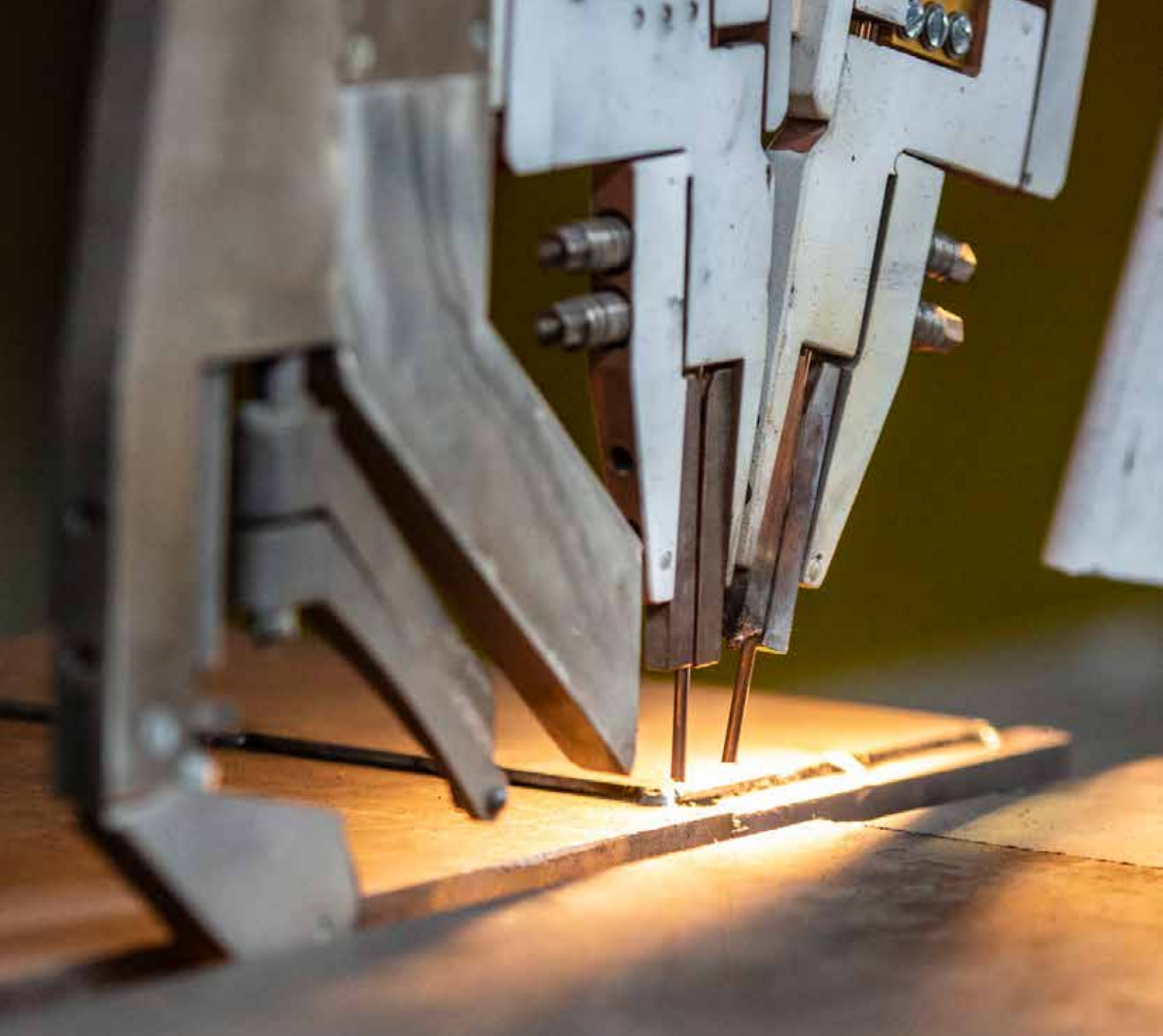
É importante manter uma boa ventilação nas instalações de fabricação, a fim de evitar o efeito nocivo que o primer pode apresentar no soldador e seus arredores.



TRATAMENTO TÉRMICO PÓS-SOLDAGEM

O Hardox HiTuf e o Hardox HiTemp podem ser submetidos a tratamento de alívio de tensões pós-soldagem, apesar deste procedimento raramente ser necessário. Não recomendamos utilizar este método para o alívio de tensões em outros aços Hardox®, pois isso pode prejudicar suas propriedades mecânicas. Para mais informações, consulte o Manual de Soldagem da SSAB. Faça o download da cópia gratuita de seu Manual de Solda da SSAB em ssab.com/support/steel-handbooks.





O MAIS RECENTE EM TECNOLOGIA DE SOLDAGEM

Nas estações de soldagem da SSAB em nossos Centros de P&D, continuamente testamos tecnologias e máquinas de última geração para oferecer a você as melhores recomendações de soldagem.

Você pode soldar espessuras mais grossas das chapas antidesgaste Hardox® utilizando SAW narrow-gap pelos processos single (um arame), twin (arame duplo) ou tandem. Você obtém resultados de alta qualidade com menos arame de solda e pó de fluxo, reduzindo o tempo de funcionamento da máquina, economizando energia e reduzindo os custos de produção. E com a soldagem por SAW ICE (eletrodo frio integrado), você pode usar uma velocidade de soldagem mais alta, um menor aporte térmico e obter uma taxa de deposição mais alta em comparação aos métodos convencionais.

Independentemente de qual o processo é o mais certo para você, ajudaremos a garantir melhores propriedades do material soldado e taxas de produtividade mais altas.

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. Siga-nos também nas mídias sociais: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter e YouTube.



SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Suécia

Tel.: +46 155 25 40 00
Fax: +46 155 25 40 73
contact@ssab.com

www.hardox.com

Hardox® é uma marca registrada do grupo de empresas SSAB. Todos os direitos reservados. As informações contidas neste documento são fornecidas apenas para fins gerais. A SSAB AB não aceita responsabilidade pela adequação de qualquer aplicação específica. 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 as todos os riscos associados a tais informações são do usuário.

SSAB