





ÍNDICE

6 Soluções Completas em Aço

8 **CHAPAS GROSSAS**

10 Processo de produção

14 Aço para Uso Geral

16 Aço para Construção Naval e Plataformas Marítimas

20 Aços Resistentes à Corrosão Atmosférica

22 Aços para Caldeiras e Vasos de Pressão

28 Aços Estruturais

38 Aços Estruturais Soldáveis de Alta Resistência

40 Aços para Implementos Rodoviários, Agrícolas e Tratores

42 Aços Resistentes ao Desgaste

44 Aços para Tubos de Grande Diâmetro

46 Condições de Acabamento e Fornecimento



ATENÇÃO
ANTES DE EXECUTAR
A TAREFA, FAÇA
ANÁLISE DE RISCO

CUIDADO

CUIDADO

CUIDADO

SOLUÇÕES COMPLETAS EM AÇO

A Usiminas é um dos maiores complexos siderúrgicos da América Latina e líder do mercado nacional de aços planos. Atuando em toda a cadeia de produção do aço, está presente em 7 estados do país.

A empresa possui duas plantas siderúrgicas: a Usina Intendente Câmara, em Ipatinga, no Vale do Aço, em Minas Gerais, e a Usina José Bonifácio de Andrada e Silva, no Pólo Industrial de Cubatão, em São Paulo.

Juntas, as unidades possuem capacidade nominal para produzir 9,5 milhões de toneladas de aço líquido por ano. A atuação integrada e o foco no valor agregado dos produtos e serviços permitem à empresa oferecer o mais completo portfólio de aços planos da siderurgia brasileira.

Em sintonia com o mercado e com um amplo portfólio de produtos, as empresas do grupo atendem a segmentos estratégicos para o desenvolvimento do país, como automotivo, naval, óleo e gás, construção civil, máquinas e equipamentos, linha branca, distribuição, entre outros.

De placas a materiais revestidos, o aço da Usiminas é resultante de uma histórica vocação para a pesquisa e desenvolvimento, que permite à empresa extrair produtos de qualidade superior e acompanhar a evolução das exigências do mercado.

No segmento de **Chapas Grossas**, a Usiminas dispõe de linhas de produção com o uso de laminação controlada e tratamento térmico, e de laminação controlada e resfriamento acelerado. Essas combinações, geram aço de qualidade em diferentes níveis de resistência mecânica.

Tecnologia, qualidade e inovação marcam o compromisso da Usiminas com a excelência e com o apoio ao desenvolvimento do Brasil.



CHAPAS GROSSAS

As chapas grossas são produtos planos de alta qualidade disponíveis nas espessuras de 6,00 a 150,00 mm, larguras entre 900 e 3.900 mm e comprimentos de 2.400 até 18.000 mm. As limitações de espessura podem ser restringidas ou ampliadas em função das características mecânicas desejadas ou exigência de norma, aplicação ou mesmo das condições operacionais de fabricação.

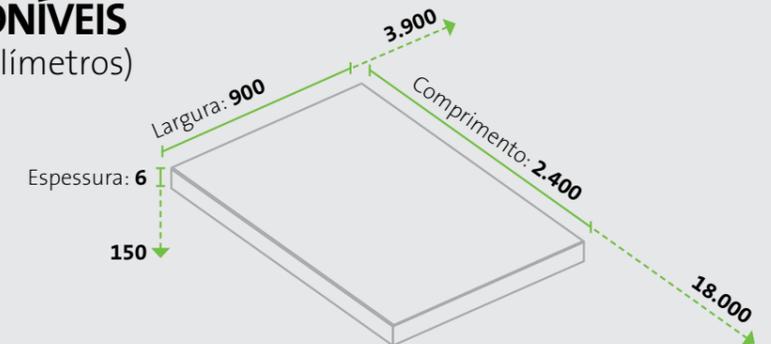
“Essa linha de produtos é destinada aos mercados de construção civil, construção naval, plataformas marítimas, torres eólicas, equipamentos industriais, tubos de grande diâmetro, equipamentos rodoviários, máquinas agrícolas, caldeiras e vasos de pressão e, ainda, em aplicações onde é necessária excelente resistência ao desgaste.

Esses aços podem ser produzidos por meio de laminação convencional, laminação controlada ou laminação controlada + resfriamento acelerado

(TMCP - *Thermo Mechanical Control Process*). Podem ser utilizados tratamentos térmicos de Normalização, Têmpera, Têmpera e Revenimento, entre outros.

O processo TMCP adotado na Usiminas é o da tecnologia CLC - *Continuous on-Line Control*, desenvolvido e patenteado pela Nippon Steel Corporation, que consiste no uso combinado de processos de refino secundário, laminação controlada e resfriamento acelerado. Esse processo permite redução do carbono equivalente e obtenção de microestruturas refinadas, promovendo ao aço excelente tenacidade a baixas temperaturas e ótima soldabilidade. Por meio desse processo são produzidas as chapas grossas de qualidade *premium*, da série *Sincron* que têm larga aplicação na construção naval, plataformas marítimas, construção civil e em máquinas e equipamentos industriais.

MEDIDAS DISPONÍVEIS (em milímetros)



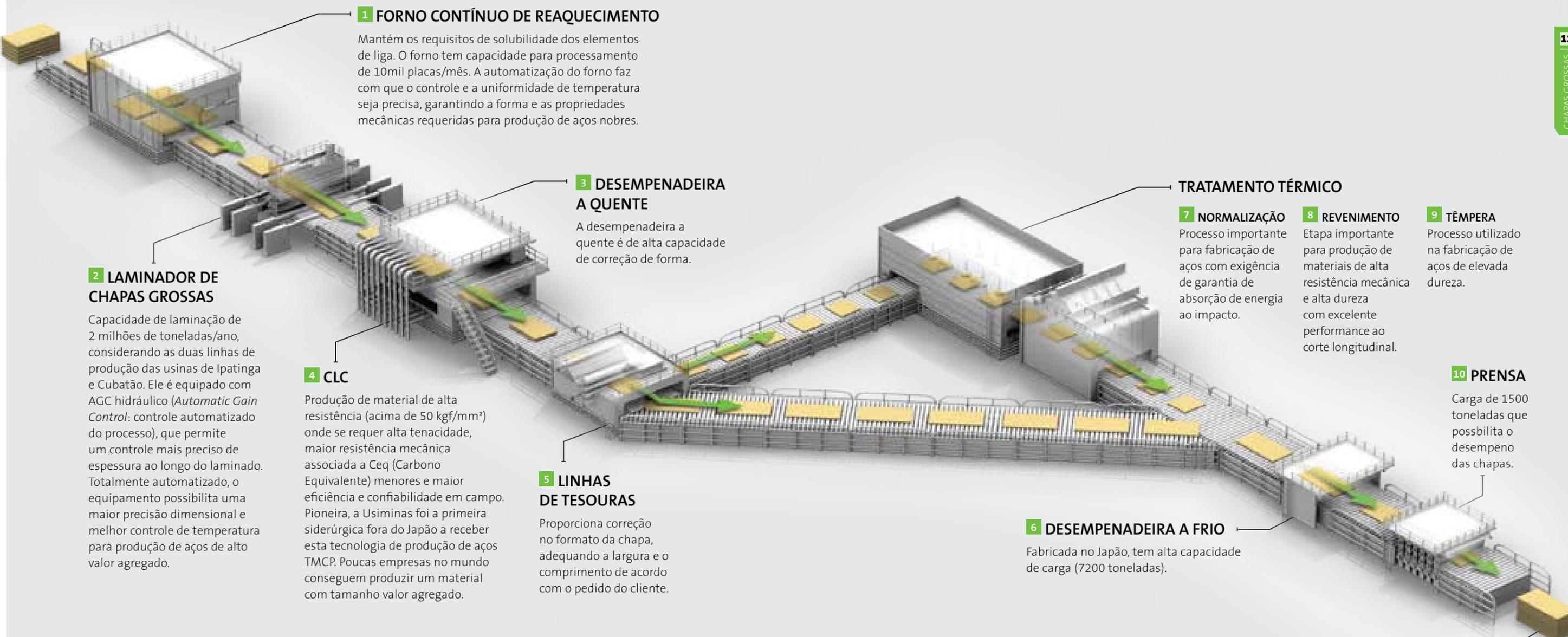
NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

A Usiminas fornece materiais com as especificações ou normas específicas de cada cliente, sendo as mais comercializadas:

Usiminas	USI
American Society for Testing and Materials	ASTM
European Standard	EN
Japanese Industrial Standard	JIS
Norma Brasileira	NBR
Society of Automotive Engineers	SAE

Este catálogo cita os aços chapas grossas, com as características químicas e mecânicas, produzidos pela Usiminas, via suas especificações, ou de acordo com as normas citadas. É importante destacar que este catálogo indica informações básicas dessas normas, sendo necessário um aprofundamento quando optar por uma delas.

PRODUÇÃO CHAPAS GROSSAS



O PROCESSO PASSO-A-PASSO

1 O forno reaquece as placas à uma temperatura adequada (entre 1050°C e 1250°C) ao processo de laminação e promover a dissolução de impurezas formadas na fabricação do aço na Aciaria.

2 Realiza-se a laminação das placas em chapas com dimensionais requeridos no pedido do cliente. Etapa importante na obtenção de requisitos de propriedade mecânica, como o refino de grão.

3 Acerto da planicidade da chapa laminada.

4 Resfriamento acelerado de chapas (com água) que tem o objetivo de obter as propriedades mecânicas requeridas no produto final por meio do controle micro estrutural. Permite a obtenção de um aço mais tenaz e resistente, ao mesmo tempo em que se utiliza projeto de liga com baixo carbono equivalente.

5 Corta-se o esboço laminado no comprimento e largura solicitada no produto pelo cliente. Material é posteriormente inspecionado do ponto de vista dimensional, forma e aspecto.

6 Corrigir qualquer imperfeição em relação à forma, permitindo o atendimento a requisitos rigorosos de planicidade

7 Tratamento térmico que consiste em

fazer a austenitização dos grãos a uma temperatura de 910°C. Serve para obter uma maior conformidade à estrutura do material, possibilitando maior tenacidade ao material.

8 Consiste basicamente em aquecer o material a uma temperatura de 910°C e depois disso resfriá-lo utilizando jatos de água. O processo visa o incremento de dureza do material com obtenção do constituinte Martensita.

9 É uma continuação do processo de têmpera, que tem o objetivo de aliviar as tensões residuais da estrutura temperada, fazendo com que o material mesmo sendo duro possa ser conformado posteriormente, evitando quebras.

10 Corrigir pontualmente qualquer imperfeição de planicidade: Ondulação central e de borda ou empeno longitudinal ou transversal.



AÇO PARA USO GERAL

As qualidades classificadas como de uso geral são empregadas em componentes estruturais e partes de equipamentos móveis ou estáticas, com garantia somente de sua composição química.

Esses materiais são produzidos através de laminação convencional. Nessa categoria estão incluídos, além de aços descritos pela especificação SAE J 403, os materiais para construção de cubas de galvanização (USI-GV).

* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)					Outros				
			C	Mn	Si	P	S					
USI-GV	-	6,00 ≤ E ≤ 101,60	0,08 máx.	0,45 máx.	0,020 máx.	0,035 máx.	0,035 máx.					
	1006		0,80 máx.									
	1008		0,10 máx.	0,50 máx.	0,10 máx.							
	1010		0,08 ~ 0,13									
	1012		0,10 ~ 0,15	0,30 ~ 0,60	0,15 ~ 0,35							
	1015		0,13 ~ 0,18									
	1020		0,18 ~ 0,23	0,60 ~ 0,90								
	1021		0,18 ~ 0,23									
	1023		0,20 ~ 0,25	0,30 ~ 0,60	0,15 ~ 0,35							
	1025		0,22 ~ 0,28									
	SAE-J403		1030	6,00 ≤ E ≤ 101,60	0,28 ~ 0,34					0,030 máx.	0,050 máx.	(1)
			1035		0,32 ~ 0,38							
			1040		0,37 ~ 0,44							
1045		0,43 ~ 0,50										
1050		0,48 ~ 0,55	0,60 ~ 0,90									
1055		0,50 ~ 0,60										
1060		0,55 ~ 0,65	0,15 ~ 0,35									
1065		0,60 ~ 0,70										
1070	0,65 ~ 0,75	1,35 ~ 1,65	0,15 ~ 0,30									
1524	0,19 ~ 0,25											

* Normas citadas para efeito de referência. Favor consultar a Usiminas para outras especificações.

(1) Outros elementos químicos conforme especificação da norma.





AÇOS PARA CONSTRUÇÃO NAVAL E PLATAFORMAS MARÍTIMAS

Essa classe de aço é destinada à fabricação de cascos de navios e embarcações em geral, como também aos diversos tipos de estruturas oceânicas, em especial plataformas offshore dos tipos fixa, semi-submersíveis, TLPs (*Tension-Leg Platform*), FPSOs (*Floating, Production, Storage and Offloading*), autoeleváveis e navios-sonda, nas quais a exigência de garantia de propriedades mecânicas na soldagem é requerida. O aço naval de maneira geral é regido pela norma ASTM ou pelas entidades classificadoras internacionais: *American Bureau of Shipping* (ABS), *Bureau Veritas* (BV), *Det Norske Veritas* (DNV), *Germanischer Lloyd* (GL), *Lloyd's Register of Shipping* (LR), *Nippon Kaiji Kyokai* (NK), entre outras. A Usiminas é certificada pelas principais entidades classificadoras navais.

Para essa aplicação a Usiminas produz aços de média e alta resistência mecânica com limitação de carbono equivalente produzidos por diversas condições de fornecimento: laminação convencional, laminação controlada, laminação controlada + resfriamento acelerado ou tratamento térmico de normalização. São aços de excelente limpidez podendo garantir tenacidade a baixas temperaturas, tração na direção da espessura - Tração "Z", qualidade interna por ensaio de ultrassom, além de ensaios especiais, quando requeridos, tais como DWTT

(*Drop Weight Tear Test*) e CTOD (*Crack Tip Opening Displacement*), além da ótima soldabilidade, considerando os mais diversos processos de soldagem utilizados na construção naval.

Destaca-se para essa aplicação a linha de produtos *Sincron Naval* (*) que, devido ao menor carbono equivalente e microestrutura refinada, proporciona excelentes características de tenacidade na ZTA (Zona Termicamente Afetada), mesmo com a utilização de altas taxas de deposição (alto aporte térmico).

Especificamente para aplicações offshore, a Usiminas oferece em seu portfólio aços da norma API 2W(1) que apresentam características especiais de baixo carbono equivalente, microestrutura refinada, alta tenacidade a baixas temperaturas, excelente resistência na direção da espessura - tração "Z", e soldabilidade superior aos aços equivalentes da norma API 2H ou 2Y. Essa classe de aço é produzida pelo processo TMCP (*Thermo-Mechanical Control Process*), através de laminação controlada + resfriamento acelerado, em complemento da linha de produtos *Sincron Naval* (*).

A tabela a seguir ilustra as principais qualidades comercializadas pela Usiminas destinadas à construção naval e offshore.

(*) Para mais detalhes da Linha *Sincron Naval* e API 2W, ver catálogo *Sincron*.

Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas					Charpy								
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq %	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento			T (°C)	Energia Mínima (J)						
											Espessura (mm)	BM (mm)	%								
A	6,00 ≤ E ≤ 80,00	0,21 máx.	0,50 máx.	2,5 x C mín.	0,035 máx.	0,035 máx.	(2)	0,40 máx.	235 mín.	400 ~ 520		200	16	-	-						
B			0,60 mín.	0																	
D			0,35 máx.	0,60 mín.										-20	27						
E			0,70 mín.	-40																	
AH-32		0,70 ~ 1,60	0																		
DH-32		0,90 ~ 1,60	0,36 máx.	315 mín.	440 ~ 585			200	16	-20	31										
EH-32		0,70 ~ 1,60								-40											
AH-36		0,90 ~ 1,60								0											
DH-36		0,70 ~ 1,60								0,38 máx.	355 mín.	490 ~ 620		200	15	-20	34				
EH-36		0,90 ~ 1,60	-40																		
AH-40		0,70 ~ 1,60	0																		
DH-40		0,90 ~ 1,60	0,40 máx.	390 mín.	510 ~ 660			200	14							-20	39				
EH-40		0,70 ~ 1,60								-40											
BS 4360/86 43 EE		0,18 máx.								0,50 máx.	0,035 máx.	0,035 máx.									
BS 4360/87 50 D																					
API 2H 50		6,00 ≤ E ≤ 50,80	Sob consulta																		
API 2W 50																					
SINCRON AH32~EH40	12,00 ≤ E ≤ 50,00	Ver catálogo da Linha Sincron Naval e Offshore																			

(1) BV, DNV, NK: Espessura máx. = 51,00 mm. Sob concessão espessuras superiores.

(2) Outros elementos químicos Ni, Cu, Cr, Mo, V, Ti, Nb conforme especificação da norma.

(3) Os valores de alongamento poderão variar em função da base de medida e da espessura do produto.

(4) Direção do ensaio de tração: Transversal para todos os graus e entidades classificadoras.

(5) Direção do ensaio Charpy: Longitudinal para todos os graus e entidades classificadoras.

(6) Para ABS e NK: LR= 440~590 MPa (AH32,DH32,EH32).

(7) Para BV, LR, KR e GL: LR= 440~570 MPa (AH32,DH32,EH32); LR= 490~630 MPa (AH36,DH36,EH36).

(8) Para NK considerar Mn= 0,90~1,60 para qualquer faixa de espessura.

(9) Para NV considerar Mn ≥ 0,80% (6,00 ≤ E ≤ 25,00); Mn ≥ 0,60% (25,01 ≤ E ≤ 50,80); LR= 440~570 MPa (A32,D32,E32); LR= 490~630 MPa (A36,D36,E36).

(10) Ceq: C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15.

(11) Condições de Fornecimento para grau naval: As *rolled*, Normalizado, Laminação Controlada, Laminação controlada + Resfriamento acelerado (Linha *Sincron*)

(12) Ensaio de Estricção Z25, Z35: AH32 até EH40.



AOÇO RESISTENTE À CORROSÃO ATMOSFÉRICA

São aços patináveis de excelente resistência à corrosão atmosférica, tendo sua aplicação muito diversificada, tais como em edifícios, pontes, implementos agrícolas, mineração, vagões, entre outras. Trata-se de aços-carbono manganês microligados, com boas características de soldabilidade, mesmo sem pintura, e que também oferecem excelente aderência na aplicação da pintura. Nessa classe, destaca-se a série de aços desenvolvidos pela Usiminas: os aços da série USI SAC.

Especificação*	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)							Outros	Propriedades Mecânicas						
			C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr		LE (MPa) (3)	LR (MPa) (3)	Alongamento			Dobramento	
													Espessura (mm)	BM (mm)	%	Direção	Calço
USI SAC	300	$6,00 \leq E \leq 101,60$	0,20 máx.	0,50 ~ 1,50	1,50 máx.	0,010 ~ 0,060	0,020 máx.	0,05 ~ 0,40	$\leq 0,60$	(1)	300 mín.	400 ~ 550	(2)	200	16	T	1,5E
	350	$6,00 \leq E \leq 50,80$	0,25 máx.								350 mín.	500 ~ 650					
ASTM-A242	Tipo 1	$6,00 \leq E \leq 19,50$	0,15 máx.	-	1,00 máx.	0,15 máx.	0,05 máx.	$\geq 0,20$	-		345 mín.	480 mín.					
		$19,51 \leq E \leq 38,10$									315 mín.	460 mín.					
ASTM-A588	B	$38,11 \leq E \leq 101,60$	0,20 máx.	0,15 ~ 0,50	0,75 ~ 1,35	0,040 máx.	0,05 máx.	0,20 ~ 0,40	0,40 ~ 0,70		290 mín.	435 mín.					
		$6,00 \leq E \leq 50,80$								345 mín.	485 mín.						

*Normas citadas para efeito de referência. Favor consultar a Usiminas para outras especificações.

(1) Outros elementos químicos conforme especificação da norma.

(2) Os valores de alongamento poderão variar em função da base de medida e da espessura do produto.

(3) Direção do ensaio de tração: transversal para todas as normas e graus de qualidade.



AÇO PARA CÁLDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO

Destinados à fabricação de caldeiras e vasos de pressão, se enquadram conforme a faixa de resistência mecânica e as condições de temperatura e pressão de trabalho, sendo especificados pela norma ASTM e as respectivas correspondentes ASME e EN 10028. A principal característica desses aços é a sua versatilidade de desempenho quanto à temperatura de uso de -60°C até 500°C. Como requisitos suplementares podem ser garantidos, mediante consulta, ensaio de impacto a baixa temperatura (-40°C ou inferior), tração a alta temperatura (300°C ou superior), dobramento, SPWHT (*Simulated Post- Weld Heat Treatment*) e outros mais específicos.

O grau de qualidade escolhido deve levar em conta a redução dos valores de limite de escoamento em função da temperatura de operação.

Outra característica importante dessa classe de produtos é a boa soldabilidade, considerando os processos empregados na fabricação de caldeiras e vasos de pressão (eletrodos revestidos, arco submerso e arame tubular).

Dependendo do grau de qualidade do aço e dos requisitos suplementares requeridos para essa classe, podem ser produzidos por meio de laminação convencional e tratamentos térmicos de normalização ou têmpera e revenimento.

Principais aplicações em caldeiras e vasos de pressão

Uso	 Exigência de baixa pressão	 Exigência de média pressão	 Exigência de média e alta pressão, nos quais a economia em peso não é importante	 Exigência de alta pressão, nos quais a economia em peso é importante (fornecido como temperado e revenido)
Classe (LE)	Mín. 165 MPa	Mín. 220 MPa	Mín. 260 MPa	Mín. 690 MPa
Graus Típicos	ASTM A285 A	ASTM A516 60	ASTM A516 70	ASTM A517
Similares	ASTM A285 B e ASTM A516 55	ASTM A516 65, ASTM A285 C, ASTM A515 60/65, ASTM A455 e EN10028-2 16 Mo3	ASTM A299, ASTM A515-70, ASTM A537 CL1 e ASTM A621	USI-SAR-80T

* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas (3)					
			C	Mn	Si	P	S	Outros	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento			
											Espessura (mm)	BM (mm)	% min	
ASTM-A285 (2003)	A	6,00 ≤ E ≤ 50,80	0,17 máx.							165 mín.	310 ~ 450			27
	B	6,00 ≤ E ≤ 50,80	0,22 máx.	0,90 máx.						185 mín.	345 ~ 485			25
	C	6,00 ≤ E ≤ 50,80	0,28 máx.							205 mín.	380 ~ 515			23
ASTM-A299 (2004)	A	6,00 ≤ E ≤ 25,40	0,26 máx.	0,90 ~ 1,40						290 mín.	515 ~ 655			16
	B	25,40 < E ≤ 50,80	0,28 máx.	0,90 ~ 1,50	0,15 ~ 0,40					275 mín.				
		25,40 < E ≤ 50,80	0,30 máx.	0,90 ~ 1,50						325 mín.	550 ~ 690			
ASTM-A455 (2003)	-	6,00 ≤ E ≤ 9,53								260 mín.	515 ~ 655			15
		9,53 < E ≤ 14,70	0,33 máx.	0,85 ~ 1,20	0,10 máx.					255 mín.	505 ~ 640			
		14,70 < E ≤ 19,05								240 mín.	485 ~ 620			
ASTM-A515 (2003)	60	6,00 ≤ E ≤ 25,40	0,24 máx.							220 mín.	415 ~ 550			21
		25,40 < E ≤ 50,80	0,27 máx.											
		50,80 < E ≤ 76,20	0,29 máx.	0,90 máx.										
	65	6,00 ≤ E ≤ 25,40	0,28 máx.											19
		25,40 < E ≤ 50,80	0,31 máx.							240 mín.	450 ~ 585			
		50,80 < E ≤ 76,20	0,33 máx.											
70	6,00 ≤ E ≤ 25,40	0,31 máx.											17	
	25,40 < E ≤ 50,80	0,33 máx.	1,20 máx.	0,035 máx.	0,035 máx.				260 mín.	485 ~ 620	200			
	50,80 < E ≤ 76,20	0,35 máx.												
ASTM-A516 (2006)	55	6,00 ≤ E ≤ 12,70	0,18 máx.	0,60 ~ 0,90										23
		12,70 < E ≤ 50,80	0,20 máx.	0,60 ~ 1,20	0,15 ~ 0,40					205 mín.	380 ~ 515	(2)		
		50,80 < E ≤ 76,20	0,22 máx.											
	60	6,00 ≤ E ≤ 12,70	0,21 máx.	0,60 ~ 0,90										21
		12,70 < E ≤ 50,80	0,23 máx.							220 mín.	415 ~ 550			
		50,80 < E ≤ 76,20	0,25 máx.											
	65	6,00 ≤ E ≤ 12,70	0,24 máx.											19
		12,70 < E ≤ 50,80	0,26 máx.	0,85 ~ 1,20						240 mín.	450 ~ 585			
		50,80 < E ≤ 76,20	0,28 máx.											
70	6,00 ≤ E ≤ 12,70	0,27 máx.											17	
	12,70 < E ≤ 50,80	0,28 máx.							260 mín.	485 ~ 620				
	50,80 < E ≤ 76,20	0,30 máx.												
ASTM-A537 (2006)	CL1	6,00 ≤ E ≤ 38,10		0,70 ~ 1,35						345 mín.	485 ~ 620			18
		38,70 < E ≤ 63,50	0,24 máx.	1,00 ~ 1,60	0,15 ~ 0,50					310 mín.	450 ~ 585			
		63,50 < E ≤ 101,60												
ASTM-A612 (2003)	-	6,00 ≤ E ≤ 12,70	0,25 máx.	1,00 ~ 1,50						345 mín.	570 ~ 725			16
		12,70 < E ≤ 25,40									560 ~ 695			
EN-10028-2-16Mo3 (2009)	-	6,00 ≤ E ≤ 16,00								275 mín.				22
		16,00 < E ≤ 40,00	0,12 ~ 0,20	0,40 ~ 0,90	0,35 máx.	0,025 máx.	0,010 máx.		270 mín.	440 ~ 590	5,65√S ₀			
		40,00 < E ≤ 60,00								260 mín.				
		60,00 < E ≤ 76,20								240 mín.	430 ~ 580			

(1) Normas citadas para efeito de referência. Especificação ASME correspondente e outras possibilidades de graus e tolerâncias fornecidos sob consulta;

(2) Os valores de alongamento poderão variar em função da base de medida e da espessura do produto;

(3) Direção do ensaio de tração: Transversal para todas as normas e graus de qualidade;

(4) A condição de fornecimento Resfriamento acelerado seguido de Revenimento poderá ser fornecido sob consulta em acordo com o cliente.

CONSUMÍVEIS

Abaixo, seguem alguns exemplos de consumíveis que podem ser empregados para a soldagem dos aços ASTM A285-A/B/C, ASTM-A299, EN10028-2-16Mo3, ASTM-A515-60/65/70 e ASTM A516- 55/60/65/70. Na maioria das aplicações, esses aços são soldados em campo, empregando-se o processo de soldagem por eletrodos revestidos. Recomenda-se consulta aos fabricantes de consumíveis, principalmente, quando do emprego de combinações arame/gás (processos MIG/MAG e arame tubular) e arame/fluxo (processo arco submerso).

Processo de soldagem	Consumíveis (Classe AWS)	ASTM A 285 A, B e C, ASTM A 299	DIN 17155-15Mo3	ASTM A515-60, 65 e 70	ASTM A516-55, 60, 65 e 70
Eletrodos revestidos	Eletrodo	E7016, E7018	E7018-A1, E70018-G	E7018-A1, E7018-G	E7018-M, E8018-D3 e E8018-C1
MIG/MAG	Arame	ER 70S-3 e ER 70S-6	ER70S-G e ER80S-D2	ER70S-3 e ER70S-6	ER 70S-G, ER80S-Ni1 e ER80S-G
	Gás (a)	CO ₂ ou misturas Ar+CO ₂ ou Ar+O ₂	CO ₂	CO ₂ ou misturas Ar+CO ₂ ou Ar+O ₂	Ar +1 ~ 5%O ₂
Arame tubular	Arame	E71T-1, E71T-4 e E71T-5	E70T5-A1, E71T1-G e E81T1-B1	E71T1-G e E81T1-B1	E80T5-Ni1 e E80T5-N
	Gás (a) (b)	CO ₂	CO ₂ ou misturas Ar+CO ₂	CO ₂ ou misturas Ar+CO ₂	CO ₂ ou misturas Ar + CO ₂
Arco submerso	Combinação arame/fluxo	F7xxEL12 F7xx-EM12k	F7x0-EA1-A1 F7x0-EG-G	F7xx-EA1-A1 F7xx-EG-G	F7P6-EA3-A3 F7P6-ENi1-Ni1 F7P6-EG-G

(a) Para arames do grupo G, o gás de proteção empregado e o requisito de tenacidade do metal depositado devem ser acordados entre comprador e fornecedor.

(b) Arames do tipo autoprotetido (innershield) não necessitam gás de proteção.

PROCEDIMENTOS DE SOLDAGEM

A temperatura de pré-aquecimento para soldagem depende de vários fatores, em especial a composição química, a espessura da chapa, o aporte de calor e os consumíveis empregados. Essa temperatura pode ser estimada sem a necessidade de realização de ensaios, através de procedimento descrito na norma BS 5135:1984 – *Process of arc welding of carbon and carbon manganese steels*.

Como ilustração, a tabela ao lado e acima fornece a temperatura de pré-aquecimento para a soldagem de aços para caldeiras e vasos de pressão, em função de sua espessura e carbono equivalente (CE), considerando-se um aporte de calor de 1,4 kJ/mm e o emprego de consumíveis com teor de hidrogênio difusível da ordem de 5 a 10 ml/100 g de metal depositado (quanto maior o aporte de calor empregado e/ou menor o teor de hidrogênio difusível, menor a temperatura de pré-aquecimento necessária).

Espessura da chapa (mm)	Temperatura de pré-aquecimento para a soldagem (°C) (b)										
	CE (a)	0,35	0,38	0,41	0,43	0,45	0,47	0,50	0,53	0,55	0,57
10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	75
15,0	-	-	-	-	-	-	-	40	70	90	100
20,0	-	-	-	-	-	-	-	100	120	130	140
25,0	-	-	-	-	-	70	90	120	140	150	160
30,0	-	-	-	-	50	90	110	140	160	165	175
37,5	-	-	-	50	90	110	130	160	175	180	185
50,0 ~ 100,0	-	50	75	100	115	125	140	170	190	200	200

(a) CE (carbono equivalente) = $C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$.

(b) Valores intermediários de CE e/ou de espessura podem ser interpolados.

Condições de aplicação da tabela (de acordo com a norma BS 5135:1984).

(1) Aporte de calor (AC) igual a 1,4 kJ/mm.

AC (kJ/mm) = $V \cdot A \cdot 60 / v \cdot 1000$

No qual:
V = tensão de soldagem em volts.
A = corrente de soldagem em amperes.
v = velocidade de soldagem em mm/min.

(2) Teor de hidrogênio difusível entre 5 e 10 ml/100 g de metal depositado – faixa típica de processos de soldagem a arco com eletrodos com revestimento básico, recém-tirados da embalagem ou submetido a tratamento de ressecagem, de soldagem a arco submerso com fluxos secos e de soldagem com arame tubular. Processos de soldagem com proteção gasosa proporcionam teores de hidrogênio difusível inferiores a 5ml/100 g de metal depositado.

Aços para caldeiras e vasos de pressão, usualmente, requerem o emprego de tratamento térmico pós-soldagem. O método mais eficiente é o tratamento de alívio de tensões na faixa de temperaturas de 590 a 680o, com encharque de 60 min. para cada 25 mm de espessura da chapa, com um tempo mínimo de encharque de 60 min. Uma alternativa, desde que com a concordância do cliente, é o emprego de pós-aquecimento, devido às grandes dimensões das estruturas, esse tratamento é geralmente inaplicável, sendo, nesse caso, sugerido o emprego de pós-aquecimento na faixa de 150°C a 200°C, com encharque de 30 min. para cada 25 mm de espessura de chapa (tempo mínimo de encharque de 30 min.).

O auxílio na especificação dos procedimentos de soldagem pode ser feito mediante consulta à Usiminas e/ou a fabricantes de consumíveis de soldagem.

Eletrodos revestidos e fluxos para arco submerso		
Armazenamento	Ressecagem	Manutenção
Nas embalagens originais, não violadas, a uma temperatura mínima de 18°C e umidade relativa do ar máxima de 50%.	Deve ser feita no caso de danificação da embalagem ou de exposição dos consumíveis ao ambiente por tempo prolongado. Empregar os seguintes procedimentos (ou conforme recomendação do fabricante): • Eletrodos revestidos: 350°C por 2 horas. • Fluxos: 250°C por 2 horas. Obs.: eletrodos com revestimento celulósico não devem ser ressecados.	• Após a abertura da embalagem, manter os consumíveis em estufa aquecida entre 100 e 120°C. • Para utilização em canteiros, os eletrodos revestidos devem ser colocados em estufas portáteis individuais (cochichos) e retirados somente no momento do seu emprego. • Eletrodos e fluxo contaminados por água, óleo, tinta, graxa, etc., devem ser descartados.

Arames para arco submerso, MIG, MAG e arame tubular.

Os arames devem ser armazenados em local seco e protegidos de contaminações como poeira, óleo e graxa.



AÇOS ESTRUTURAIS

São aços-carbono manganês ou microligados de baixa, média e alta resistência mecânica produzidos por laminação convencional, laminação controlada ou laminação controlada + resfriamento acelerado (TMCP). São aplicados em componentes estruturais de pontes, edifícios, galpões, torres eólicas, máquinas agrícolas e implementos rodoviários.

Os produtos da linha da construção civil (série USI) estão disponíveis nas classes de média e alta resistência mecânica apresentando, além de boa soldabilidade, características superiores de conformação e tenacidade.

* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas					
			C	Si	Mn	P	S	Outros	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento			
											Espeçura (mm)	BM (mm)	%	
USI CIVIL (2008)	300	6,00 ≤ E ≤ 75,00	0,25 máx.	1,50 máx.	0,60 ~ 1,35	0,060 máx.	0,020 máx.		300 mín.	400 ~ 550				18
	350		0,20 máx.		0,60 ~ 1,60				350 mín.	500 ~ 650				16
ASTM-A36 (2008)	-	6,00 ≤ E ≤ 38,10	0,25 máx.	0,40 máx.	-	0,040 máx.	0,050 máx.	(1)	250 mín.	400 ~ 550	(2)	200		18
		38,11 ≤ E ≤ 63,50	0,26 máx.		0,80 ~ 1,20									
		63,51 ≤ E ≤ 101,60	0,27 máx.	0,15 ~ 0,40	0,85 ~ 1,20									
		101,61 ≤ E ≤ 150,00	0,29 máx.											

CONTINUA →



* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas					
			C	Si	Mn	P	S	Outros	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento			
											Espessura (mm)	BM (mm)	%	
ASTM-A283 (2003)	A	6,00 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 101,60	0,14 máx.	0,40 máx. 0,15 ~ 0,40						165 mín.	310 ~ 415			25
	B	6,00 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 101,60	0,17 máx.	0,40 máx. 0,15 ~ 0,40						185 mín.	345 ~ 450			23
	C	6,00 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 101,60	0,24 máx.	0,40 máx. 0,15 ~ 0,40						205 mín.	380 ~ 515			20
	D	6,00 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 101,60	0,27 máx.	0,40 máx. 0,15 ~ 0,40	0,90 máx.		0,040 máx.			230 mín.	415 ~ 550	200		18
ASTM-A-284-90	C	6,00 ≤ E ≤ 25,4 25,5 ≤ E ≤ 50,8 50,9 ≤ E ≤ 101,60	0,24 máx. 0,27 máx. 0,29 máx.											
	D	6,00 ≤ E ≤ 25,4 25,5 ≤ E ≤ 50,8 50,9 ≤ E ≤ 101,60	0,27 máx. 0,29 máx. 0,31 máx.	0,15 ~ 0,40						205 mín.	415 mín.			19
	B	6,00 ≤ E ≤ 31,75	0,12 ~ 0,21	0,20 ~ 0,35	0,70 ~ 1,00		0,035 máx.			690 mín.	760 ~ 895	50		16
	H	6,00 ≤ E ≤ 50,80			0,95 ~ 1,30									
ASTM-A514 (2005) (3)	42	6,00 ≤ E ≤ 9,52 9,53 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 101,60	0,21 máx.	0,40 máx. 0,15 ~ 0,40	0,80 ~ 1,35					290 mín.	415 mín.			18
	50	6,00 ≤ E ≤ 9,52 9,53 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 101,60	0,23 máx.	0,40 máx. 0,15 ~ 0,40	0,80 ~ 1,35	0,040 máx.		0,050 máx.	(1)	345 mín.	450 mín.	(2)		16
	60	6,00 ≤ E ≤ 9,52 9,53 ≤ E ≤ 25,40	0,26 máx.	-	0,80 ~ 1,65					415 mín.	520 mín.	200		13
	70	6,00 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 38,10	0,23 máx.	0,10 ~ 0,35	0,60 ~ 0,90					220 mín.	400 ~ 490			19
ASTM-A573 (2005)	65	6,00 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 38,10	0,24 máx. 0,26 máx.			0,035 máx.		0,04 máx.		240 mín.	450 ~ 530			16
	70	6,00 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 38,10	0,27 máx. 0,28 máx.	0,15 ~ 0,40	0,85 ~ 1,20					290 mín.	485 ~ 620			16
	44W	6,00 ≤ E ≤ 38,10 38,11 ≤ E ≤ 50,80	0,22 máx. 0,23 máx.	0,040 máx. 0,15 ~ 0,40	0,50 ~ 1,50 máx.	0,040 máx.		0,050 máx.		304 mín. 276 mín.	448 ~ 620 mín.			18
EN-10025-2-S235 (4)	JR	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 100,00 100,01 ≤ E ≤ 150,00	0,17 máx. 0,20 máx.					0,035 máx.		235 mín. 225 mín. 215 mín.	360 ~ 510			22
	J0	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 100,00 100,01 ≤ E ≤ 150,00	0,17 máx.	-	1,40 máx.	0,030 máx.		0,030 máx.		235 mín. 225 mín. 215 mín.	360 ~ 510	5,65√S ₀		22
	J2	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 100,00 100,01 ≤ E ≤ 150,00	0,17 máx.					0,025 máx.		235 mín. 225 mín. 215 mín.	360 ~ 510			22
										195 mín.	350 ~ 500			
										235 mín.	350 ~ 500			
										195 mín.	350 ~ 500			



* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas																										
			C	Si	Mn	P	S	Outros	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento																								
											Espessura (mm)	BM (mm)	%																						
EN-10025-2-S275 (4)	JR	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,21 máx.												275 mín.																				
		16,01 ≤ E ≤ 40,00													0,22 máx.				0,035 máx.	0,035 máx.	265 mín.														
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																			255 mín.														
		63,01 ≤ E ≤ 80,00																			245 mín.														
	J0	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,18 máx.												1,50 máx.						0,030 máx.	0,030 máx.	275 mín.	410 ~ 560	5,65√S ₀	20									
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																	0,030 máx.	0,030 máx.			265 mín.												
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																					255 mín.												
		63,01 ≤ E ≤ 76,20																					245 mín.												
	J2	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,25 máx.																0,025 máx.	0,025 máx.	275 mín.	490 ~ 610													
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																			0,035 máx.							0,035 máx.	265 mín.						
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																											255 mín.						
		63,01 ≤ E ≤ 76,20																											245 mín.						
EN-10025-2-S355 (4)	JR	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,24 máx.												355 mín.																				
		16,01 ≤ E ≤ 40,00													0,20 máx.				0,030 máx.	0,030 máx.	345 mín.														
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																			0,22 máx.							0,030 máx.	335 mín.						
		63,01 ≤ E ≤ 76,20																											325 mín.						
	J0	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,20 máx.												1,60 máx.									0,025 máx.	0,025 máx.	355 mín.			(2)	5,65√S ₀	18				
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																	0,20 máx.	0,025 máx.	0,025 máx.					345 mín.									
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																								0,22 máx.		0,025 máx.				0,025 máx.	335 mín.		
		63,01 ≤ E ≤ 76,20																															325 mín.		
	J2	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,20 máx.																0,025 máx.	0,025 máx.	355 mín.	470 ~ 630													
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																			0,20 máx.				0,025 máx.	0,025 máx.	345 mín.								
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																									0,22 máx.	0,025 máx.				0,025 máx.	335 mín.		
		63,01 ≤ E ≤ 76,20																															325 mín.		
K2	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,22 máx.	0,55 máx.	0,025 máx.	0,025 máx.	355 mín.																													
	16,01 ≤ E ≤ 40,00					0,035 máx.				0,030 máx.	345 mín.																								
	40,01 ≤ E ≤ 63,00										0,030 máx.	0,030 máx.	335 mín.																						
	63,01 ≤ E ≤ 76,20												325 mín.																						
EN-10025-4-S355 (4) (8)	M	12,00 ≤ E ≤ 16,00	0,16 máx.																	355 mín.															
		16,01 ≤ E ≤ 40,00									0,030 máx.	0,025 máx.								345 mín.															
		40,01 ≤ E ≤ 50,80																		0,025 máx.							0,025 máx.	335 mín.							
		12,00 ≤ E ≤ 16,00																										0,030 máx.	0,025 máx.	355 mín.					
	ML	16,01 ≤ E ≤ 40,00	0,030 máx.								1,70 máx.	0,030 máx.										0,025 máx.	345 mín.	450 ~ 610						470 ~ 630	5,65√S ₀	22			
		40,01 ≤ E ≤ 50,80																		0,030 máx.			0,025 máx.				0,025 máx.						335 mín.		
		12,00 ≤ E ≤ 16,00																										0,035 máx.	0,030 máx.				420 mín.		
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																															0,030 máx.	0,030 máx.	400 mín.
	EN-10025-4-S420 (4)	40,01 ≤ E ≤ 60,00	0,18 máx.				1,80 máx.	0,035 máx.	0,030 máx.		390 mín.	520 ~ 680								500 ~ 660			19												
		12,00 ≤ E ≤ 16,00									0,030 máx.																0,025 máx.	0,025 máx.	420 mín.						
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																											0,030 máx.				0,025 máx.	0,025 máx.	400 mín.
		40,01 ≤ E ≤ 60,00																																	0,030 máx.



* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas							
			C	Si	Mn	P	S	Outros	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento					
											Espessura (mm)	BM (mm)	%			
EN-10025-4-S460 (4)	M	12,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 60,00	0,18máx.	0,65 máx.	1,80máx.	0,035 máx.	0,030 máx.		460 mín.	540 ~ 720		5,65 √S ₀	17			
		440 mín.														
	ML	12,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 60,00							430 mín.	530 ~ 710						
									460 mín.							
IRAM IAS 500 - 42 (2003)	F-24	16,01 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 25,00 25,01 ≤ E ≤ 101,60	0,21máx.	0,35 máx.						235 mín. (E ≤ 16,00) 225 mín. (16,00 < E ≤ 63,00) 215 mín. (65,00 < E ≤ 100,00)	360 ~ 510			16		
			0,22 máx.													
			0,24 máx.													
	F-26	16,01 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 25,00 25,01 ≤ E ≤ 101,60	0,21máx.	0,35 máx.						250 mín. (E ≤ 16,00) 245 mín. (16,00 < E ≤ 63,00) 235 mín. (65,00 < E ≤ 100,00)	400 ~ 550			15		
			0,22 máx.													
			0,25 máx.													
	F-30	16,01 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 25,00 25,01 ≤ E ≤ 76,20	0,21máx.	0,35 máx.		0,030 máx.	0,035 máx.			295 mín. (E ≤ 16,00) 285 mín. (16,00 < E ≤ 40,00) 275 mín. (40,00 < E ≤ 63,00) 265 mín. (63,00 < E ≤ 75,00)	450 ~ 600	(2)		14		
			0,23 máx.													
	F-36	16,01 ≤ E ≤ 12,70 12,71 ≤ E ≤ 25,00 25,01 ≤ E ≤ 76,20	0,22 máx.	0,55máx.						355 mín. (E ≤ 16,00) 345 mín. (16,00 < E ≤ 40,00) 335 mín. (40,00 < E ≤ 63,00) 325 mín. (63,00 < E ≤ 75,00)	490 ~ 640			14		
			0,24 máx.													
JIS-G-3101 (2004)	SS-330	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 100,00								205 mín.	330 ~ 430		200	21		
															195 mín.	
															175 mín.	
	SS-400	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 100,00	-	-	-	0,050 máx.	0,050 máx.			245 mín.	400 ~ 510		200	17		
			235 mín.													
	SS-490	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 100,00								215 mín.	490 ~ 610		200	15		
															285 mín.	
	SS-540	6,00 ≤ E ≤ 16,00 16,01 ≤ E ≤ 100,00	0,30 máx.	-	1,60máx.	0,040 máx.	0,040 máx.			275 mín.	540 mín.		200	17		
		0,30 máx.														
									400 mín.							
									390 mín.							





*Normas citadas para efeito de referência. Especificação ASME, JIS 3106, JIS 3136, NBR 6648, NBR 5000 e outras possibilidades de graus e tolerâncias fornecidos sob consulta.

(1) Outros elementos químicos conforme especificação das normas; Para qualidade ASTM A514 Grau A (H: 0,30~0,70; Mo: 0,15~0,25; Ti: 0,01~0,04; V: 0,03~0,08; B: 0,0005~0,0050).

(2) Os valores de alongamento poderão variar em função da base de medida e da espessura do produto.

(3) Garantia de dureza para ASTM A514 Grau A e B para esp. ≤ 19,05mm: 235-293 HRB.

(4) Garantias e Requisitos especiais para EN 10025.

	Grau	Temperatura (°C)	Energia Mínima (J)
10025 - 2	JR	Sem exigência	Sem exigência
	J0	0	27
	J2	-20	27
10025 - 4	K2	-20	40
	M	-20	40
	ML	-50	27

	Grau	Faixa Esp.	Ceq
10025 - 2	S235	E ≤ 40,00	0,35%
		E > 40,00	0,38%
	S275	E ≤ 40,00	0,40%
		E > 40,00	0,42%
S355	E ≤ 40,00	0,45%	
	E > 40,00	0,47%	
10025 - 4	S355M/ML	E ≤ 40,00	0,39%
		E > 40,00	0,40%
	S420 M/ML	E ≤ 40,00	0,43%
		E > 40,00	0,45%
	S460 M/ML	E ≤ 40,00	0,45%
		E > 40,00	0,46%

Para EN 10025-2 S355 e EN 10025-2 S275 JR: C_{máx.} (Esp > 30,00 mm) = 0,22%
 Ceq: C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15

(5) Para IRAM IAS 500-42 (2003)
 Exigência de dobramento conforme especificação.

Grau	Faixa Esp.	Ceq
F24	16,01 ≤ E ≤ 12,70	0,44%
	12,71 ≤ E ≤ 25,00	0,45%
	E ≥ 76,20	0,48%
F26	16,01 ≤ E ≤ 12,70	0,45%
	12,71 ≤ E ≤ 25,00	0,50%
	E ≥ 76,20	0,52%
F30	16,01 ≤ E ≤ 12,70	0,52%
	12,71 ≤ E ≤ 25,00	0,55%
	E ≥ 76,20	0,55%
F36	16,01 ≤ E ≤ 12,70	0,55%
	12,71 ≤ E ≤ 25,00	0,58%
	E ≥ 76,20	0,58%

(6) Para JIS G 3101 e USI CIVIL
 Exigência de ensaio de dobramento longitudinal conforme especificação.

(7) Direção do ensaio de tração: Transversal para todas as normas e graus de qualidade, exceto para JIS3101: longitudinal.

(8) Comercialização sob consulta. Em desenvolvimento a faixa de espessura até 76,20 mm.





AÇOS ESTRUTURAIS SOLDÁVEIS DE ALTA RESISTÊNCIA

Essa classe de aços estruturais envolve materiais de ultra-alta resistência mecânica com garantia de tenacidade a baixas temperaturas e desempenho superior na soldagem. São produzidos por laminação controlada, laminação controlada + resfriamento acelerado (TMCP), Normalização ou Têmpera e Revenimento.

Caracterizam-se pelo baixo carbono equivalente, o que confere a esta classe uma excelente soldabilidade. Devido as suas características, os aços estruturais soldáveis de alta resistência são indicados para aplicações onde se deseja rigor na segurança e maior leveza da estrutura. São aplicados em pontes, viadutos, equipamentos de terraplanagem, guindastes, vagões, caminhões fora de estrada, torres

eólicas, equipamentos industriais, entre outros.

Destaca-se para essa aplicação a linha de produtos *Sincron* que, devido ao nível de carbono equivalente ainda menor, proporciona excelentes características de tenacidade na ZTA (Zona Termicamente Afetada), mesmo com a utilização de altas taxas de deposição (alto aporte térmico).

Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)							Propriedades Mecânicas								
			C	Si	Mn	P	S	Outros	Ce _q (%)	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento			Charpy		Dobramento	
												Espe- ssura (mm)	BM (mm)	%	T (°C)	Energia (J)	Direção	Calço
USI-SAR	50 (3)	6,00 ≤ E ≤ 30,00	0,18 máx.	0,55 máx.	1,50 máx.	0,030	0,030	(1)	0,45 máx.	330 mín.	500 ~ 620	(2)	200	mín. 20	0	40	L	3,0E
		30,01 ≤ E ≤ 76,80	0,20 máx.															
	60 (4)	6,00 ≤ E ≤ 25,00	0,18 máx.		0,90 a 1,60					0,47 máx.	460 mín.			600 ~ 720	mín. 19	45		2,0E
	60T (5)	6,00 ≤ E ≤ 50,80	0,16 máx.		0,90 a 1,50					0,47 máx.					460 mín.			
	80T (6)	6,00 ≤ E ≤ 50,80	0,19 máx.		0,60 a 1,20					0,44 máx.	700 mín.			760 ~ 950		mín. 16		27
120	6,00 ≤ E ≤ 50,80	Sob consulta																
SINCRON WHS	500M 600T	Ver catálogo da Linha Sincron Estrutural																

(1) Outros elementos químicos conforme especificação de referência.

(2) Os valores de alongamento poderão variar em função da faixa de espessura do produto.

(3) Para espessura acima 39,99mm, o material será fornecido na condição de normalizado. USISAR50: Nb + V: máx 0,12%.

(4) USISAR60: Nb + V: máx. 0,12% | Poderá ser fornecido com exigência de impacto Charpy.

(5) USISAR60T: Nb + V: máx. 0,12% | Cr máx.: 0,35% | B: 0,0010 a 0,0030% | Na faixa de 12,00 - 50,80 mm poderá ser fornecido como Têmpera direta + Revenimento

(6) USISAR80T: Nb + V: máx. 0,15% | B máx.: 0,0060% | Cr: 0,40 a 1,00% | Mo: 0,25 a 0,60% .

Na faixa de 12,00 - 50,80 mm poderá ser fornecido como Têmpera direta + Revenimento

(7) Direção do ensaio de tração: Transversal para todas as normas e graus de qualidade.

(8) Ce_q: C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15



AÇOS PARA IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS, AGRÍCOLAS E TRATORES

São aços estruturais de média a alta resistência, caracterizados por um desempenho superior em termos de conformabilidade, soldabilidade e resistência a esforços cíclicos (fadiga).

Condições especiais de fabricação conferem a esses aços um alto desempenho nos processos de conformação, atendendo as exigências de dobramento

no sentido transversal a 180° em raios de curvatura até "0E" (E= espessura da chapa). Esses aços são especificados sob diversas normas, sendo as mais usuais a NBR 6656 e USI LN (especificações Usiminas).

São aplicados, principalmente, em longarinas, travessas, chassis e eixos de máquinas agrícolas, tratores e implementos rodoviários.

* Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)						Propriedades Mecânicas											
			C	Si	Mn	P	S	Outros	LE (MPa)	LR (MPa)	Alongamento			Dobramento						
											Espessura (mm)	BM (mm)	%	Direção	Calço					
USI LN	380	6,00 ≤ E ≤ 15,00																		
	500																			
	600																			
	900 L																			
NBR 6656-LNE	200	6,00 ≤ E ≤ 16,00	0,12 máx.	0,35 máx.	0,60 máx.	0,025 máx.	0,025 máx.	(1)		200 ~ 330	280 ~ 410	(2)	5.65√S ₀	T						
	230																		35	
	260																		30	0E
	380																			
	500																		23	0,5E
	10,01 ≤ E ≤ 15,00	0,12 máx.		1,50 máx.	0,015 máx.			500 ~ 620	560 ~ 630							1,5E				

* Normas citadas para efeito de referência. Favor consultar a Usiminas para outras especificações.

(1) Outros elementos químicos, conforme especificação da norma de referência.

(2) Os valores de alongamento poderão variar em função da base de medida e da espessura do produto.

(3) Direção do ensaio de tração: transversal para todas as normas e graus de qualidade.



AÇOS RESISTENTES AO DESGASTE

São aços com adições de elementos de liga, temperados, tendo como principal característica a alta dureza, sendo destinados a serviços de alto desgaste mecânico.

Nessa classe se encontram materiais que apresentam dureza Brinell na faixa de 360 a 550. Esses aços apresentam, ainda, boa soldabilidade e, em casos especiais, sob consulta, podem ser fornecidos com garantia de impacto Charpy a -20°C ou inferior.

São aplicados em tratores, retroescavadeiras, caçambas de caminhões fora de estrada, tremonhas, revestimentos de calhas, transportadores de minérios, peças de altos-fornos e ventiladores industriais.

Grau	Faixa Esp.	Ceq
400	E \leq 19,05	0,38%
	E > 19,05	0,47%
450	E \leq 19,05	0,46%
	E > 19,05	0,54%
500	E \leq 19,05	0,63%
	E > 19,05	

Ceq: $C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$

Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)								Dureza (HRB)	Tratamento térmico
			C	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Outros		
USI AR	400	6,00 - 50,80 ⁽¹⁾	\leq 0,19	1,40 máx.	0,025	0,010	-	0,40 máx.	-	(2)	360 ~ 440	(3)
	450		\leq 0,25	1,50 máx.			0,20	0,40 máx.	-		410 ~ 490	
	500		\leq 0,29	1,20 máx.			0,70	0,70 máx.	0,40		450 ~ 550	

(1) Para outras dimensões sob consulta.

(2) Outros elementos: B, Nb e Ti conforme especificação da norma USI AR. Favor consultar-nos.

(3) Na faixa de espessura 8,00 - 50,80 mm uso de Têmpera direta no Resfriamento Acelerado CLC para grau 400.

(4) Carbono equivalente: vide tabela acima.



ACOS PARA TUBOS DE GRANDE DIÂMETRO

Aços de média e alta resistência produzidos por meio de laminação convencional, laminação controlada ou laminação controlada + resfriamento acelerado (TMCP - *Thermo Mechanical Control Process*).

O processo TMCP adotado na Usiminas é o da tecnologia CLC - *Continuous on-Line Control* desenvolvido pela *Nippon Steel*, que consiste no uso combinado de processos de refino secundário, laminação controlada e resfriamento acelerado. Dessa linha, encontram-se, também, o produto

Sincron, que garante melhor soldabilidade ao aço.

Esses aços são destinados a fabricação de tubos de grande diâmetro, produzidos pelos processos de conformação UOE ou calandra e soldados longitudinalmente por arco submerso para aplicações em tubulações para transporte de óleo, gás, minérios e derivados.

Nessa classe, destaca-se a norma API - *American Petroleum Institute*, série 5L. Os principais graus fabricados pela Usiminas são: 5L-A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70 e

X80. São aços de excelente conformabilidade, soldabilidade e tenacidade a baixas temperaturas.

Em função das condições de construção e/ou operação em campo são exigidos características adicionais de composição química, carbono equivalente, ensaios *Charpy* e DWTT, além de garantias especiais tais como resistência a trincas induzidas por hidrogênio (HIC - *Hydrogen Induced Cracking*) para aplicações "*Sour Service*" e CTOD (*Crack Tip Opening Displacement*), normalmente comercializados sob consulta prévia.

Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)							Propriedades Mecânicas				
			C	Si	Mn (mín.)	P	S	Outros	Ceq %	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento		
												Espessura (mm)	BM (mm)	%
API 5L*	B	6,00 ≤ E ≤ 38,10	0,22 máx.	≤ 0,45	≤ 1,20	≤ 0,025	≤ 0,015	(1)	(2)	245 ~ 450	415 ~ 760	(3)	50,80	25
	X 42 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10			≤ 1,30					290 ~ 495				25
	X 46 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10			≤ 1,30					320 ~ 525				24
	X 52 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10	0,12 máx.		≤ 1,40					360 ~ 530	23			
	X 56 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10			≤ 1,40					390 ~ 545	22			
	X 60 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10			≤ 1,60					415 ~ 565	21			
	X 65 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10	≤ 1,70		450 ~ 600					20				
	X 70 M	6,00 ≤ E ≤ 38,10	≤ 1,70		485 ~ 635					19				
	X 80 M	6,00 ≤ E ≤ 31,50	≤ 1,85		555 ~ 705					18				

*Norma citada para efeito de referência. Consulte-nos para outras possibilidades de tolerâncias e requisitos.

(1) Outros elementos químicos Ni, Cu, Cr, Mo, V, Ti, Nb conforme especificação da norma.

(2) Ceq: $C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$. Referência de valores variam conforme projeto. Favor consultar-nos.

(3) Os valores de alongamento poderão variar em função da faixa de espessura do produto.

CONDIÇÕES DE ACABAMENTO E FORNECIMENTO

QUALIDADE DE SUPERFÍCIE

As chapas grossas são fornecidas com superfície de primeira qualidade, qualidade comercial ou especial, conforme exigências da aplicação.

TIPOS DE BORDA

As chapas podem ser fornecidas com bordas naturais de laminação (não aparadas) ou bordas aparadas.

TOLERÂNCIAS DIMENSIONAL E DE FORMA

A tolerância dimensional e a de forma são atendidas de acordo com as diversas normas homologadas pela Usiminas. Favor consultar a Usiminas.

TIPOS DE FORNECIMENTO

Pode ser por peso ou número exato de peças, embarcadas a granel.

TRATAMENTOS TÉRMICOS

As chapas grossas podem ser normalizadas, temperadas ou temperadas e revenidas, visando atender a determinadas propriedades requeridas pelos usuários. A princípio, todas as qualidades podem ser normalizadas, porém existem algumas em que a normalização é condição obrigatória conforme especificação.

TESTES DE ULTRASSOM

Podemos garantir, mediante consulta prévia, o ensaio de ultrassom de acordo com as especificações exigidas pelas normas aplicáveis (API, ASTM, EN, SEL e outras).

TESTES DE IMPACTO E DE DOBRAMENTO

São efetuados quando prescritos por norma ou desde que solicitado.

MARCAÇÃO

A Usiminas dispõe de diversos tipos de marcação das chapas grossas. Favor consultar para avaliação da marcação mais adequada ao seu produto.



ENTRE EM CONTATO CONOSCO



ESCRITÓRIOS DE VENDAS

Belo Horizonte – MG

Rua Professor José Vieira de Mendonça, nº 3011
Engenho Nogueira CEP 31310-260
Tel: (31) 3499-8232 / (31) 3499-8500
Fax: (31) 3499-8899

São Paulo - SP

Av. do Café, nº 277, Torres A e B - 8º e 9º andares
Ed. Centro Empresarial do Aço
Vila Guarani - CEP 04311-900
Tel.: (11) 5591-5200
Fax: (11) 5591-5207

Porto Alegre - RS

Av. dos Estados, nº 2.350
Humaitá - CEP 90200-001
Tel.: (51) 2125-5801
Fax: (51) 2125-5817

Cabo de Santo Agostinho - PE

Av. Tronco Distribuidor Rodoviário Norte, s/nº, ZI3
Complexo Industrial Suape - CEP 54590-000
Tel.: (81) 3527-5400
Fax: (81) 3527-5414