



SINCRON

USIMINAS 



USIMINAS **U**

ÍNDICE

Em Sincronia com o Mercado

9

11 A TECNOLOGIA CLC
DE PRODUÇÃO DAS
CHAPAS SINCRON

11 *Processo Integrado da
Tecnologia CLC*

17 *O Equipamento de
Resfriamento Acelerado CLC*

19 *Linha de Produtos da Série Sincron*

23 *Sincron Naval & Offshore*

29 *Extensão da Série Sincron para
Oleodutos e Gasodutos: API 5L*

33 *Extensão da Série Sincron para
Plataformas Marítimas: API 2W*

35 *Sincron Estrutural*

37 *Sincron BHS 450M*

39 *Sincron BHS 485W*

41 *Sincron WHS 500M*

43 *Sincron WHS 600M*

45 *Sincron WHS 700T*

47 *Sincron WHS 800T*

49 *Sincron WHS 1000T*

51 *Extensão da Série Sincron Estrutural - EN
10025; EN 10028; ASTM*

55 *Condições de Acabamento
e Fornecimento*



LOG

PENSE

NIPPON STEEL
ENGINEERING
Plant & Machinery Division
2010

NIP
EN
SINCROW

SOLUÇÕES COMPLETAS EM AÇO

QUANDO O AÇO É USIMINAS, A QUALIDADE VEM EM PRIMEIRO LUGAR.

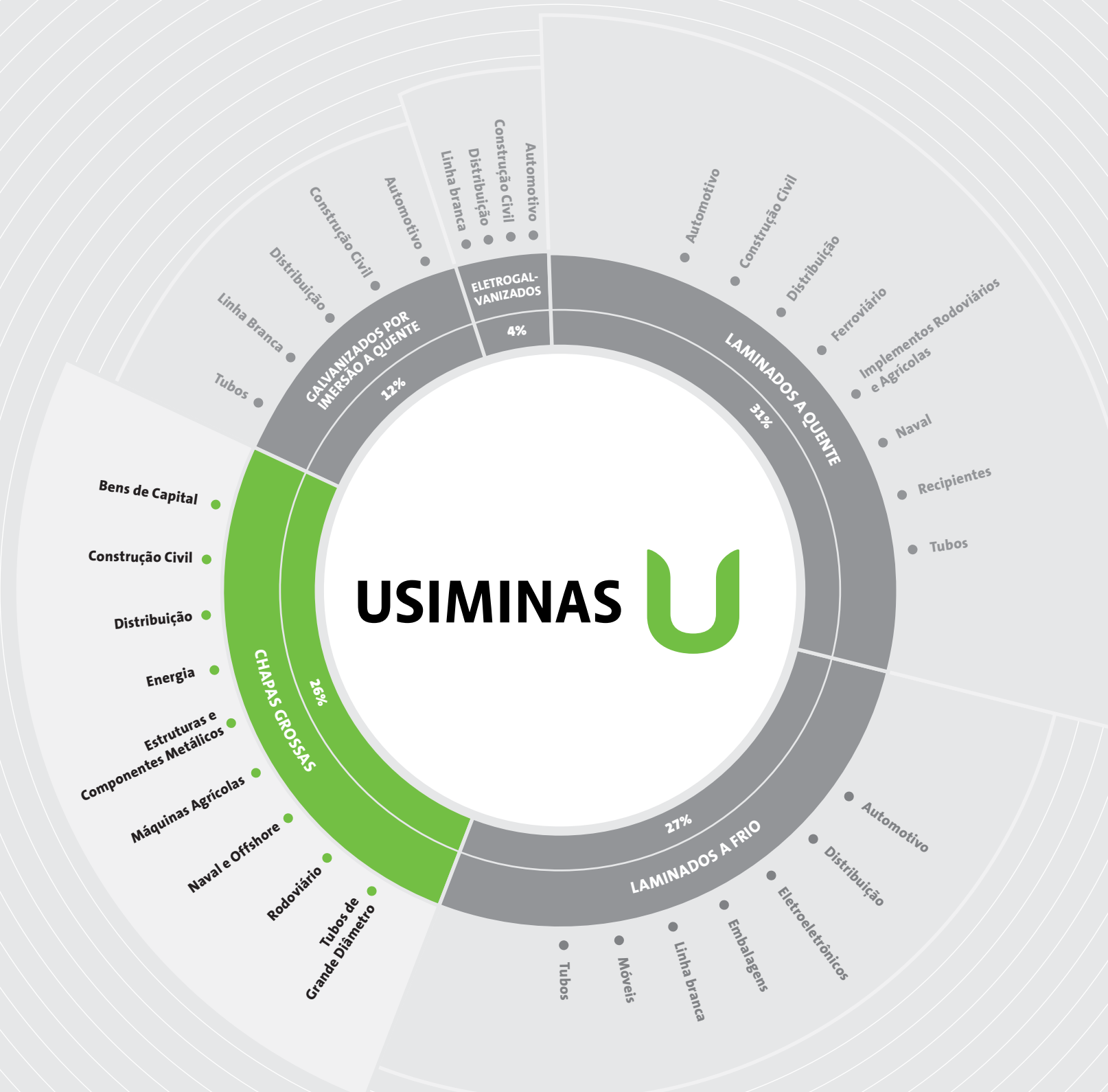
A Usiminas é uma das maiores produtoras de aços planos das Américas. São unidades em seis estados do País que atuam de forma integrada para oferecer produtos e serviços diferenciados.

Um amplo portfólio – de placas a aços revestidos – agrega valor a diversos segmentos estratégicos da economia, como automotivo, naval, óleo e gás, construção civil, máquinas e equipamentos, linha branca, distribuição, entre outros.

São aços inovadores, desenvolvidos em sintonia com as tendências do mercado, a partir de uma vocação histórica da Usiminas para a pesquisa tecnológica.

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.

Na base de tudo, uma equipe capacitada para fazer do aço mais do que um produto, uma solução.





EM SINCRONIA COM O MERCADO

SINCRON

De sincronia - do grego Syn (com, juntamente) + Chronos (tempo). O mercado consumidor de chapas grossas sabe como é precioso contar com alternativas em materiais que proporcionam produtividade, redução nos impactos ambientais, confiabilidade pela qualidade do produto e custos competitivos aos seus negócios.

Os aços Sincron da Usiminas são especialmente concebidos para conciliar e integrar processos, fazer com que os usuários ganhem tempo e eficiência. Controle, produtividade, cuidado e estímulo são as vantagens da série Sincron de chapas grossas.

Produtos de qualidade premium, produzidos pelo processo TMCP (Thermo Mechanical Control Process). Os aços Sincron apresentam, simultaneamente, alta resistência mecânica e elevada tenacidade, com desempenho superior de soldabilidade. São produtos especialmente concebidos para conciliar, controlar e integrar processos, fazer com que os clientes ganhem tempo, produtividade e confiabilidade na aplicação final.

Os aços Sincron são produzidos exclusivamente pela tecnologia CLC – Continuous on-Line Control – um processo patenteado pela Nippon Steel Corporation de produção de chapas grossas, por meio do processo TMCP, um método de produção de chapas grossas já utilizado por siderúrgicas de alto nível tecnológico no contexto mundial.

Transferido com exclusividade pela Nippon Steel Sumitomo Metal Corporation para a Usiminas, a tecnologia CLC é uma das mais modernas do mundo.

POR QUE USAR SINCRON?

Oferece **CONTROLE** – saber, exatamente, como o aço se comporta para utilizá-lo com precisão:

- aços feitos sob rigoroso controle e com equipamentos especiais;
- melhor homogeneidade da composição química e propriedades mecânicas do aço;
- cliente com maior controle do material e dos resultados.

Propicia **PRODUTIVIDADE** – menos tempo e mais valor para os usuários:

- aço com mais limpidez e resistência;
- otimização dos processos de soldagem;
- redução de custos para o cliente.

Foca o **CUIDADO** – respeito com o material, equipamentos e, acima de tudo, com as pessoas:

- melhor planicidade e acabamento nas chapas;
- possibilidade de eliminar pré-aquecimento nos processos de soldagem em geral;
- facilidade de uso;
- menor impacto ambiental e maior eficiência energética.



A TECNOLOGIA CLC DAS CHAPAS SINCRON

CONCEITO DA TECNOLOGIA CLC

A tecnologia CLC de produção para chapas grossas é um processo integrado de refino secundário do aço, uma técnica especial de laminação controlada e uma tecnologia inovadora de resfriamento acelerado. O processo combinado de laminação controlada e resfriamento acelerado é conhecido mundialmente por TMCP (Thermo Mechanical Control Process), cujo know-how tecnológico foi aperfeiçoado pela Nippon Steel. A tecnologia foi patenteada como CLC (Continuous on-Line Control), e tem sido utilizada na produção de chapas grossas de alta resistência (acima de 50 kgf/mm²) e/ou quando requisitos especiais de Charpy, DWTT (Drop Weight Tear Test) e Sour Service são requeridos pelos clientes. Os aços Sincron podem ser aplicados, principalmente, na indústria naval, offshore e na construção civil.

O PROCESSO CLC PROPORCIONA:

- refino de grãos e controle microestrutural;
- redução de carbono equivalente (Ceq).

COM ISSO, OS PRODUTOS DA SÉRIE SINCron OFERECEM:

- alta tenacidade;
- melhor soldabilidade através do baixo Ceq;
- maior resistência mecânica associada à Ceq menores;
- maior eficiência em campo (produtividade dos clientes).

PROCESSO INTEGRADO DA TECNOLOGIA CLC

O processo integrado da tecnologia CLC de produção dos aços Sincron pode ser dividido em duas etapas: a primeira refere-se à fabricação do aço líquido na aciaria, através dos refinamentos primário e secundário do aço; e a segunda etapa, à laminação controlada e ao resfriamento acelerado das chapas grossas.

1ª ETAPA: FABRICAÇÃO DO AÇO LÍQUIDO E LINGOTAMENTO DE PLACAS

Conheça o fluxo de fabricação de aço líquido e o lingotamento de placas na produção dos aços da linha Sincron pelo processo CLC.

1 CONVERTEDOR LD

A sucata e o ferro-gusa são carregados no convertedor LD, e, em seguida, é injetado oxigênio, através de uma lança, para a oxidação das impurezas, paralelamente às adições de ligas para a obtenção da composição química desejada.

REFINO SECUNDÁRIO

2 FORNO-PANELA

O aço líquido é tratado no forno panela, onde se estabiliza a temperatura e são feitas adições para ajuste de composição química e dessulfuração do aço.

3 DESGASEIFICADOR A VÁCUO (RH)

A panela com aço líquido é posicionada no equipamento RH em um ambiente a vácuo, onde se promove a desidrogenação do aço.

REFINO SECUNDÁRIO (DUPLO REFINO)

Os aços CLC recebem tratamento diferenciado de “duplo refino”. Isso quer dizer que passam pelo forno panela e pelo desgaseificador à vácuo (RH), o que proporciona um controle rigoroso da composição química. Com isso, os aços CLC possuem um teor de enxofre mais baixo comparado aos demais.

4 LINGOTAMENTO CONTÍNUO

O aço tratado é vazado em um distribuidor que alimenta os moldes para o lingotamento com controles especiais, com o intuito de minimizar a ocorrência de segregação central durante a solidificação.

5 ACABAMENTO DAS PLACAS

A superfície das placas e a qualidade interna são inspecionadas e defeitos superficiais são eliminados pelo processo de escarfagem. A seguir, as placas são enviadas para a linha de laminação de chapas grossas.

2ª ETAPA: LAMINAÇÃO CONTROLADA + RESFRIAMENTO ACELERADO

Conheça o fluxo de laminação de chapas grossas da série Sincron.

1 FORNO DE REAQUECIMENTO

As placas são inicialmente introduzidas em fornos de reaquecimento para atingirem a temperatura adequada de laminação e para a dissolução dos precipitados formados na aciaria. Nesses fornos, o controle e a uniformidade de temperatura em todas as direções da placa são fundamentais para a garantia de forma e propriedades mecânicas requeridas no produto final.

2 LAMINAÇÃO DE DESBASTE E ACABAMENTO

Processo de laminação controlada em que a placa é laminada na fase de desbaste acima da temperatura de não recristalização do constituinte austenita (T_{nr}) e, posteriormente, laminada abaixo dessa temperatura até a espessura final requerida pelo cliente, promovendo significativo refino de grão.

3. DESEMPENADEIRA A QUENTE

Antes do laminado ser enviado ao resfriamento acelerado, o material passa em uma desempenadeira a quente para a melhoria da forma, a fim de que o resfriamento seja o mais uniforme possível em todas as direções da chapa.

4 RESFRIAMENTO ACELERADO

Etapa na qual a chapa é resfriada rapidamente com água, com a finalidade de controlar a microestrutura do aço e, assim, atingir as propriedades mecânicas requeridas na especificação do produto final.

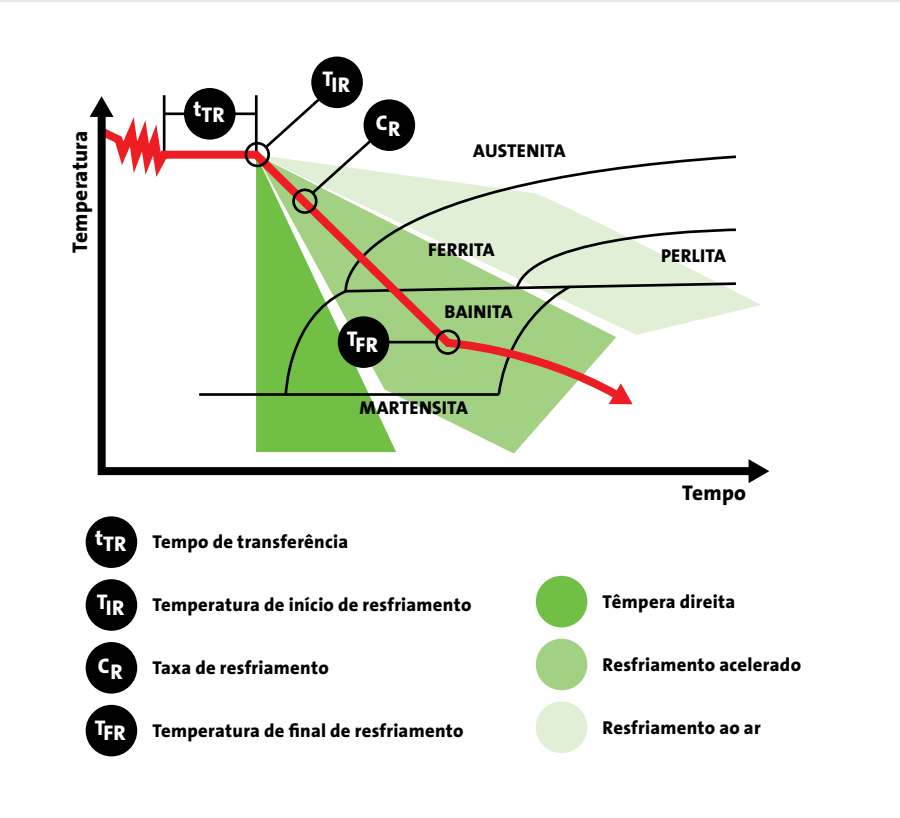
5. DESEMPENADEIRA A FRIO E PRENSA

Equipamentos complementares *off-line* utilizados para correção de forma, permitindo o atendimento a requisitos rigorosos de planicidade.

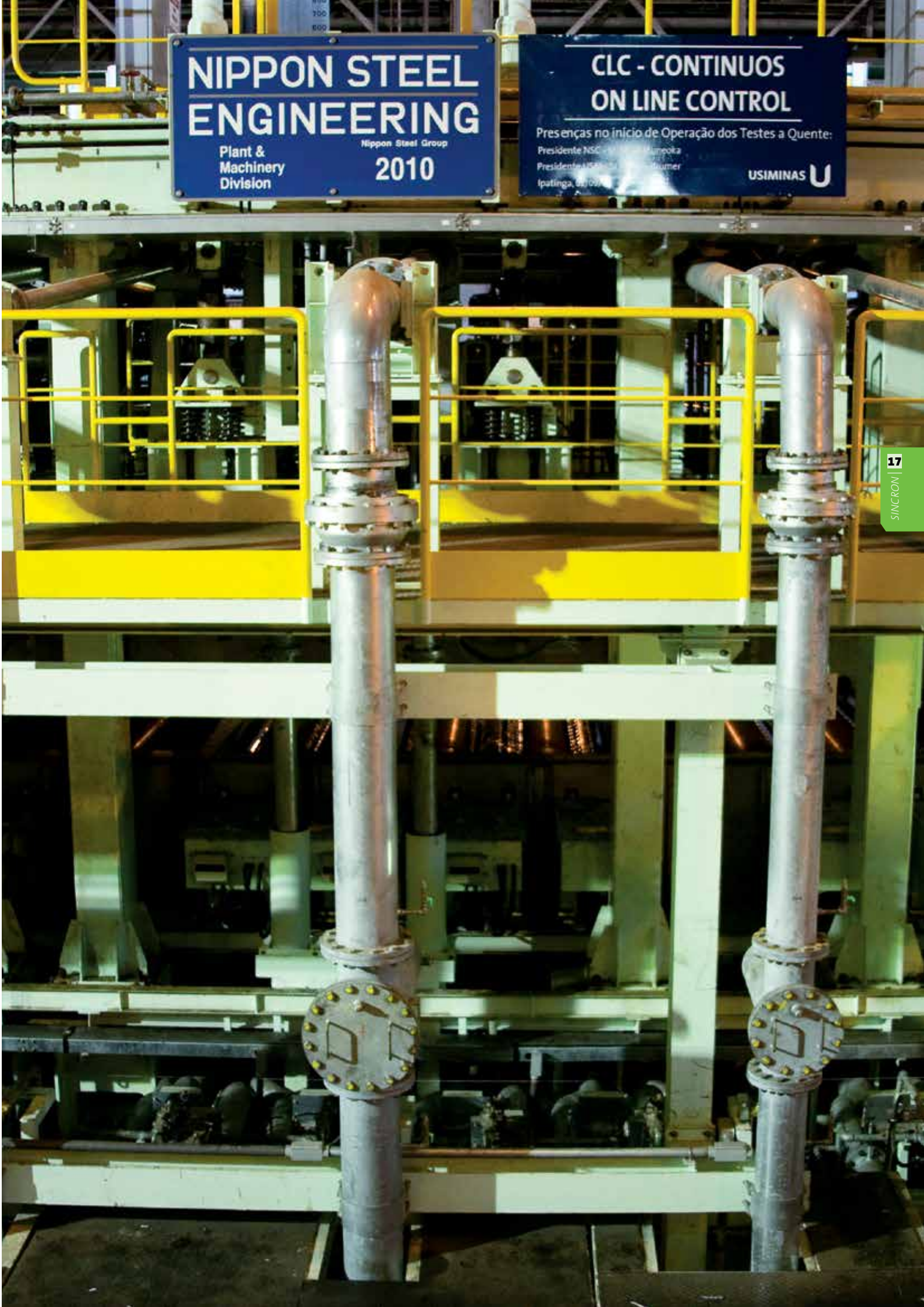
O EQUIPAMENTO DE RESFRIAMENTO ACELERADO CLC

O equipamento de resfriamento acelerado CLC da laminação de chapas grossas da Usiminas – Usina de Ipatinga – permite o desenvolvimento da série Sincron, uma linha de chapas grossas especiais de qualidade superior. Este material possui características especiais de pré-controle de forma, com o uso da desempenadeira a quente, e controle de taxas de resfriamento a água, de acordo com as propriedades a serem requeridas pelo produto final.

O equipamento de resfriamento acelerado CLC possibilita o refino de grãos e a obtenção de diferentes microestruturas no aço em função da composição química e das taxas de resfriamento utilizadas (resfriamento acelerado ou têmpera direta), temperaturas de início e final de resfriamento.



(Gráfico 1 - Curvas de resfriamento do processo CLC no equipamento de resfriamento acelerado da Usiminas.)





LINHA DE PRODUTOS DA SÉRIE SINCRON

Os produtos da série Sincron são aplicados amplamente em situações em que se requer aços de alta resistência mecânica, alta produtividade em soldagem e tenacidade a baixas temperaturas como na indústria de óleo e gás, e também em outros segmentos que requerem desempenho superior na fabricação de componentes estruturais, como o dos fabricantes de máquinas e equipamentos industriais e rodoviários.

PRINCIPAIS VANTAGENS

- excelente planicidade e uniformidade de propriedades mecânicas;
- alta tenacidade associada a elevada resistência;
- possibilidade de redução de peso estrutural, com a aplicação, em larga escala, de aços de alta resistência;
- possibilidade de eliminação do pré-aquecimento, mesmo para aços de alta resistência;
- excelentes propriedades de impacto, mesmo com soldagem de alto aporte térmico;
- redução do número de passes de solda;
- possibilidade de uso de solda de topo e de eliminação do processo de chanfro duplo;
- melhores garantias de tolerância na fabricação e na montagem de estruturas metálicas;

Em função dos itens anteriores, tem-se alta produtividade industrial, com redução do tempo de soldagem e de mão de obra.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS AÇOS SINCRON

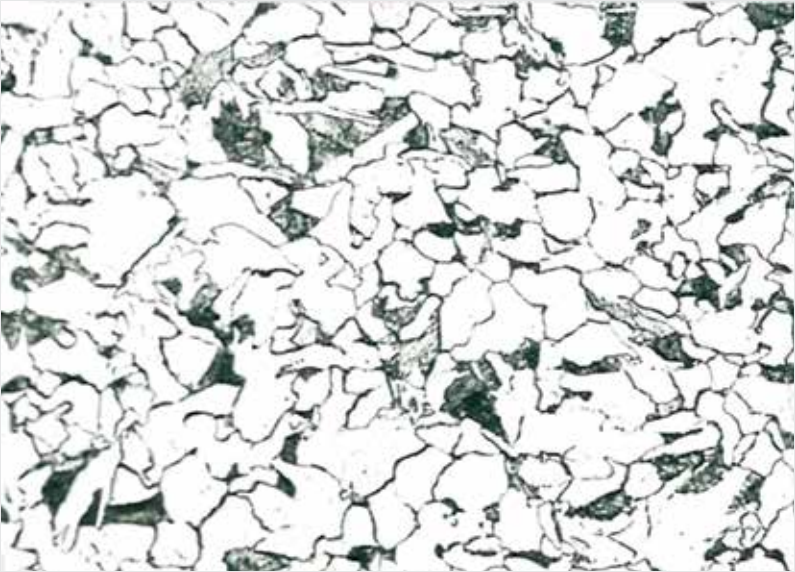
- Os aços da linha Sincron, caracterizados pela alta resistência mecânica e pelo desempenho superior de soldagem em função do menor carbono equivalente (Ceq), são obtidos exclusivamente pelo processo CLC.
- O processo CLC permite a obtenção de uma microestrutura refinada, com impacto positivo nas propriedades mecânicas do aço (resistência e tenacidade), conforme Figura 3.

LAMINAÇÃO CONVENCIONAL



50µm

CLC



50µm

Figura 3 – Microestrutura de aço 50 kgf/mm²; espessura: 25 mm do processo convencional versus CLC (x200).
Fonte: Usiminas

• Quando se requer um produto com limite de resistência mecânica elevada, a melhor solução são os aços Sincron, pois devido ao seu menor Ceq, a soldabilidade é facilitada e com desempenho superior aos aços convencionais.

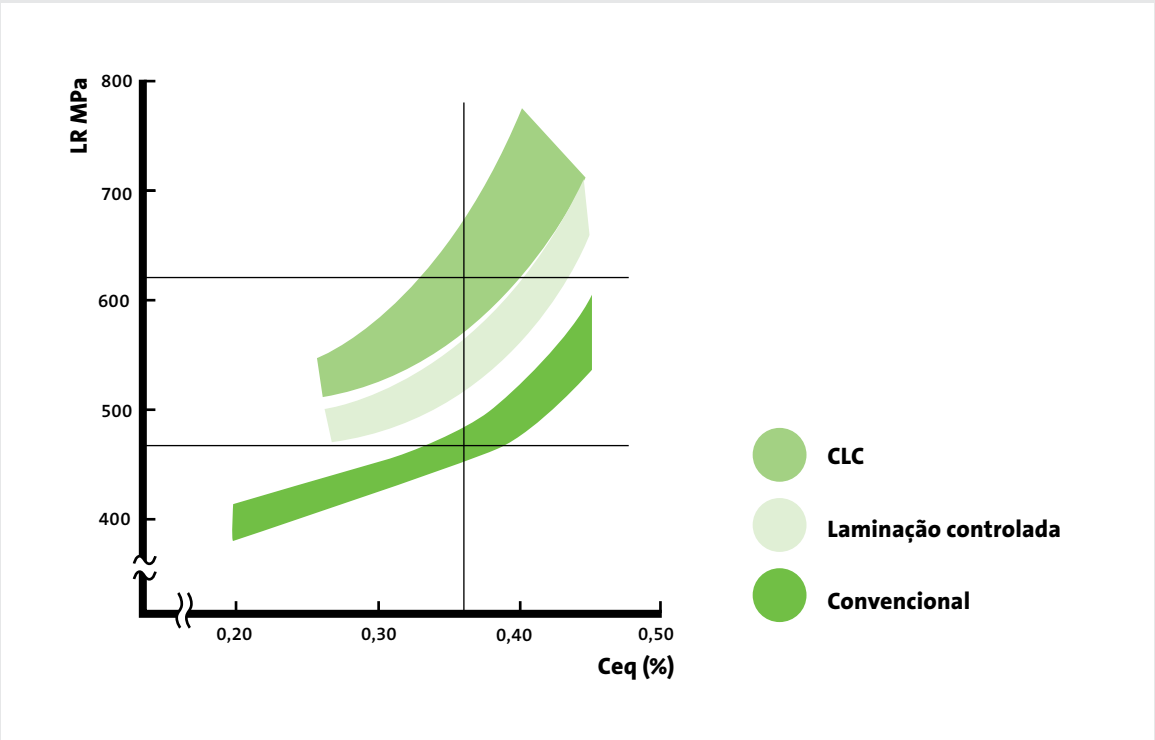
Propriedades	Aço Convencional		Aço Sincron
Carbono equivalente	↓	↑	↓
Limite resistência	↓	↑	↑
Soldabilidade	↑	↓	↑

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

(Quadro 1 - Comparativo das propriedades de resistência e soldabilidade dos aços Sincron versus aços convencionais.)

VANTAGEM NO USO DO PROCESSO CLC, EXCLUSIVIDADE DOS AÇOS SINCRON:

Conforme mostra o Gráfico 2, para um determinado nível de resistência mecânica, o carbono equivalente (Ceq) pode ser reduzido entre 0,05%–0,15%, utilizando-se o processo CLC em comparação com o processo convencional. Além disso, para uma determinada especificação de Ceq, consegue-se obter um aumento de resistência mecânica da ordem de 100 MPa–150 MPa, com a escolha do processo CLC como rota de laminação.



(Gráfico 2 – Relação entre limite de resistência (MPa) versus carbono equivalente (Ceq) por processo de laminação.)



SINCRON NAVAL E OFFSHORE

Os aços Sincron foram desenvolvidos para oferecer desempenho superior na construção naval e offshore, na montagem das estruturas de plataformas marítimas e nas demais construções que requerem o uso de aços de alta resistência mecânica.

Diversos são os benefícios na utilização dessa linha de produtos:

- vantagens operacionais;
- segurança;
- ganho, em produtividade, aos construtores e aos usuários;
- flexibilidade na seleção e na especificação de material para o desenvolvimento dos projetos de engenharia de dutos, embarcações, plataformas marítimas e estruturas metálicas.

Especificações				
Limite escoamento	Temperatura ensaio Charpy			
	0° C	-20° C	-40° C	-60° C
	AH32	DH32	EH32	FH32
	AH36	DH36	EH36	FH36
	AH40	DH40	EH40	FH40
	AH43	DH43	EH43	-
47 kgf/mm ²	AH47	DH47	EH47	-

----- Homologado até 50,00 mm e em processo de homologação até 80,00 mm.
Em desenvolvimento industrial

ENTIDADES CLASSIFICADORAS

Os aços navais da série Sincron são certificados pelas principais entidades classificadoras navais:

Bureau Veritas – France	BV
Germanischer Lloyd – Germany	GL
Korean Register of Shipping – Korea	KR
Lloyd’s Register of Shipping – England	LR
Det Norske Veritas – Norway	DNV
Nippon Kaiji Kyokai – Japan	NK
American Bureau of Shipping – USA	ABS

CODIFICAÇÃO DOS AÇOS DA SÉRIE SINCRON PARA A APLICAÇÃO NAVAL E OFFSHORE
AA nomenclatura e a especificação dos aços Sincron para aplicação naval varia conforme entidade classificadora. Exemplo:

SINCRON – NV – 12 – E36 – Z35 – TM

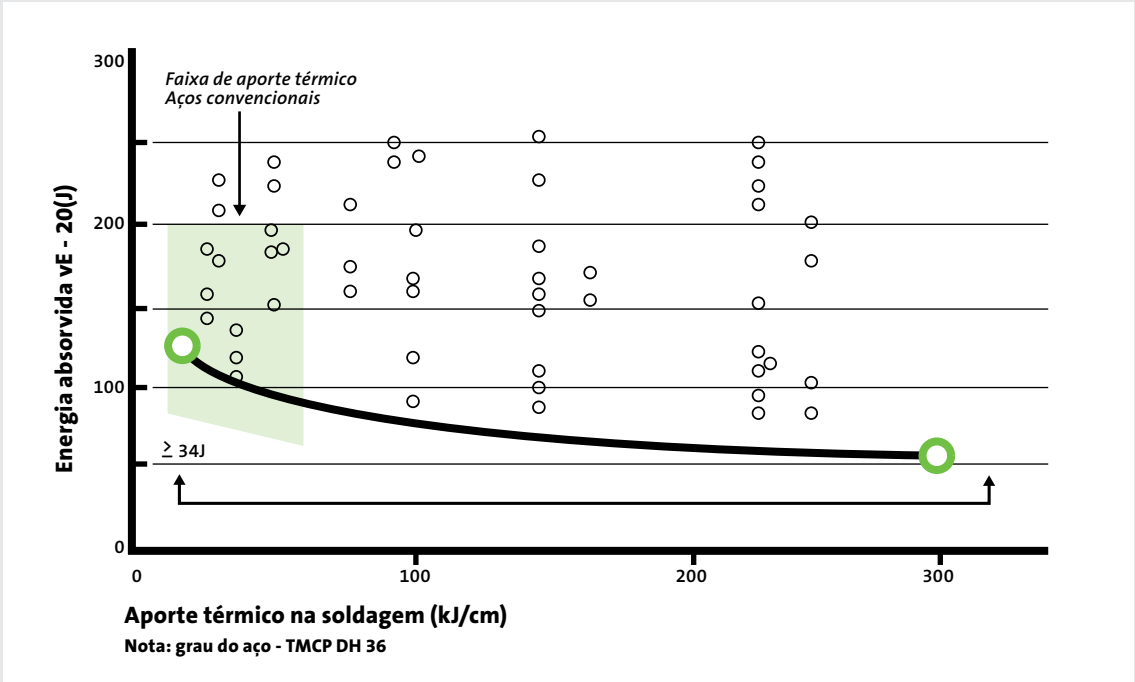
(A) (B) (C) (D) (E) (F)

- (A) – Brand name Usiminas para os aços TMCP
- (B) – Entidade classificadora
- (C) – Edição da norma (ano)
- (D) – Grau do aço (Charpy/Limite de escoamento mínimo em kgf/mm2)
- (E) – Estricção Z (35%)
- (F) – Tm: Thermo Mechanical Control Process

A PERFORMANCE DOS AÇOS SINCRON NAVAL NA SOLDAGEM

ENERGIA ABSORVIDA NA ZTA (Zona termicamente afetada)

- Os aços navais da linha Sincron apresentam elevada energia absorvida (vE -20°C na ZTA, mesmo com elevados aportes térmicos de soldagem), conforme Gráfico 3.
- Os aços navais convencionais (tratamento térmico: normalização) ficam limitados a aportes térmicos de soldagem da ordem de 50 KJ/cm.



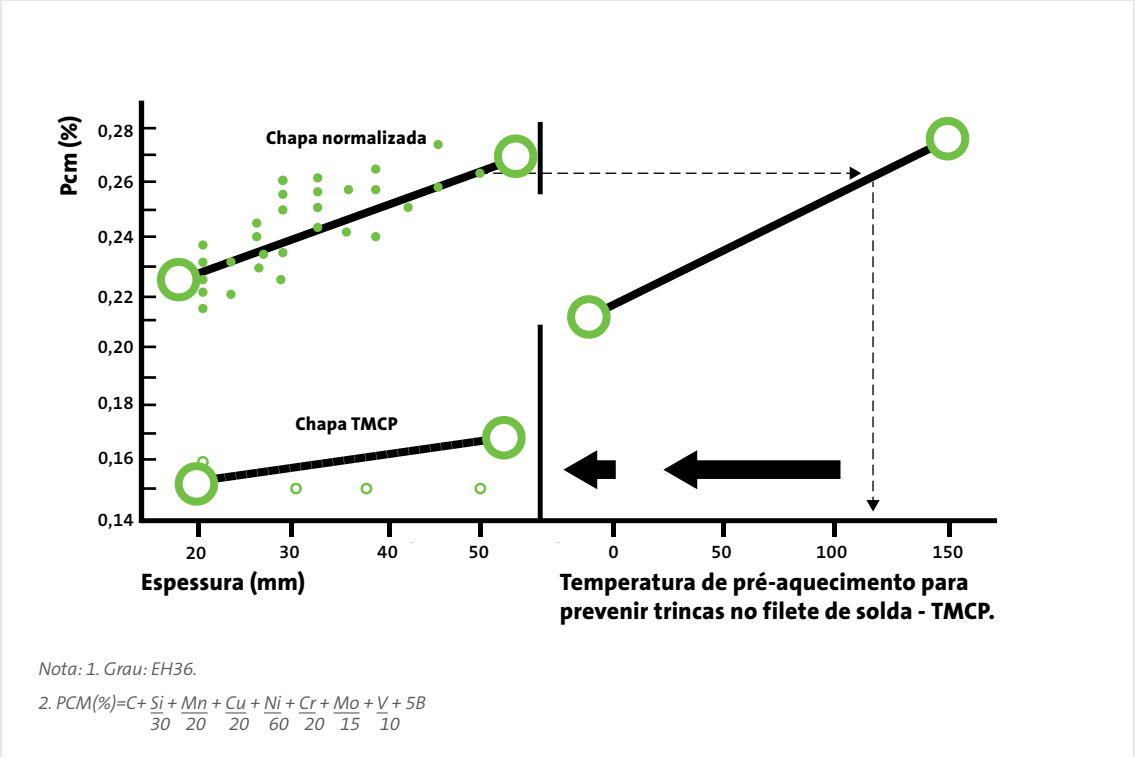
(Gráfico 3 – Relação da energia absorvida na ZTA e no aporte térmico. Fonte: Nippon Steel)

ELIMINAÇÃO DE PRÉ-AQUECIMENTO

- Os aços da linha Sincron permitem a operação de soldagem, com redução da temperatura ou eliminação de pré-aquecimento com alta performance. Essa vantagem é bastante importante na fabricação de plataformas, navios, como, também, na construção civil. Conforme Gráfico 4.

Desempenho do aço TMCP (soldabilidade)

Relação entre espessura, valor Pcm e parâmetro TMCP. Chapa TMCP e normalizada.



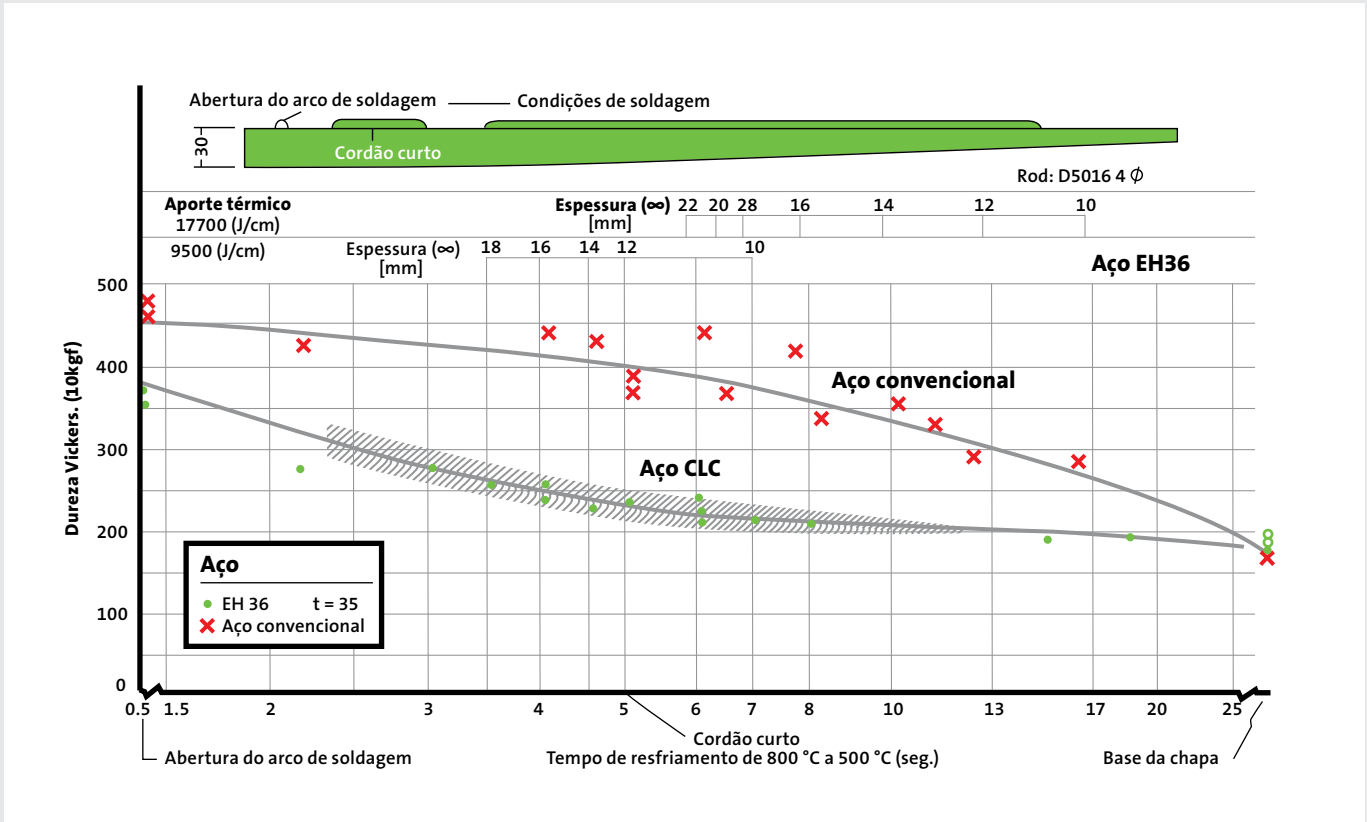
- Nota: 1. Grau: EH36.
2. $PCM(\%) = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$

(Gráfico 4 – Relação entre Pcm e temperatura de pré-aquecimento na soldagem. Fonte: Nippon Steel)



DUREZA (Taper Hardness Test)

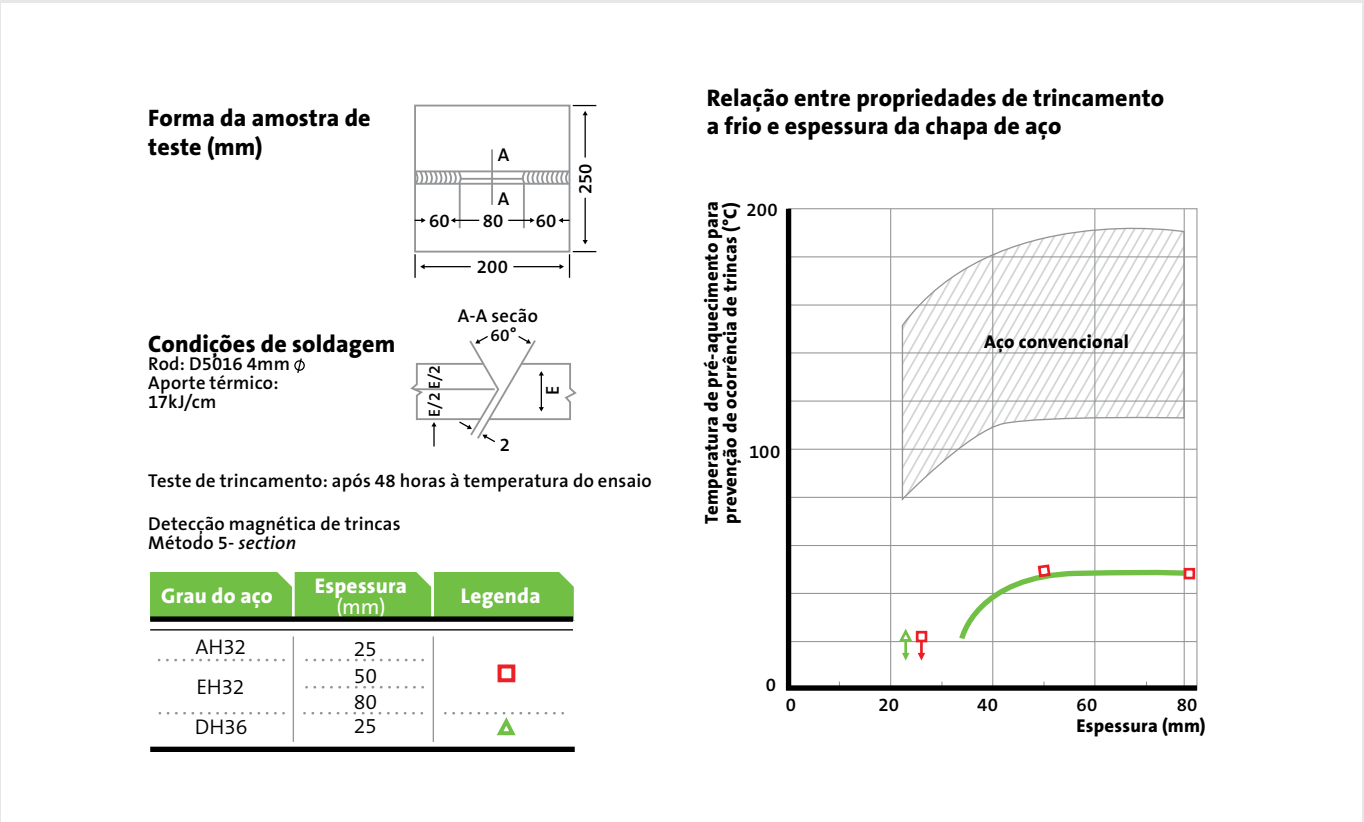
Os produtos da linha Sincron proporcionam um material com um nível de dureza inferior ao aço convencional no teste de dureza com altas taxas de resfriamento. O Gráfico 5 ilustra um exemplo de teste com aços CLC da NSC para aplicação naval.



(Gráfico 5 – Relação de dureza entre os aços convencionais e os da tecnologia CLC (Taper Test). Fonte: Nippon Steel)

SUSCETIBILIDADE A “COLD CRACKING”

Os produtos da linha Sincron apresentam baixa suscetibilidade ao trincamento a frio (Cold Cracking), permitindo sua soldagem com uma redução significativa na temperatura de pré-aquecimento ou mesmo sua eliminação, conforme pode ser visto no Gráfico 6.



(Gráfico 6 – Relação entre as propriedades de trincamento a frio e a espessura da chapa. Fonte: Nippon Steel)



EXTENSÃO DA SÉRIE SINCRON PARA OLEODUTOS E GASODUTOS: API 5L

O processo TMCP apresenta um portfólio diferenciado de aços da norma API para aplicação em gasodutos e oleodutos que exigem baixo carbono equivalente, alta resistência ao colapso, resistência a ambiente sour service e tenacidade à baixa temperatura.

A nomenclatura do grau de especificação da extensão da série Sincron para aplicação em gasodutos e oleodutos é a utilizada pela norma API para o processo TMCP. Favor consultar a Usiminas para demais requisitos: DWTT, HIC, SSC e CTOD.

Especificação (Specification)*	Grau (Steel grade)	Faixa de Espessura (mm) (Thickness rage)
API 5L (2018)	X60 M / MO	12,00 - 38,10
	X60 MS / MOS	12,00 - 32,50
	X65 M / MO	12,00 - 57,00
	X65 MS / MOS	12,00 - 32,50
	X70 M / MO	12,00 - 38,10
	X70 MS / MOS	12,00 - 32,45
	X80 M / MO	12,00 - 37,55
DNV OS F101 LSAW (2007)	X90 M	12,00 - 25,40
	450 SFDU	12,00 - 32,45
	485 SFDU (3)	12,00 - 32,45

(Tabela 02 – Especificações API 5L)

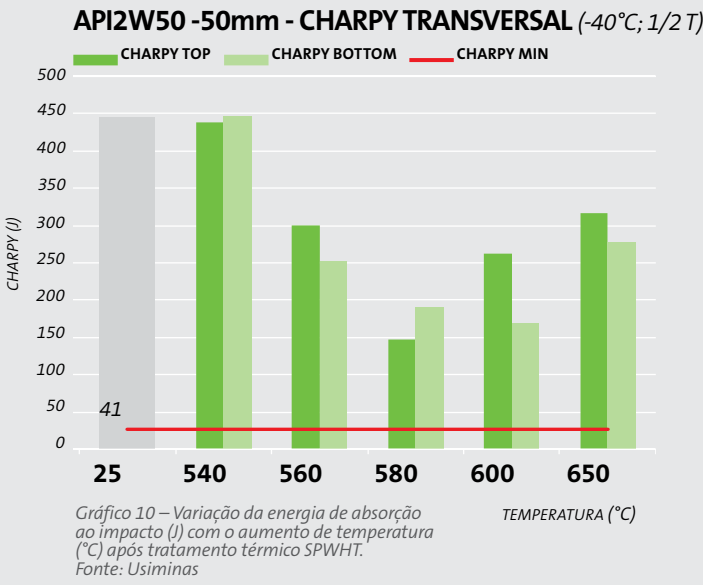
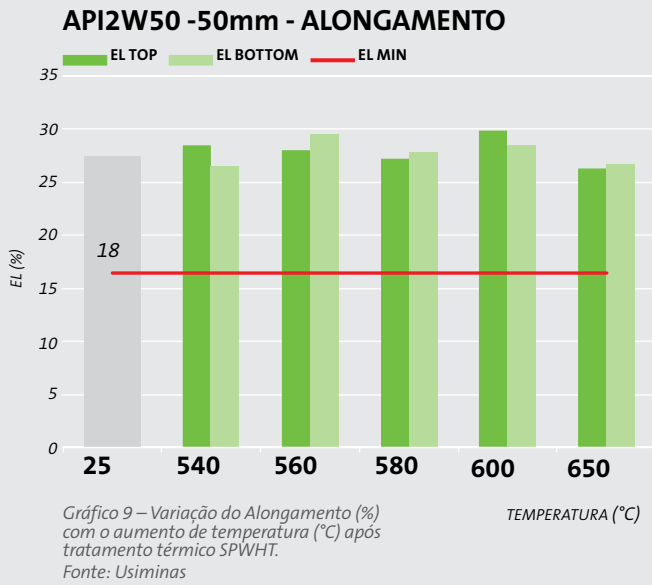
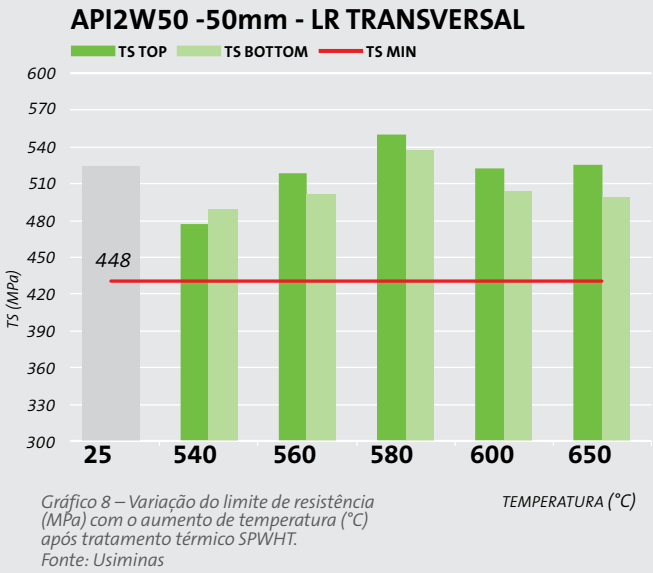
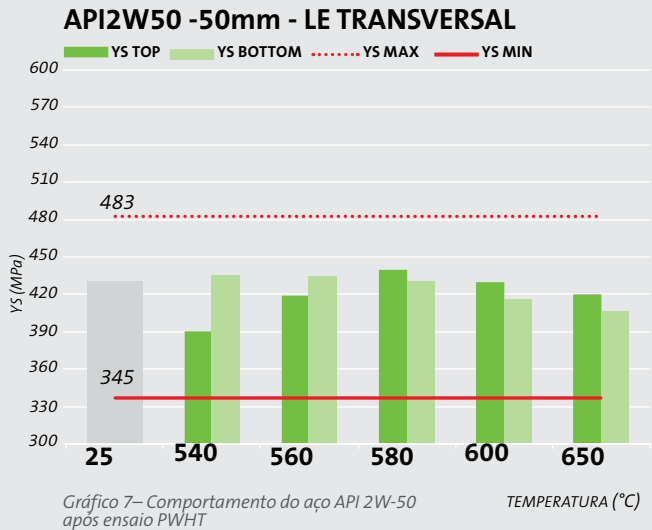


EXTENSÃO DA SÉRIE SINCRON PARA PLATAFORMAS MARÍTIMAS: API 2W

Os aços API 2W têm aplicação intensiva na fabricação de jaquetas, TLWPs e de topsides de maneira geral, pois 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 ou laminação controlada + resfriamento acelerado, em complemento da linha de produtos Sincron Naval.

ENSAIO SPWHT PARA O GRAU API 2W 50 VIA TMCP

O aço API 2W-50 produzido pelo processo TMCP da tecnologia CLC da Usiminas é recomendado como metal base nas aplicações em que se utiliza tratamento térmico pós-soldagem (Post-weld heat treatment - PWHT) com a finalidade de reduzir as tensões residuais decorrentes da soldagem e da conformação a frio. Os gráficos (7 a 10) ilustram o comportamento das propriedades mecânicas de um aço API 2W-50 (Espessura: 50 mm) produzido com tecnologia CLC após tratamento térmico simulado PWHT da AWS D1.1/ D1.1M:2010.



Especificação (Specification)	Faixa de Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)							Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)					
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento		Ensaio Charpy	
											BM (mm)	%	Temp (°C)	Energia (J)
API 2W-50	12,00 - 25,00	≤ 0,16	0,05 ~ 0,50	1,15 ~ 1,60	≤ 0,030	≤ 0,010	(1)	≤ 0,39	345 ~ 517	≥ 448	50	≥ 23		(2)
	40,01 - 65,00							≤ 0,41	345 ~ 483					
API 2W-60	12,00 - 25,00	≤ 0,16	0,05 ~ 0,50	1,15 ~ 1,60	≤ 0,030	≤ 0,010	(1)	≤ 0,42	414 ~ 621	≥ 517	50	≥ 23		(2)
	40,01 - 63,00							≤ 0,46	414 ~ 586					

(*) Fornecido sob consulta. Em desenvolvimento faixa de espessura até 80,00 mm.



SINCRON ESTRUTURAL

Os produtos da série Sincron Estrutural foram desenvolvidos para aquelas aplicações em que se requer o uso de aços de alta resistência (acima de 50 kgf./mm² de limite de resistência), a necessidade de garantia de energia absorvida ao impacto (ensaio Charpy) e, ao mesmo tempo, facilidade e produtividade na soldagem. Os aços da série Sincron Estrutural estão subdivididos em função da sua aplicação final:

LINHA BHS: Building High Strength, destinado à construção metálica de pontes, viadutos, galpões e edifícios.

LINHA WHS: Weldable High Strength, destinado à fabricação de máquinas, equipamentos de grande porte, como turbinas, geradores, caixa espiral e conduto forçado para usinas hidrelétricas, torres eólicas, guindastes, estruturas offshore, entre outras que requerem tenacidade (Garantia de teste de impacto charpy) e boa soldabilidade.



SINCRO BHS

BUILDING HIGH STRENGTH

Especialmente desenvolvido para desempenho diferenciado nas construções metálicas, o Sincron BHS apresenta a melhor solução para a redução de peso estrutural de edifícios, galpões, pontes e viadutos, pois associa simultaneamente a alta resistência mecânica com baixo carbono equivalente, requisitos essenciais para alta produtividade em soldagem e garantias estruturais.

SINCRO BHS 450M

BHS: Building High Strength steels
M: Laminação Controlada + Resfriamento Acelerado (Thermomechanical control process)
450: Limite de escoamento mínimo em MPa

O aço Sincron BHS 450M se diferencia dos demais aços da classe 450 MPa de limite de escoamento usualmente consumidos no setor de construção civil, máquinas e equipamentos por apresentar um menor teor de C e baixo carbono equivalente, adição de Nb, além da melhor limpidez (P e S mais baixos). É a melhor alternativa quando se requer a substituição de aços da classe de resistência mecânica inferior, como por exemplo: ASTM A572 50, USI CIVIL 300/350, dentre outros aços de laminação convencional.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCRO BHS 450 M

Especificação (Specification)	Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)							Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)				
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento (2)		Dobramento (Bending) (3)
											BM (mm)	%	
SINCRO BHS 450M	12,00 - 40,00 40,01 - 60,00	≤ 0,16	≤ 0,60	≤ 1,70	≤ 0,030	≤ 0,020	(2)	≤ 0,41	≥ 450 ≥ 430	560 ~ 720	5,65 √So	≥ 17	Ø1,5E;180°

(1) Outros elementos: Sob consulta. (2) CeqIIW: C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15. (3) Direção longitudinal.



SINCRON BHS

BUILDING HIGH STRENGTH

SINCRON BHS 485W

Trata-se de um aço de alta resistência mecânica com característica de resistência à corrosão atmosférica e de excelente soldabilidade destinado aos componentes estruturais de edifícios, pontes e viadutos, em que grandes esforços são requeridos no conjunto estrutural e que a garantia de corrosão atmosférica é exigida.

Especialmente projetado para oferecer simultaneamente aos fabricantes de estruturas metálicas:

- Estruturas mais leves e com excelente performance à corrosão atmosférica (Guide G101 > 6,5);
- Redução de custos na fabricação e montagem com alta performance na soldagem;
- Elevada tenacidade à baixas temperaturas e excelente qualidade nas juntas soldadas;
- Baixo carbono equivalente possibilidade de eliminação de pré-aquecimento em soldagem;
- Ótima performance em conformação a frio, mesmo em baixas temperaturas.

BHS: Building High Strength steels

T: Tempera direta seguido de Revenimento

485: Limite de escoamento mínimo em MPa

W: Weathering

WL: Weathering Low temperature toughness

O Sincron BHS 485 W atende todos os requisitos de composição química, tração e testes de impacto da ASTM A709 HPS 70W e apresenta índice de resistência à corrosão atmosférica > 6.5 de acordo com guide G101 - Predictive Method Based on the Data of Larabee and Coburn.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCRON BHS 485W

Especificação (Specification)	Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)								Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)				
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq	Pcm	Propriedades mecânicas (T/L) (Mechanical Properties)			Teste de Impacto Longitudinal (Charpy V notch Impact test) (2)	
										LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	AI A5 (%)	Temperatura (C°)	Energia Média Absorvida
SINCRON BHS 485 W	9,50 ~ 63,50	≤ 0,11	≤ 0,50	≤ 1,35	≤ 0,020	≤ 0,006	(1)	≤ 0,46	≤ 0,21	485 min.	585 - 760	485 min.	- -20°C	- 50J

(1) Outros elementos: Sob consulta.
(2) CeqIIW: C+Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15.
(3) Direção Transversal.



SINCRON WHS WELDABLE HIGH STRENGTH

SINCRON WHS 500M

São aços da classe de 50 kgf./mm² de limite de resistência, especialmente desenvolvidos com projeto de liga de baixo carbono equivalente e uso de laminação controlada seguida de resfriamento acelerado, com destaque para sua elevada capacidade de absorção de energia ao impacto. O carbono equivalente baixo propicia vantagens na soldagem em campo com minimização de problemas de trincas por absorção pro hidrogênio.

WHS: Weldable High Strength steels

M: Laminação Controlada + Resfriamento Acelerado (Thermo Mechanical Control Process)

500: Limite de resistência mínimo em MPa

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCRON WHS 500M

PRINCIPAIS VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS CONVENCIONAIS

O aço SINCRON WHS 500M, por apresentar um carbono equivalente (Ceq) baixo, função de seu menor teor de C, adição de Nb, além de melhor limpidez (P e S mais baixos), oferece vantagens de tenacidade e soldabilidade em relação aos produtos de alta resistência fabricados por processos convencionais de laminação de chapas grossas, como, por exemplo, USISAR50 (A/B/N), ASTM A572 50 N, EN10025-3 S355N, EN10025-2 S355J0/JR/J2, entre outros da classe 50k.

Especificação (Specification)	Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)							Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)					
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento (2)		Ensaio Charpy Test (3)	
											BM (mm)	%	Temp (°C)	Energia (J)
SINCRON WHS 500M	11,00 - 65,00 65,01 - 80,00	≤ 0,16 ≤ 0,18	≤ 0,55	≤ 1,70	≤ 0,025	≤ 0,010	(1)	≤ 0,39 ≤ 0,42	≥ 355 ≥ 345	470 ~ 630	5,65 √So	≥ 20 ≥ 21	-10	≥ 60

(1) Al: ≤ 0,050 %; Cu: ≤ 0,50%; Cr: ≤ 0,30%; Ti: ≤ 0,050%; Nb: ≤ 0,050%; Ni: ≤ 0,50%; Mo: ≤ 0,030%; V ≤ 0,010%.

(2) Direção transversal.

(3) Fornecido com garantia de impacto Charpy, direção longitudinal à 1/4 espessura.

(4) Dobramento transversal: Ø2E; 180°

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

(6) Demais Requisitos sob consulta: Z35, SPWHT.



SINCRON WHS 600M

São aços da classe de 600 MPa de limite de resistência mecânica, especialmente desenvolvidos com projeto de liga de baixo carbono equivalente, uso de Laminação Controlada e Resfriamento Acelerado, que favorece uma excelente soldabilidade e tenacidade à baixas temperaturas, na obtenção de qualidade premium em juntas soldadas. Produto comercializado com garantia de ensaio charpy em duas condições padrão de temperaturas, e que sob consulta pode ser fornecido até -50°C na versão ML.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCRON WHS 600M

WHS: Weldable High Strength steels
M: Laminação Controlada + Resfriamento Acelerado (Thermo Mechanical Control Process)
600: Limite de resistência mínimo em MPa

Especificação (Specification)	Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)							Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)					
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento		Ensaio Charpy	
											BM (mm)	%	Temp (°C)	Energia (J)
SINCRON WHS 600 M (ML)	12,00 - 40,00 40,01 - 80,00	≤ 0,16	≤ 0,50	≤ 1,65	≤ 0,025	≤ 0,010	(1)	≤ 0,45 ≤ 0,47	≥ 460	600 ~ 700	50	≥ 20	0° (-30°)	≥ 54 J (45J)

(1) Outros elementos: Al: ≤ 0,05%; Cu: ≤ 0,05%; Cr: ≤ 0,30%; Ti: ≤ 0,025%; Nb: ≤ 0,08%; Ni: ≤ 0,05%; Mo: ≤ 0,30%; V: ≤ 0,10%; Ca: ≤ 0,0045%.

(2) Fornecido com garantia de impacto Charpy, direção longitudinal à 1/4 espessura.

(3) Dobramento longitudinal: 12,00 - 32,00 mm: Ø1,5E; 180°;
32,01 - 50,80 mm: Ø2,0E; 180°.

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

(5) Qualidade comercial.

(6) Demais Requisitos sob consulta.



SINCRON WHS 700T

São aços da classe de 70 kgf./mm2 de limite de resistência, especialmente desenvolvidos com projeto de liga de baixo carbono equivalente, uso de Laminação controlada e Têmpera direta, seguido de Revenimento.

WHS: Weldable High Strength steels
T: Temperado e Revenido (Quenched and Tempered)
700: Limite de resistência mínimo em MPa

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCRON WHS 700T

Especificação	Espessura (mm)	Composição Química Típica (% em massa)							Propriedades Mecânicas					
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq (3)	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento		Ensaio Charpy (2)	
											BM (mm)	%	Temp (°C)	Energia (J)
SINCRON WHS 700T	12,00 - 30,00	≤ 0,18	≤ 0,45	≤ 1,50	≤ 0,025	≤ 0,010	(1)	≤ 0,49	≥ 620	700 ~ 895	50	≥ 16	-20	≥ 45 J

(1) Outros elementos:
Al: ≤ 0,06%; Cu: ≤ 0,05%; Cr: ≤ 0,70%; Ti: ≤ 0,06%; Nb: ≤ 0,009%; Ni: ≤ 0,05%; Mo: ≤ 0,08%; V: ≤ 0,010%; B: ≤ 0,0050%.

(4) Qualidade superficial: comercial.

(2) Fornecido com garantia de impacto Charpy, direção longitudinal à 1/4 espessura.

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

(5) Demais Requisitos sob consulta.

PRINCIPAIS VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS CONVENCIONAIS

O aço SINCRON WHS 700T apresenta um projeto diferenciado para aços de alta resistência mecânica no qual se requer redução de peso dos equipamentos e excelente tenacidade à baixas temperaturas. Outra característica importante desse produto é sua boa performance na soldagem em função dos menores teores de C e carbono equivalente em comparação à maioria dos aços temperados e revenidos da classe de 70 kgf./mm2 de limite de resistência.



SINCROH WHS 800T

São aços da classe de 80 kgf./mm2 de limite de resistência, especialmente desenvolvidos com projeto de liga de baixo carbono equivalente, uso de Laminação controlada e Têmpera direta, seguido de Revenimento.

WHS: Weldable High Strength steels

T: Temperado e Revenido (Quenched and Tempered)

800: Limite de resistência médio em MPa

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCROH WHS 800T

PRINCIPAIS VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS CONVENCIONAIS

O aço SINCROH WHS 800T é um aço de alta resistência mecânica no qual se requer redução de peso dos equipamentos e excelente tenacidade à baixas temperaturas. A característica importante desse produto é sua boa performance na soldagem em função dos menores teores de C e carbono equivalente em comparação à maioria dos aços temperados e revenidos da classe de 80 kgf./mm2 de limite de resistência. Produto recomendado para aplicações de conformação a frio e que não operem em temperaturas superiores à 450°C.

Especificação (Specification)	Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)							Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)					
		C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento		Ensaio Charpy (2)	
											BM (mm)	%	Temp (°C)	Energia (J)
SINCROH WHS 800T	8,00 - 25,40 25,41 - 35,00 35,01 - 40,00	≤ 0,19 ≤ 0,23	≤ 0,30 ≤ 0,50	≤ 1,40 ≤ 1,50	≤ 0,025	≤ 0,010	(1)	≤ 0,41 ≤ 0,46 ≤ 0,54	≥ 690	770 ~ 930	50	≥ 18	-40	40

(1) Outros elementos: Al: ≤ 0,01%; Cu: ≤ 0,35; Cr: ≤ 0,40; Ti: ≤ 0,05; Nb: ≤ 0,06; Ni: ≤ 0,20; Mo: ≤ 0,080; V: ≤ 0,010; B: ≤ 0,0050.

(2) Fornecido com garantia de impacto Charpy, direção longitudinal à 1/4 espessura, valores médios.

(3) Dobramento transversal: 8,00 - 40,00 mm: Ø6E; 90°.

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

(5) Qualidade superficial: comercial.

(6) Demais Requisitos sob consulta.



SINCROn WHS 1000T

São aços da classe de 100 kgf./mm² de limite de resistência, especialmente desenvolvidos com projeto de liga de baixo carbono equivalente, uso de Laminação controlada, Têmpera direta seguido de Revenimento.

WHS: Weldable High Strength steels

T: Temperado e Revenido (Quenched and Tempered)

1000: Limite de resistência médio em MPa

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SINCROn WHS 1000T

PRINCIPAIS VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS CONVENCIONAIS

O aço SINCROn WHS 1000T é um aço de altíssima resistência mecânica no qual se requer uma redução significativa de peso dos equipamentos e um desempenho excelente de tenacidade à baixas temperaturas. Produto recomendado para aplicações de conformação a frio e que não operem em temperaturas superiores à 450°C.

Especificação (Specification)	Espessura (mm) (Thickness)	Composição Química Típica (% em massa) (Chemical Composition)														Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)					
		C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	Mo	Outros	Ceq máx. (%)	LE (MPa) YP	LR (MPa) TS	Alongamento		Ensaio Charpy (3)	
																		BM (mm)	%	Temp (°C)	Energia (J)
SINCROn WHS 1000T	8,00 - 50,00 ⁽⁷⁾	≤ 0,20	≤ 0,35	≤ 1,40	≤ 0,025	≤ 0,015	≤ 0,070	≤ 0,050	≤ 0,050	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,050	(1)	≤ 0,60	≥ 900	980 ~ 1150	Lo = 5,65 √So	≥ 11	-20	≥ 40 J

(1) Outros elementos: Sob consulta

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

(3) Fornecido com garantia de impacto Charpy, direção transversal à 1/4 espessura.

(4) Dobramento longitudinal: Ø 4E; 90°.

(5) Qualidade superficial: comercial.

(6) Demais Requisitos sob consulta.

(7) Sob consulta a faixa de espessura de 19,01 ~ 50,00 mm.

EXTENSÃO DA SÉRIE SINCRON ESTRUTURAL: NORMAS INTERNACIONAIS

Em complemento à linha de aços soldáveis de alta resistência da série Sincron Estrutural, apresentamos em nosso portfólio os aços estruturais das normas EN 10025 e ASTM A572, produzidos pelo processo TMCP (Thermo Mechanical Control Process). Em virtude do baixo carbono equivalente e da microestrutura ferrítica-bainítica refinada, apresentam vantagens na soldagem e na capacidade de absorção de energia ao impacto à baixas temperaturas comparados aos aços processados pelos processos convencionais de laminação: As rolled e normalizados, regidos pela EN10025-2 e EN10025-3, respectivamente.

Especificação (Specification)	Condição de fornecimento (Supply condition)	Faixa de Espessura (mm) (Thickness Range)	Composição Química (% em massa) (Chemical Composition)							Propriedades Mecânicas (Mechanical Properties)									
			C	Si	Mn	P	S	Outros	Ceq ≤ (S)	LE (MPa) <i>YP</i>	LR (MPa) <i>TS</i>	Alongamento (Elongation)							
												Espessura (mm)	BM (mm)	%					
ASTM A572-50 (1)	TMCP	12,00 ≤ E ≤ 16,00	≤ 0,23	≤ 0,40	≤ 1,35	≤ 0,040	≤ 0,050		0,39	≥ 345	450		200	19					
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																	
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																	
		63,01 ≤ E ≤ 80,00																	
EN-10025-4-S355 (1)	M	12,00 ≤ E ≤ 16,00	≤ 0,16	≤ 0,55	≤ 1,70	≤ 0,035	≤ 0,030		0,39	≥ 355	470 ~ 630			22					
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																	
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																	
		63,01 ≤ E ≤ 80,00																	
	ML	12,00 ≤ E ≤ 16,00				≤ 0,030	≤ 0,025		0,39	≥ 345	470 ~ 630								
		16,01 ≤ E ≤ 40,00																	
		40,01 ≤ E ≤ 63,00																	
		63,01 ≤ E ≤ 80,00																	
		0,40							≥ 335						450 ~ 610				
		0,45														≥ 325	440 ~ 600		
		0,39																≥ 355	470 ~ 630
		0,40																	
0,45	≥ 325	440 ~ 600																	
0,39			≥ 355	470 ~ 630															
0,40					≥ 335	450 ~ 610													
0,45							≥ 325	440 ~ 600											
0,43	≥ 420	520 ~ 680							(4)										
0,45			≥ 400	500 ~ 660															
0,46					≥ 390	540 ~ 720													
0,43							≥ 420	520 ~ 680											
0,45	≥ 400	500 ~ 660																	
0,46			≥390	540 ~ 720															
0,47					≥ 430	530 ~710													
0,45							≥ 460	540 ~ 720											
0,46	≥ 440	530 ~ 710																	
0,47			≥ 430	540 ~ 720															
0,47					≥ 460	540 ~ 720													
0,46							≥ 440	530 ~ 710											
0,47	≥ 430	540 ~ 720																	
0,65			≥ 690	770 ~ 940															
0,72					≥ 890	940 ~1100													

(1) Comercializado sob consulta

(2) Garantias de ensaios charpy para EN 10025-4

	Temperatura	Energia Mínima
M	-20°C	40 J
ML	-50°C	27J

(3) Outros elementos conforme norma.

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

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

(6) Ensaio charpy para grau ASTM A572-50 TMCO sob consulta

(7) Garantia de estrição Z e SPWHT para todos os graus sob demanda

(8) Condição de fornecimento: Temperatura direta + revenimento.



A linha de aços soldáveis de alta resistência da Série Sincron Estrutural é complementada pelos aços estruturais da norma EN 10028-5 e ASME/ASTM SA841 aplicada em situações de alta pressão. Apresentam vantagens no desempenho de soldagem e na capacidade de absorção de energia ao impacto à baixas temperaturas comparado aos aços processados pelos processos convencionais de laminação: Normalização e Temperado & Revenido regidos pela EN 10028-3, EN 10028-6 e ASTM/ASME 537, respectivamente.

Especificação (Specification)	Grau (Steel Grade)	Faixa de Espessura (mm) (Thickness Range)	Composição Química (% em massa) (Chemical Composition (2))							Composição Química (Mechanical Properties)			
			C	Si	Mn	P	S	Other	Ceq (5)	YS (MPa)	TS (Mpa)	Elongation	
												MB (mm)	%
EN-10028-5-P355	M / ML1 / ML2	12,00 - 40,00 40,01 - 65,00	≤ 0,16	≤ 0,55	≤ 1,70	≤ 0,025	≤ 0,015	(3)	≤ 0,39 ≤ 0,40	≥ 355 ≥ 345	450 ~ 610	5,65VSo	22

(1) Garantias de ensaio charpy para EN 10028 - 5 (Ensaio transversal)

	Temperatura	Energia Mínima
M	-20°C	27 J
ML 1	-40°C	
ML 2	-50°C	

(2) Outros elementos conforme norma EN 10028-5.

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

(4) Garantia de estrição Z e SPWHT sob consulta.

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

(6) Comercializado sob consulta

Especificação (Specification)	Grau (Steel Grade)	Faixa de Espessura (mm) (Thickness Range)	Composição Química (% em massa) (Chemical Composition (2))							Composição Química (% em massa) (Chemical Composition (2))			
			C	Si	Mn	P	S	Other	Ceq (5)	LE (MPa) YP	LR (Mpa) TS	Elongation	
												BM (mm)	%
ASTM 841 A	CL1	12,00 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 65,00	≤ 0,20	≤ 0,50	≤ 1,60	≤ 0,030	≤ 0,025	(3)	≤ 0,40 ≤ 0,45 ≤ 0,40 ≤ 0,45	≥ 345	485 ~ 620	Ao = 50 mm	22
										≥ 310	450 ~ 585		
	CL2	12,00 ≤ E ≤ 40,00 40,01 ≤ E ≤ 65,00								≥ 415	550 ~ 690		
										≥ 380	515 ~ 655		

(1) Outros elementos: Al: ≤ 0,020 %; Cu: ≤ 0,35; Cr: ≤ 0,25; Ti: ≤ 0,02; Nb: ≤ 0,03; Ni: ≤ 0,25; Mo: ≤ 0,080; V: ≤ 0,060;

(2) Fornecido com garantia de impacto Charpy, direção longitudinal à 1/4 espessura, -40°C / 20 J min.

(3) Dobramento transversal: 8,00 - 40,00 mm: Ø2E; 180°.

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

(5) Qualidade superficial: comercial.

(6) Demais Requisitos sob consulta.

APLICAÇÕES DOS AÇOS SINCRON ESTRUTURAL

Diversos são os benefícios na utilização dessa linha de produto: desempenho diferenciado do equipamento em operação, segurança e ganhos de produtividade aos construtores e aos usuários, como também flexibilidade na seleção e especificação de material no desenvolvimento dos projetos de máquinas e equipamentos industriais e estruturas metálicas de maneira geral.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES:

- componentes de máquinas rodoviárias;
- componentes de máquinas agrícolas;
- componentes de máquinas industriais;
- guindastes;
- hidrogeradores;
- torres eólicas;
- estruturas metálicas em geral.

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 DIMENSIONAIS E DEFORMA

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

TIPOS DE FORNECIMENTO

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

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

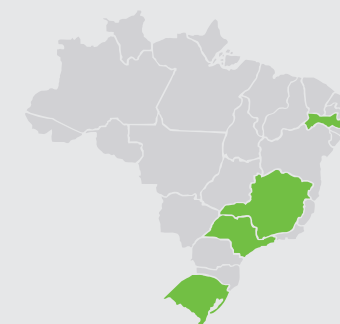
São garantidos para todo o produto Sincron Estrutural da Linha WHS e em função de normas internacionais.

MARCAÇÃO

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

USIMINAS

ENTRE EM CONTATO CONOSCO



ESCRITÓRIOS DE VENDAS

Belo Horizonte - MG

Avenida do Contorno, nº 6594
Savassi – CEP 30110-044
Tel.: (31) 3499-8232 / (31) 3499-8500

São Paulo - SP

Av. do Café, nº 277, Torre A 9º andar
Ed. Centro Empresarial do Aço
Vila Guarani - CEP 04311-900
Tel.: (11) 5591-5200

Porto Alegre - RS

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

Cabo de Santo Agostinho - PE

Av. Tronco Distribuidor Rodoviário Norte, s/nº, Z13
Complexo Industrial Suape - CEP 54590-000
Tel.: (81) 3527-5400

**ENTRE EM CONTATO, TIRE DÚVIDAS E
FAÇA UMA COTAÇÃO.**



USIMINAS 

Aço em dia com futuro

www.usiminas.com