

TENAX300IM®

**Aço Ferramenta para
Trabalho a Quente**

© VILLARES METALS S/A

Nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida, desmembrada ou transmitida com finalidades comerciais sem a prévia autorização por escrito da Villares Metals S/A.

TENAX300®, TENAX300IM®, VCMAIM®, VEX®, VH13ISO®, VH13IM®, VHSUPER®, VHSUPERIM®, VMO®, VPCA®, VPCAIM® e VTMLPLUS® são marcas registradas da VILLARES METALS S/A.

As informações presentes nesta ficha técnica servem apenas como guia técnico e representam nosso estado atual de conhecimento deste produto. As informações não devem ser consideradas como garantia de propriedades específicas ou aplicações particulares deste produto.

Edição 07.2023

NORMAS SIMILARES

TENAX300IM® é uma modificação do AISI H11, com redução de Si e controle de elementos residuais. É similar ao UNS T20811, DIN X38CrMoV5-1 e W.Nr 1.2342. Este material atende à norma NADCA 207 -2022 grade E.

INFORMAÇÃO GERAL

O TENAX300IM® é um aço ferramenta para trabalho a quente de alta tenacidade, superior a outros aços para trabalho a quente como AISI H13 e H11. O TENAX300IM® apresenta condutividade térmica superior e boa resposta à nitretação e polibilidade.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

TENAX300IM® é um aço de trabalho a quente martensítico que entrega alta tenacidade associado com propriedades mecânicas compatíveis ao AISI H11 e H13 refundidos. O processo de refusão ESR garante maior isotropia de propriedades e alta pureza. Indicado para aplicações onde a resistência à iniciação e propagação de trincas mecânicas e térmicas é essencial. Nestes casos, a tenacidade é a propriedade mais importante para determinar a vida útil da ferramenta. A alta pureza permite que o material atinja altos níveis de polibilidade.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Composição química típica (porcentagem em massa)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Fe
0,37	0,30	0,30	0,02 max	0,003 max	5,00	1,30	0,42	Bal.

DIMENSÕES PADRÃO DE PRODUÇÃO

Rota de Produção	Faixa de Produção	Acabamento
Produtos Laminados	Barras chatas: Espessura entre 8 – 152mm e largura entre 25,4 – 320 mm. Redondos entre 12,70-152,40mm.	Retificado Descascado Descascado e polido Fresado Torneado
Produtos Forjados	Barras chatas: Espessuras até 550 e largura até 1000 mm. Redondos entre 152,40 – 760 mm.	Fresado Descascado Torneado

*Outros dimensões e condições de fornecimento disponíveis sob consulta.

CONDIÇÃO DE FORNECIMENTO

Normalmente o TENAX300® é fornecido em barras redondas, quadrados ou retangulares na condição recozida com dureza máxima de 230 HBW. Também pode ser fornecido na condição temperada e revenida.

Cor de identificação: Preto, azul, preto



TRATAMENTO TÉRMICO

Recozimento

O recozimento deve ser realizado aquecendo-se o material entre 860 - 890°C e mantendo em temperatura até que ocorra a completa homogeneização do material. Resfriar lentamente a uma taxa que não exceda 15°C por hora até atingir a temperatura de 650°C e, então, resfriar ao ar calmo.

Neste tratamento é importante utilizar uma atmosfera protetora para evitar oxidação e decarbonetação superficial.

Alívio de Tensão

O tratamento de alívio de tensões deve ser aplicado após a usinagem de peças onde as remoções foram maiores que 30%. O tratamento auxilia na redução de distorções antes e durante a têmpera e revenimento.

Para materiais recozidos, consiste em aquecer lentamente até a temperatura de 560°C-675°C e resfriamento em forno até 260°C ou 430°C para peças com geometrias complexas. Em peças já temperadas, é sugerido aplicação de alívio de tensões em temperaturas 10°C inferiores as temperaturas de revenimento. Conforme a NADCA #207, para o alívio de tensões em peças temperadas sugere-se temperatura mínima de 538°C.

Têmpera

Para a têmpera do TENAX300IM®, recomenda-se pré-aquecer lentamente o material em duas etapas entre 780-820°C, manter por 2 horas e elevar a temperatura entre 1010 - 1030°C até que ocorra a completa homogeneização do material. A escolha da temperatura ideal deve ser considerada avaliando-se o design e acabamentos finais da peça.

Para melhores resultados de tenacidade, recomenda-se a austenitização de 1010°C e

para maior resistência ao revenimento, austenitizar a 1030°C.

Após austenitização, a têmpera pode ser realizada nos seguintes meios de resfriamento:

- Têmpera a gás (forno à vácuo) inerte a pressões superiores a 5 bar;
- Óleo morno com temperatura entre 40 - 70°C e apropriada agitação.
- Banho de sal fundido, mantido com temperatura entre 500 - 550°C.

Revenimento

Após têmpera, as ferramentas devem ser revenidas assim que a temperatura da peça atingir 60 °C. Deve-se realizar no mínimo duplo revenimento, sendo que as peças devem ser resfriadas até temperatura ambiente após cada revenimento.

As temperaturas de revenimento usuais utilizadas são entre 550 e 650°C dependendo da dureza desejada.

O tempo para cada revenimento deve ser no mínimo de 2 horas em temperatura para peças com até 70mm de espessura e acima disso deve-se considerar uma hora em temperatura para cada 25mm de espessura.

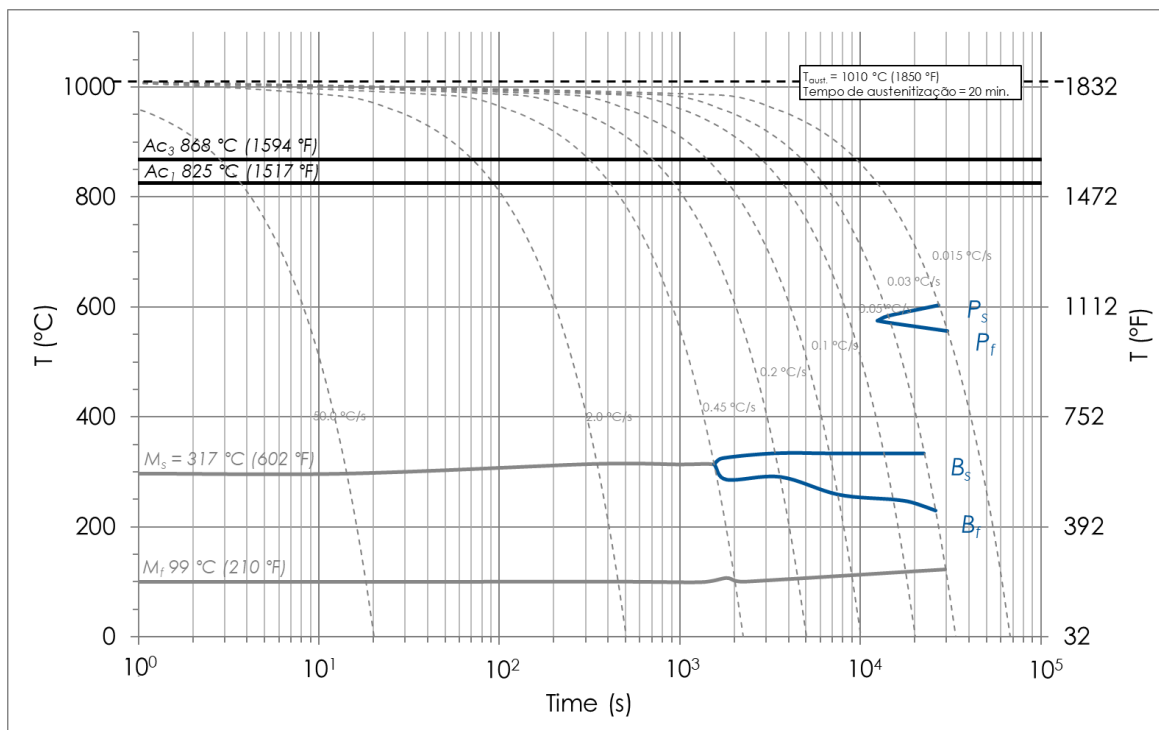
Tratamentos superficiais

TENAX300IM® é um substrato adequado para nitretação que pode resultar em durezas superficiais de aproximadamente 1100 HV. A temperatura de nitretação deve ser, no mínimo, 50°C abaixo da temperatura de revenimento. A superfície deve apresentar condição adequada para uma nitretação efetiva.

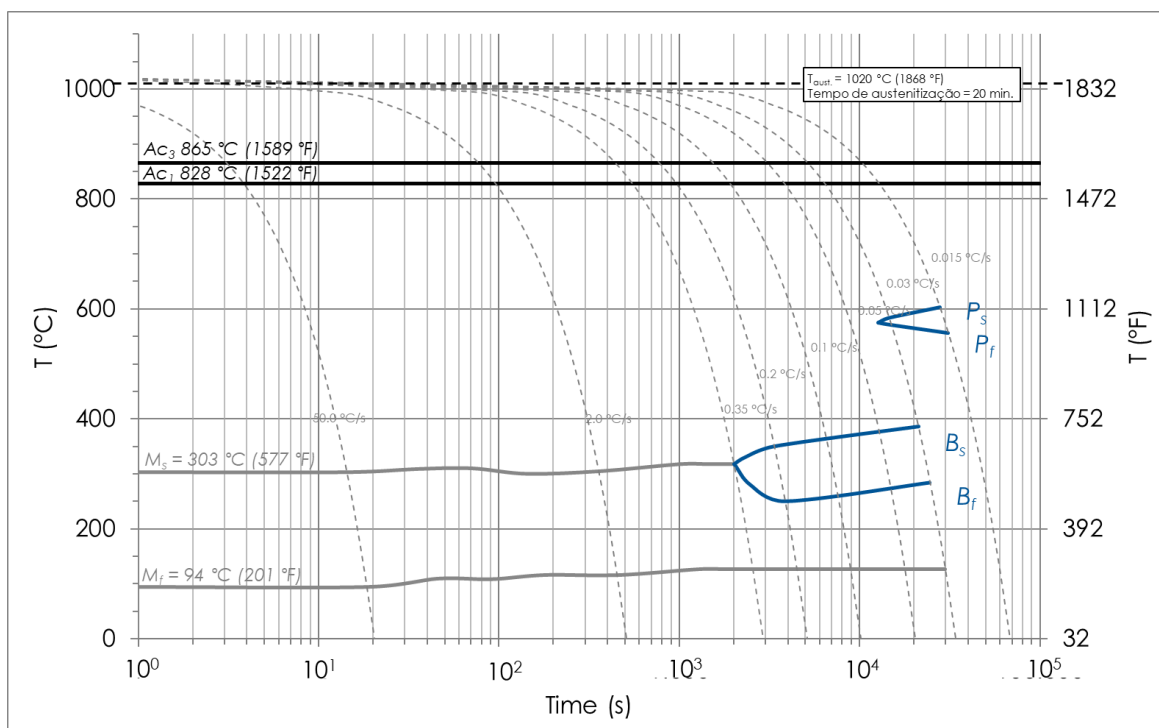
Recobrimentos de PVD e CVD podem ser aplicados no TENAX300IM® sem perda de dureza no núcleo.

Diagramas CCT

Curvas de resfriamento contínuo do TENAX300IM®. Temperatura de austenitização de 1010°C (1850°F).

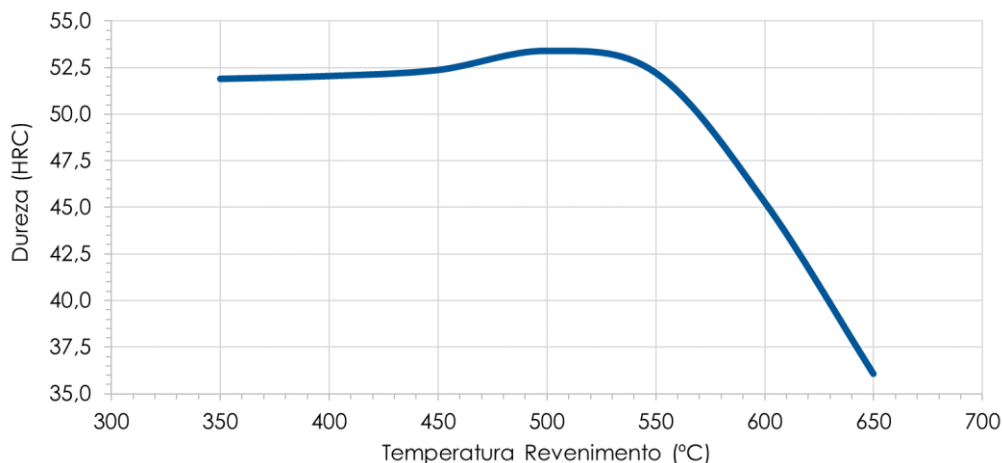


Curvas de resfriamento contínuo do TENAX300IM®. Temperatura de austenitização de 1020°C (1868°F).



Curva de Revenimento

Curva de revenimento do TENAX300IM® após tempera a 1010°C. Tempo de revenimento: 2 horas.
Curva obtida com amostras com seção de 20 mm x 20 mm.



PRINCIPAIS APLICAÇÕES

O TENAX300IM® é recomendado para:

- Matrizes e moldes para fundição de alumínio e outras ligas não ferrosas;
- Matrizes de extrusão de alumínio e outras ligas não-ferrosas;
- Matrizes de forjamento e tesouras cisalhantes que envolvem choque;
- Tesouras de cisalhamento a quente;
- Moldes para injeção de plástico com alto polimento no acabamento para polímeros não clorados;
- Peças de desgaste, quando nitretado.

SOLDAGEM

Para o aço TENAX300IM® não é recomendado a utilização de soldas. A soldagem gera Zonas Termicamente Afetadas (ZTAs), que podem reduzir o desempenho do aço. As ZTAs produzidas durante a soldagem são duras e frágeis, proporcionando maiores chances de trincas a menos que o procedimento de soldagem tenha sido realizado com extremo cuidado. Em casos excepcionais e considerando como uma solução temporária,

a soldagem pode ser realizada utilizando-se procedimentos especiais para minimizar as ZTAs.

As instruções do fornecedor do eletrodo de solda devem ser seguidas.

A sequência de operações para reparos com solda para este aço depende dos tratamentos térmicos realizados previamente.

De forma geral, recomenda-se: (a) pré-aquecer, (b) soldar com o metal de adição adequado, (c) usar, (d) temperar e revenir se o material estiver recozido ou realizar alívio de tensão se o material estiver na condição final de tratamento térmico, (e) usar para a dimensão final. A qualificação do procedimento específico para soldagem é a chave para obter a qualidade desejada. A habilidade e experiência do soldador é um fator vital para obter resultados satisfatórios.

AUMENTO DA VIDA ÚTIL

Antes do início da operação, pré-aquecer lentamente a 200-300°C para se obter homogeneidade térmica e trabalhar em regime de alta tenacidade da ferramenta. Alívio de tensões periódicos são recomendados para aumento da vida útil da ferramenta.

PROPRIEDADES FÍSICAS

Densidade:

Temperatura	g/cm ³	lb/in ³
20°C (68°F)	7,80	0,282

Condutividade Térmica:

Temperatura	W/(m.K)	Btu.in/(h.ft ² .°F)
200°C (392°F)	25,7	178
300°C (572°F)	29,0	201
400°C (752°F)	30,6	212
500°C (932°F)	32,0	222
600°C (1112°F)	32,8	228

Coeficiente de Expansão Térmica:

Temperatura	10 ⁻⁶ m/m.K	10 ⁻⁶ in/in.°F
100°C (212°F)	10,5	5,8
200°C (392°F)	10,7	5,9
300°C (572°F)	11,0	6,1
400°C (752°F)	11,3	6,3
500°C (932°F)	11,7	6,5
600°C (1112°F)	12,1	6,7

Módulo de Elasticidade:

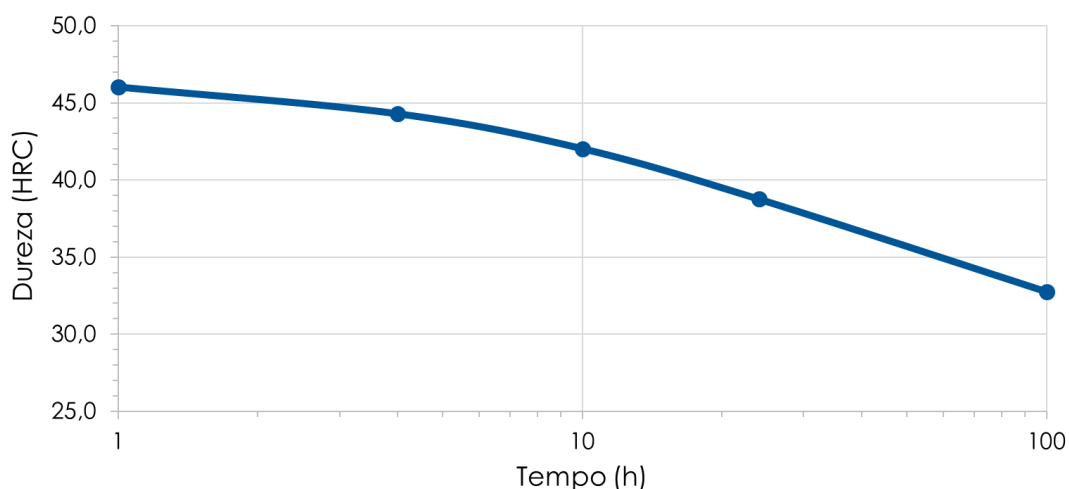
Temperatura	GPa
25°C (77°F)	210

PROPRIEDADES MECÂNICAS

Amostras tratadas na condição temperada e revenida na faixa de 44-46 HRC apresentam tenacidade ao impacto com entalhe Charpy-V maiores que 19J (14 ft.lb) de acordo com os requerimentos da NADCA #207.

Limite de Resistência (R _m)		Limite de escoamento (0,2%)		Elongação	Redução de área	Tenacidade ao impacto NADCA#207	
[MPa]	[ksi]	[MPa]	[ksi]	Longitudinal [%]	Longitudinal [%]	[J]	[ft.lb]
1590	230	1310	190	17,5	50,0	> 19	> 14

Resistência ao revenimento do TENAX300IM®. Os corpos de prova foram endurecidos a 1010°C, revenidos para 45 HRC e expostos a 600°C por tempos variando entre 1 e 100 horas.



USINABILIDADE

O TENAX300IM® pode ser convencionalmente usinado na condição recozida. Para uma melhor usinabilidade, recomenda-se a utilização de insertos de carboneto recoberto por TiAlN. Os parâmetros de corte abaixo devem ser considerados como guias e devem ser adaptados para as condições de usinagem do local. Para evitar-se distorções durante a têmpera e revenimento, é recomendado que seja realizado tratamento de alívio de tensão antes da têmpera quando mais de 30% do peso da peça for removido em operações de usinagem.

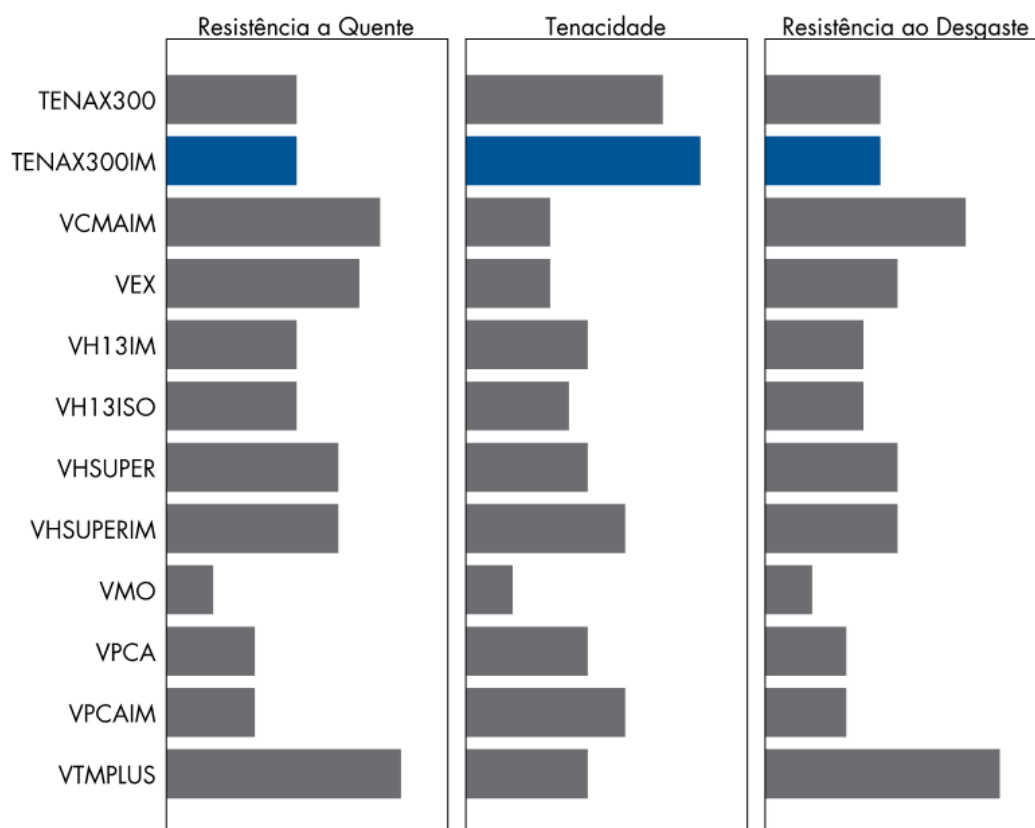
Eletro erosão pode ser aplicada nas peças e ferramentas, porém deve-se tomar todo cuidado com taxas excessivas de remoção. Recomenda-se a remoção da camada superficial com leve desbaste após processo de eletroerosão e a realização de um revenimento com temperatura 50°C abaixo do último revenimento, aproximadamente.

No processo de perfuração de diâmetros de até 20mm na condição temperada e revenida, é recomendada a utilização de brocas de carboneto revestido de TiCN com velocidade de corte de 4-6 m/min e alimentação de 0,10-0,30 mm/rev.

Condição	Recozido		Temperado e Revenido	
Dureza	160 - 220 HB		44 - 48 HRC	
Processo	Torneamento de desbaste	Torneamento de acabamento	Torneamento de desbaste	Torneamento de acabamento
Velocidade de corte (m/min)	160-190	190-220	40 - 60	70 - 90
Alimentação (mm/rev)	0,2 - 0,4	0,05 - 0,2	0,2 - 0,4	0,05 - 0,2
Profundidade de corte (mm)	2 - 4	0.5 - 2	1 - 2	0,5 - 1
Carboneto (Classe ISO)	P20/25 recoberto por TiAlN	P10/15 recoberto por TiAlN	P20/25 recoberto por TiAlN	P10/15 recoberto por TiAlN

Condição	Recozido		Temperado e Revenido		
Dureza	160 - 220 HB		44 - 48 HRC		
Processo	Fresamento de desbaste	Fresamento de acabamento	Fresamento de desbaste	Fresamento de acabamento	Fresamento de ponta esférica
Velocidade de corte (m/min)	130 - 170	160 - 200	90 - 130	130 - 160	150 - 180
Alimentação (mm/rev)	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2
Profundidade de corte (mm)	2 - 4	0 - 2	0,1 - 2	0,1 - 2	0,1 - 2
Carboneto (Classe ISO)	P20/25 recoberto por TiAlN	P10/15 recoberto por TiAlN	P20/25 recoberto por TiAlN	P10/15 recoberto por TiAlN	P10/P15 recoberto por TiAlN

COMPARAÇÃO ENTRE AÇOS PARA TRABALHO A QUENTE DA VILLARES METALS



TENAX300IM® – Aço para Trabalho a Quente

Matriz

Villares Metals S.A.

Rua Alfredo Dumont Villares, 155
Jardim Santa Carolina | CEP 13178.902
Sumaré - SP
+55 19 3303 8000
metals@villaresmetals.com

Centros de Serviços & Soluções

Sumaré

Rua Alfredo Dumont Villares, 155
Jardim Santa Carolina | CEP 13178.902
Sumaré - SP
0800 707 0577
cac@villaresmetals.com

Joinville

Perini Business Park
Rua Dona Francisca, 8.300, bloco C7
Distrito Industrial | CEP 89219.600
Joinville - SC
0800 707 0577
cac@villaresmetals.com

Flores da Cunha

Rod VRS 814, KM 1
Lagoa Bela | CEP 95270.000
Flores da Cunha - RS
0800 707 0577
cac@villaresmetals.com

Vespasiano

Parque Norte Business Center
Avenida Três, 105
Morro Alto | CEP 33200.000
Vespasiano - MG
0800 707 0577
cac@villaresmetals.com

Escritório de Vendas

Villares Metals International B.V.

Delftse Poort,
Unit 17.10-17.11 Weena 505
3013 AL Rotterdam
Netherlands
+31 6 15 95 14 51
info@villaresmetals.com



ISO 9001:2015
ISO 14001:2004 (ANAB e UKAS)
ISO 17025
ISO 50001

OHSAS 18001:2007
IATF 16949:2016
AS 9100 D
NORSOK M-650
NADCAP – Heat Treating e Non Destructive Testing

villaresmetals.com.br