



CREMALHEIRAS



A.T.I. BRASIL
ARTIGOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS



O que é uma cremalheira?

Peça mecânica que consiste numa barra ou trilho dentado que, com o auxílio de uma engrenagem do mesmo passo (módulo), exerce/transforma movimentos retilínios (cremalheira) em movimentos circulares ou de rotação (pinhão), ou vice-versa para o transporte cargas.



*engrenagem
(pinhão)*

cremalheira



Como uma cremalheira funciona?

Para ocorrer o movimento ou transporte de carga é necessário acoplar uma engrenagem à um sistema motor, por fim, encaixa-se essa engrenagem em uma cremalheira de mesmo passo (módulo) fixada a uma máquina, portão, braço, cabine ou qualquer dispositivo que necessite tal movimentação.

Também conhecido como sistema pinhão-cremalheira!



As cremalheiras
podem ser usadas em todos
os tipos de máquinas
na vertical ou horizontal



As aplicações mais comuns
desse elemento mecânico são:





Engenharia civil





no portão residencial





no elevador da obra



Reprodução Google



Aplicação de máquinas industriais





Reprodução Google

nas máquinas CNC para corte de aço

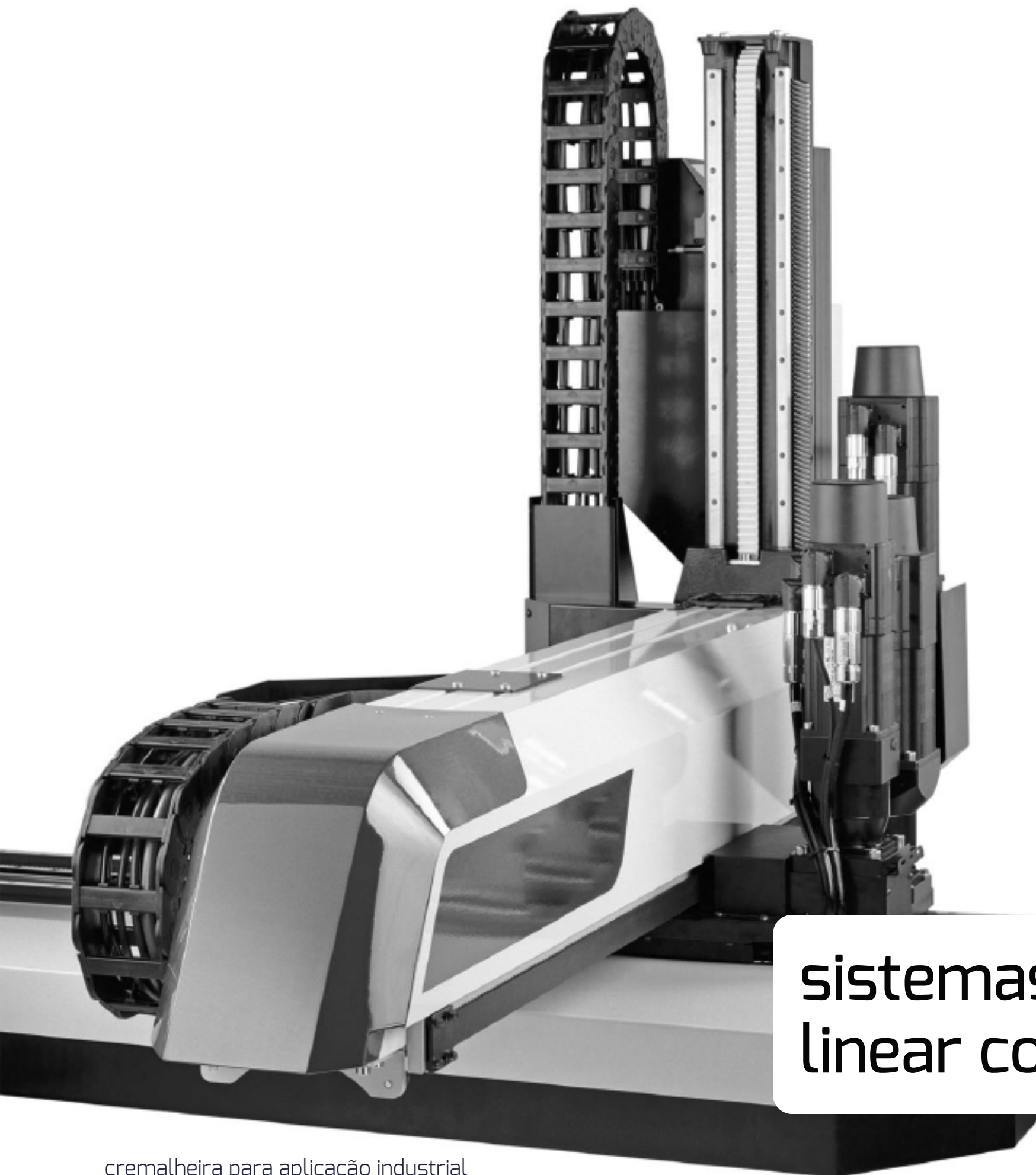
cremalheira para aplicação industrial

www.atibrasil.com.br



Reprodução Google

máquinas CNC e seccionadoras para corte de madeira

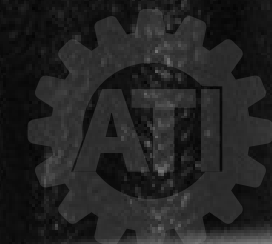


sistemas de movimentação
linear com 02 ou 03 eixos



Reprodução Google

nas máquinas tipo CNC Router



máquinas industriais no geral que necessitam de movimentação linear



Tipos e especificações de cremalheiras





Matéria-prima

Uma cremalheira pode ser produzida a partir de materiais como **plástico** ou **aço** (carbono, carbono com têmpera, de liga, inoxidável).



Cremalheira de plástico

As cremalheiras feitas em plástico são eficazes nos ambientes com risco de corrosão e em máquinas que transportam cargas leves em velocidades baixas.

Pode-se usinar cremalheiras a partir de tarugos de material plástico, porém, o método mais utilizado neste caso é a injeção, sendo que o melhor material é o Nylon reforçado com fibra de vidro.



Cremalheira de aço

As cremalheiras em aço geralmente são fabricadas em quatro tipos de materiais e com os respectivos tratamentos:

Aço SAE1045 (UNI C45)

São cremalheiras geradas a partir de barras trefiladas e normalizadas que atingem resistência mecânica $R \geq 70 \text{ Kg/mm}^2$. São para uso geral em máquinas de cargas leves/moderadas e velocidades baixas por não possuírem tratamento térmico nos dentes. Normalmente não se faz retífica nos dentes em cremalheiras com este material sem tratamento.



Cremalheira de aço

Aço SAE1045 (UNI C45) (normalizado e com têmpera por indução nos dentes)

A têmpera por indução aumenta a dureza nos dentes para cerca de 52 a 54 HRC. Desta forma, é possível usar este material em aplicações mais severas, com maiores velocidades e aceleração. Estas cremalheiras de aço podem ter retífica nos dentes, aumentando assim sua precisão de posicionamento.

Aço SAE4320 (18NiCrMo5) (cementado e temperado)

Este tipo de material, e tratamento, se utiliza para cremalheiras de altíssima performance, pois o aço de liga cementado e temperado resulta em dureza superficial maior (58 e 60 HRC), mais profunda e mais homogênea do que o **aço SAE1045** com têmpera nos dentes. Para completar o nível de performance desejado, estas cremalheiras tem os dentes e flancos retificados para atingir a mais alta precisão possível.



Cremalheira de aço



Aço Inox AISI304 ou AISI 316

Feito para ambientes que entram em contato com agentes químicos, onde a resistência dos aços carbono e aço de liga, mesmo com tratamentos proteção superficial (a base de zinco, cromo ou níquel) não resistem, podem ser usadas cremalheiras de aço inoxidável, regularmente o AISI304, que apresenta resistência média a corrosão e AISI316 com alta resistência a corrosão. Porém as cremalheiras em aço inoxidável normalmente são usadas em aplicações de baixa velocidade e/ou precisão pois não tem a mesma resistência que o aço carbono temperado ou aço de liga com tratamento.



Os dentes das cremalheiras
podem ser de dois tipos:





cremalheira de dente reto



Cremalheiras e engrenagens de dentes retos são mais fáceis de serem fabricar e também mais simples de serem instaladas nas máquinas.

cremalheira de dente helicoidal



Possui dentes inclinados que são acoplados a engrenagens helicoidais.

Qual a diferença entre eles?



As cremalheiras de dentes helicoidais tem a mesma função da cremalheira de dentes retos, porém, possuem a vantagem em ter um engrenamento mais suave e maior área de contato nos dentes. Resultando em menor ruído e maior capacidade de carga se comparada ao dente reto num mesmo módulo.



Por exemplo

O ângulo de hélice $19^{\circ} 31' 42''$ é, normalmente, utilizado em cremalheiras de dentes helicoidais para que as barras tenham um comprimento praticamente exato (ex. 499,999mm – 999,999mm). As barras de cremalheiras de dentes retos possuem um comprimento que é sempre múltiplo de π (ex. 502.65 mm e 1005.31 mm).



O que são cremalheiras de precisão?

Uma cremalheira de precisão é voltada para as máquinas que exigem um posicionamento mais preciso. Normalmente, são acionadas por servomotores acoplados, ou não, a redutores de baixa folga angular.



Cremalheiras de precisão

Segundo a **norma DIN 3962**, a precisão das cremalheiras pode ser classificada a partir do grau de acabamento dos seus dentes. Normalmente, as cremalheiras para aplicação industrial tem precisão que variam do grau 10 (menor precisão e pior acabamento) até o grau 5 (maior precisão e melhor acabamento).

As cremalheiras classe 5 (cinco) apresentam tolerância (precisão) entre $\pm 0,02\text{mm}$ e $\pm 0,025\text{mm}$ em um comprimento de 1 (um) metro. Já nas cremalheiras classe 10 (dez) a precisão em um comprimento de 1 (um) metro chega a $\pm 0,2\text{mm}$ dependendo do módulo.



Dimensionamento de módulo





Qual tamanho escolher?

Para estipular o tamanho de uma cremalheira a ser usada durante todo o processo, é preciso determinar a **velocidade linear** máxima desejada para o projeto, sua **aceleração**, **intervalo de tempo**, **estudos de força tangencial** (existe um cálculo específico para horizontal e vertical).



E depois que resolver as equações?

Com esses dados determinados (das forças e velocidade), você pode escolher o módulo (tamanho) mais apropriado para executar a transmissão.



Quanto menor a carga,
menor o módulo
e vice-versa.





Passo I

Primeiro são calculadas as forças tangenciais reais e, depois, calculada a força tangencial corrigida, sendo que, para isso, deve-se adotar um fator de segurança que oscila entre 1,5 e 3.

Tempo de trabalho	Tipo de carga		
	Uniforme	Moderada	Severa
Ocasional (1/2 hora)	1,5	1,8	2,3
Intermediário (3 horas)	1,8	2	2,5
8 a 10 horas	2	2,25	2,8
24 horas	2	2,5	3

Passo II

Depois que for selecionado o coeficiente de segurança adequado, é só multiplicá-lo pelos valores das forças reais e, assim, conseguir as forças tangenciais corrigidas vertical e horizontal.

Força tangencial real

$$F_{vt} = P \cdot (9,81 + a)$$

$$F_{hc} = F_{ht} \cdot (9,81\mu + a)$$

F_{vt} = força tangencial vertical teórica (N)

F_{ht} = força tangencial horizontal teórica (N)

a = aceleração linear (m/s²)

μ = coeficiente de fricção

P = Massa (kg)

Passo II

Força tangencial corrigida

$$F_{vc} = F_{vt} \cdot K$$

$$F_{hc} = F_{ht} \cdot K$$

F_{vc} = força tangencial vertical corrigida (N)

F_{hc} = força tangencial horizontal corrigida (N)

K = coeficiente de segurança

Passo III

Este valor é inserido nos diagramas de seleção módulo (a seguir). É determinada em seguida, o tipo e tamanho da cremalheira necessária, dependendo dos materiais e tratamentos disponíveis, e o módulo de diâmetro primitivo da engrenagem:

Diâmetro primitivo

$$(v) \quad dp = \frac{M \cdot 2000 \cdot \eta}{F_{tv}}$$

$$(h) \quad dp = \frac{M \cdot 2000 \cdot \eta}{F_{th}}$$

$F_{vc/h}$ = força tangencial vertical
corrida/horizontal

dp = diâmetro primitivo (mm)

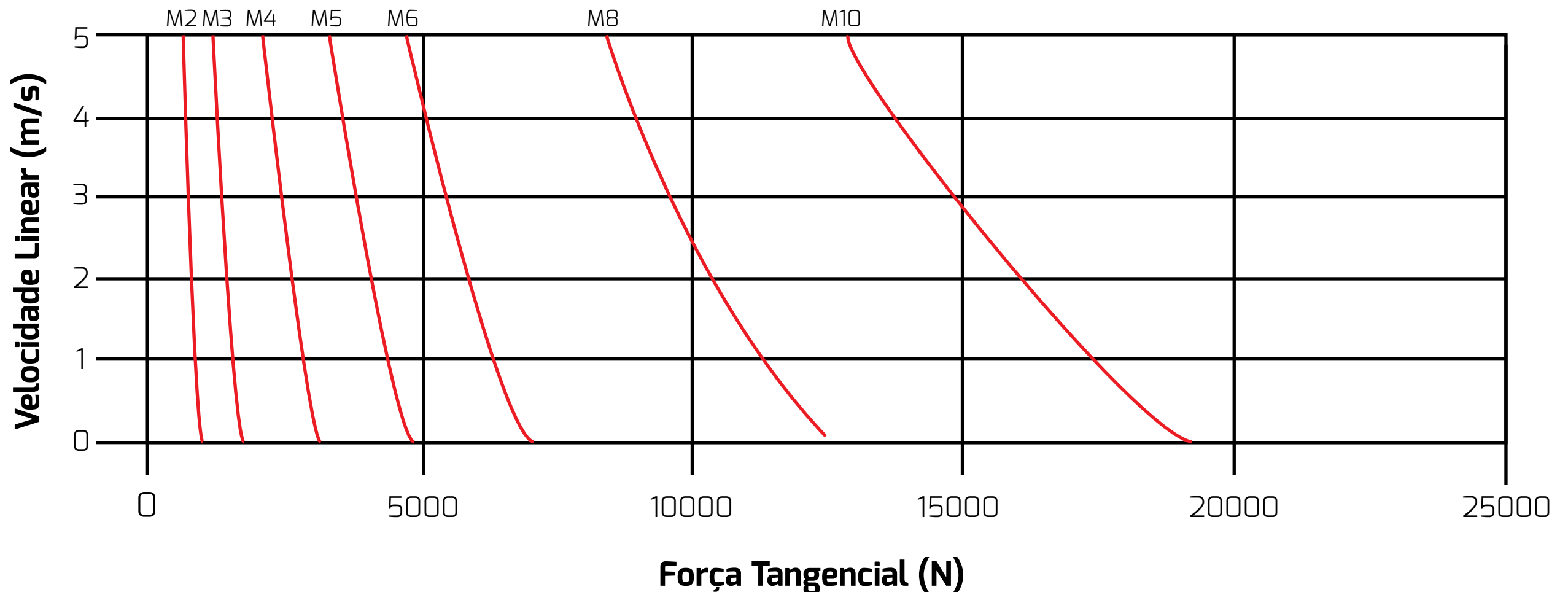
M = torque par de giro (Nm)

η = Atuação da engrenagem



Módulo em função da velocidade e da força tangencial para o aço SAE 1045

cremalheira de dente reto

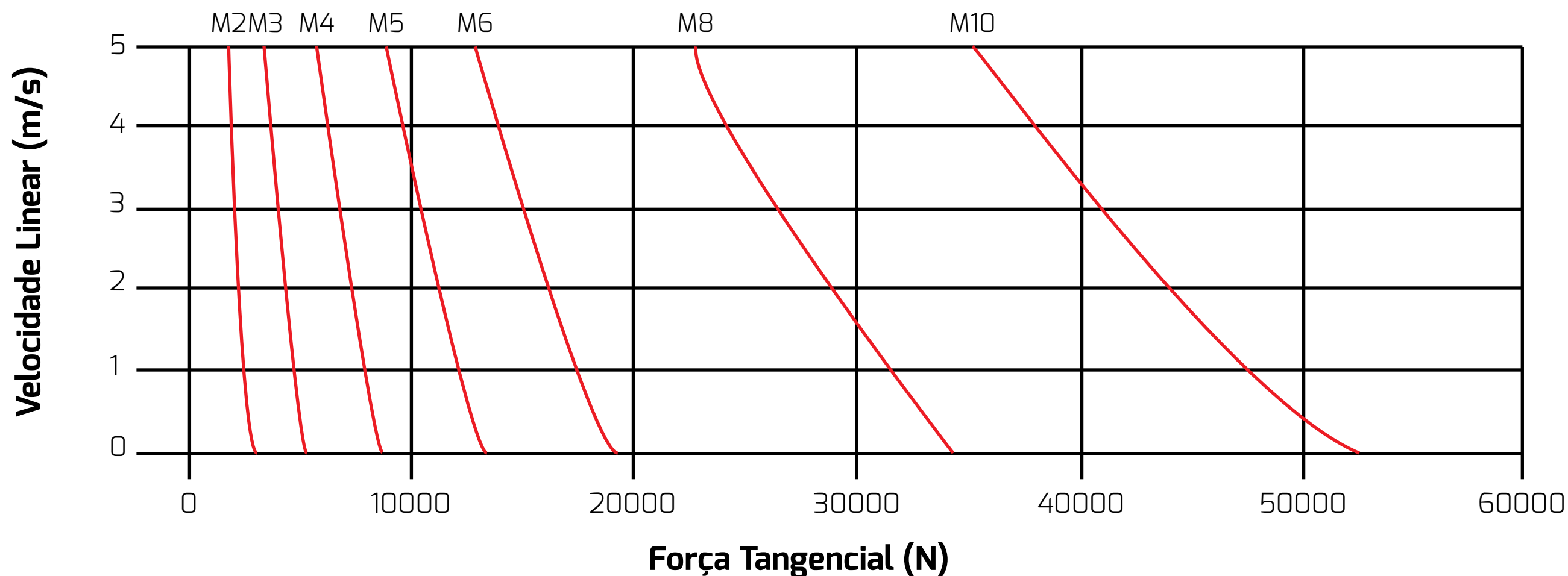




Módulo em função da velocidade e da força tangencial para o aço SAE 1045 com os dentes temperados por indução

HRC $\geq$ 52

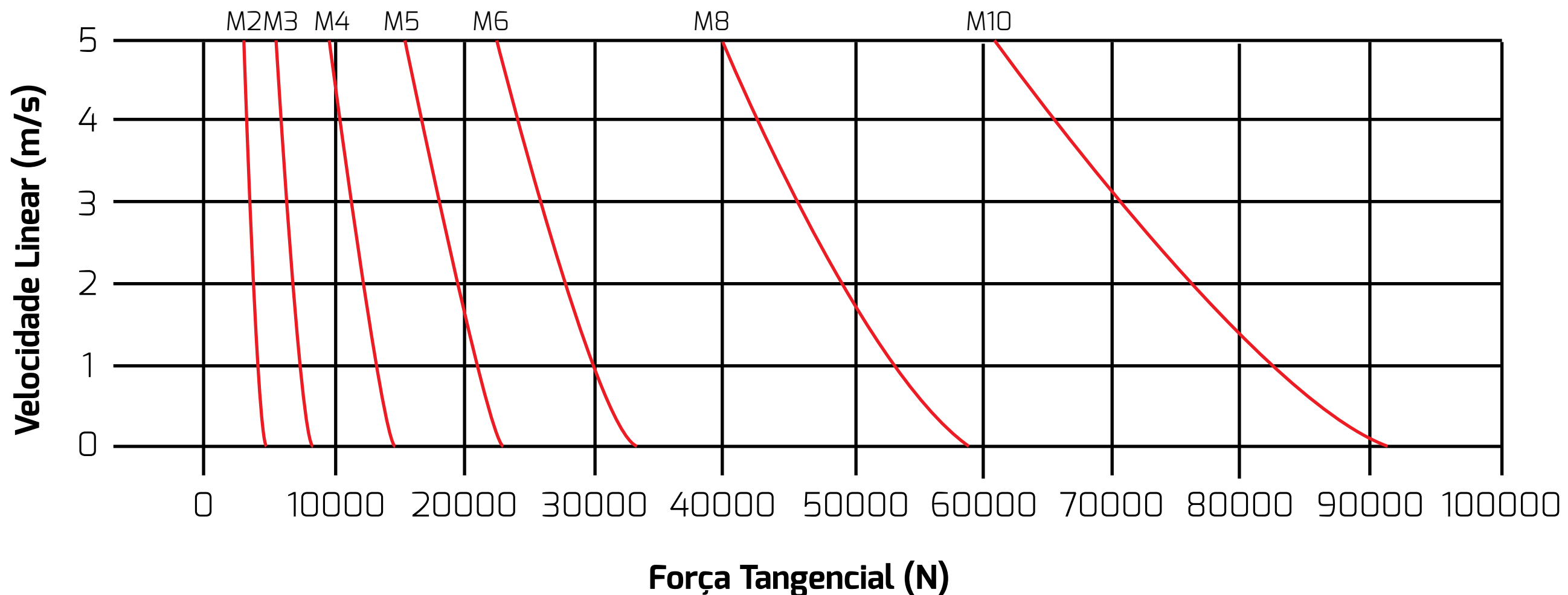
cremalheira de dente reto



Módulo em função da velocidade e da força tangencial para o aço SAE 4320/4320H com dentes cementados e temperados (HRC de 52 a 58)



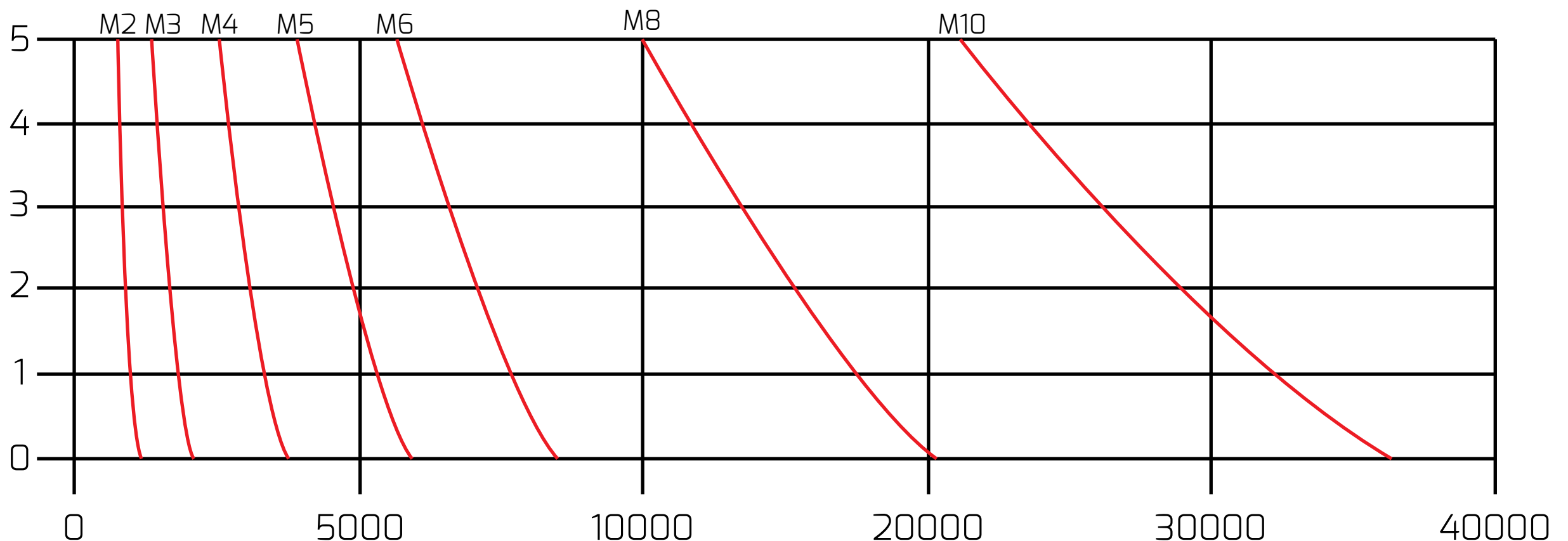
cremalheira de dente reto





Módulo em função da velocidade e da força tangencial para o aço SAE 1045

cremalheira de dente helicoidal

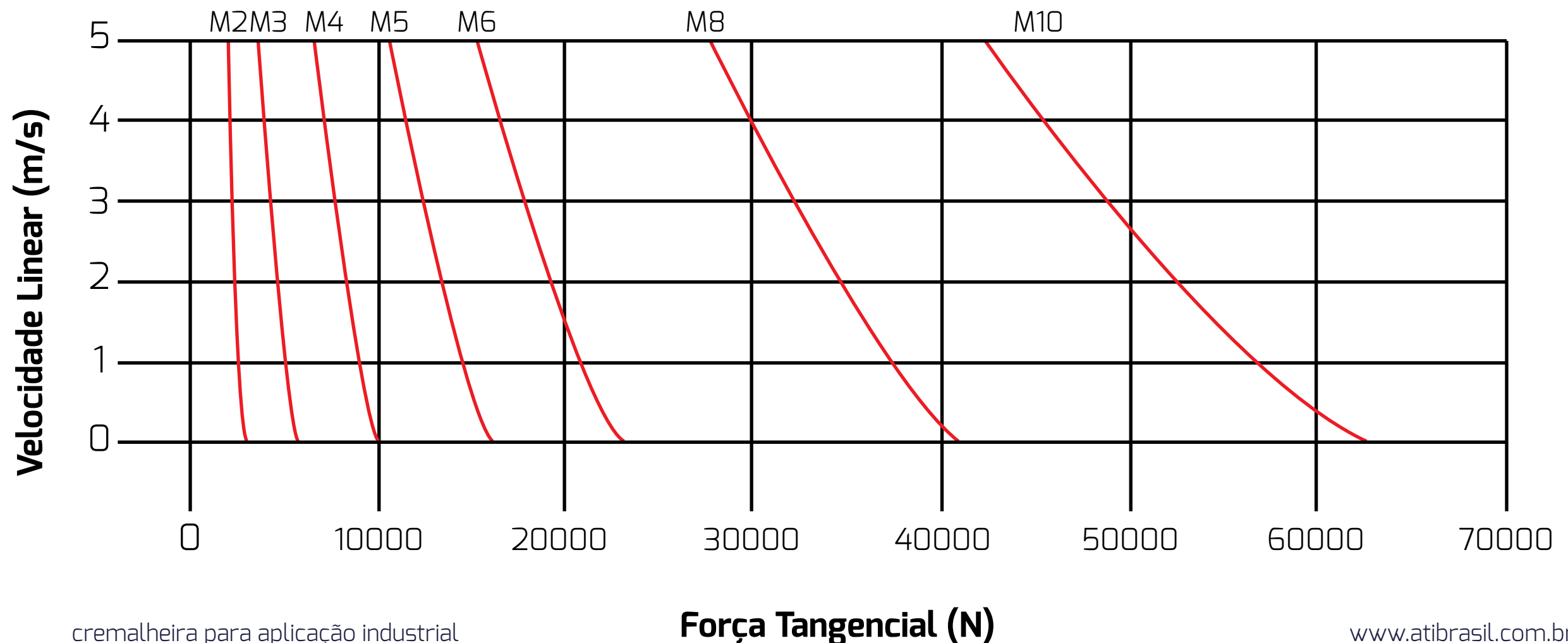




Módulo em função da velocidade e da força tangencial para o aço SAE 1045 com os dentes temperados por indução

HRC $\geq$ 52

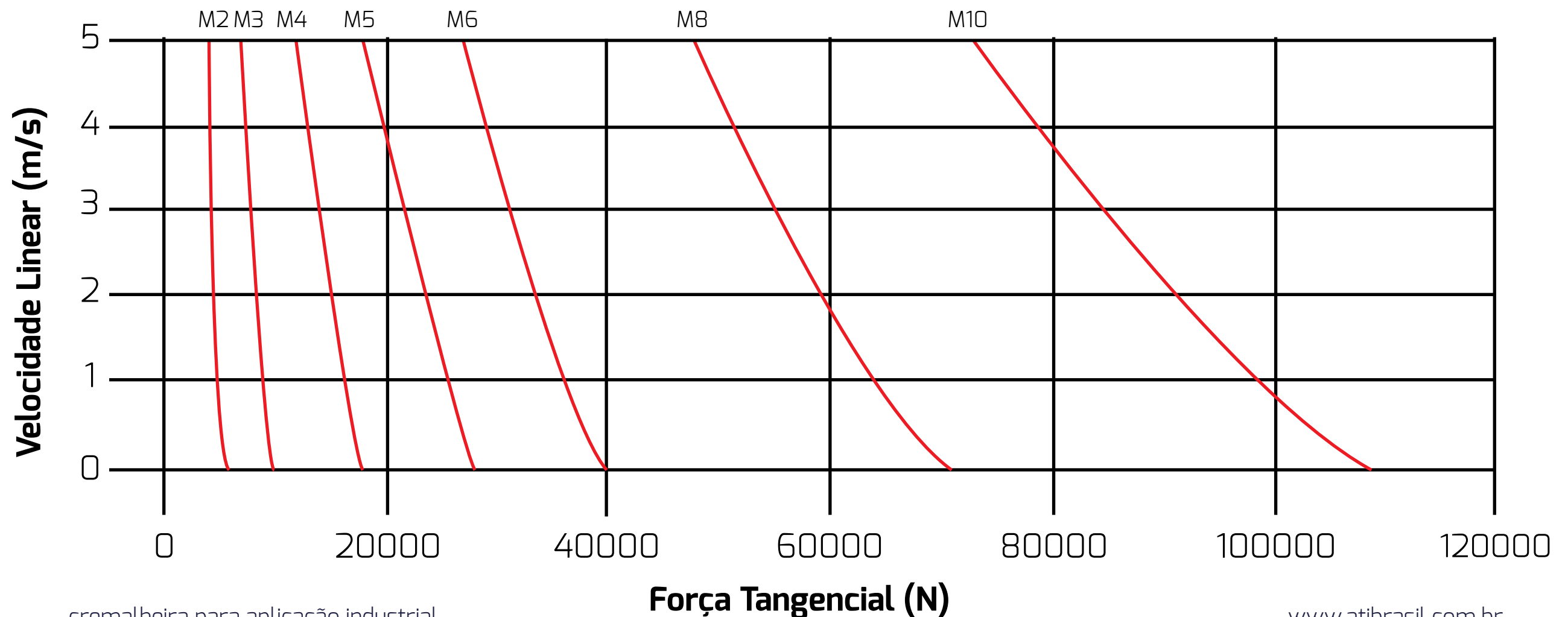
cremalheira de dente helicoidal





Módulo em função da velocidade e da força tangencial para o aço SAE 4320 cementado e temperado

cremalheira de dente helicoidal





Cremalheiras A.T.I. BRASIL





A A.T.I. BRASIL trabalha com uma gama completa de cremalheiras dos melhores fabricantes europeus e asiáticos. O grande diferencial desses produtos está no custo benefício, presentes até mesmo nas opções de alta performance. Vários modelos estão disponíveis a pronta-entrega e outros sob encomenda:



Cremalheiras a pronta-entrega:

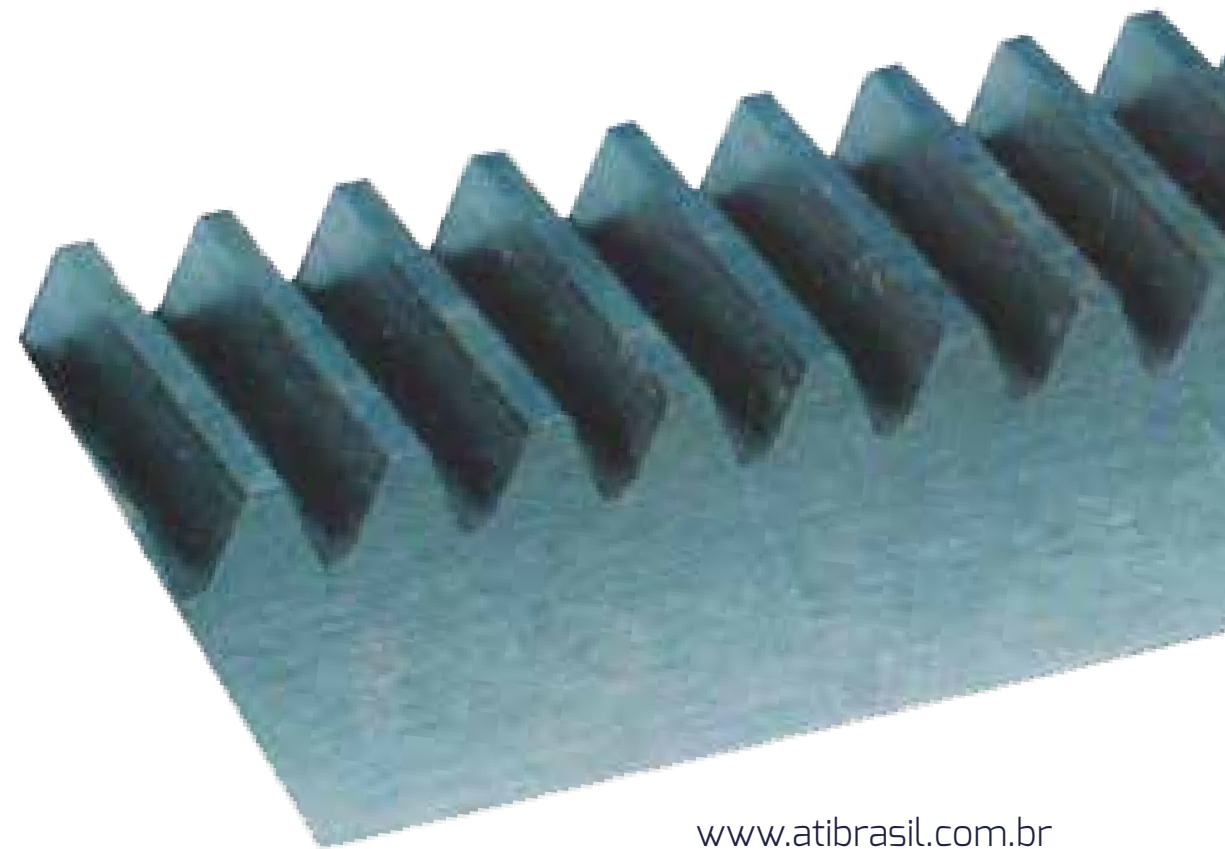
- Cremalheiras de dentes retos em aço SAE1045 sem tratamento nos módulos 1 – 1,5 – 2 – 2,5 – 3 – 4 – 5 – 6 em barras de 2 (dois) metros.
- Cremalheiras de dentes helicoidais em aço SAE1141 sem têmpera e sem retífica (qualidade 9) nos dentes nos módulos 1,5 – 2 – 2,5 – 3 em barras de 1 (um) metro.
- Cremalheiras de dentes helicoidais em aço SAE1141 com têmpera e retífica nos dentes (qualidade 6 [seis]) nos módulos 1,5 – 2 – 2,5 – 3 em barras de 1 (um) metro.
- Cremalheiras em Nylon reforçada com fibra de vidro com alma de aço nos módulos 1 – 1,5 – 2 – 3 em barras de 500mm e no módulo 4 (quatro) em barras de 1 (um) metro em versão pronta para montagem (cremalheira para portão).

Cremalheiras sob encomenda:

- Cremalheiras de dentes retos em aço SAE1045 ou SAE1141 com têmpera e retífica nos dentes
- Cremalheiras de dentes retos ou helicoidais em aço SAE4320 cementado e temperado com retífica nos dentes qualidade 5
- Cremalheiras em aço inoxidável AISI304



cremalheira para aplicação industrial



Para mais informações, entre em contato por um de nossos canais de atendimento:

CURITIBA-PR (Sede)

Rodovia BR 116, nº 26010 – KM 119,5 – Campo de Santana 81945-004 – Curitiba – PR – Brasil
Tel.: (41) 3302-3400 | vendas@atibrasil.com.br

PORTO ALEGRE-RS (Filial)

Avenida José Lutzenberger, 09 – 90200-140
Anchieta – Porto Alegre – RS – Brasil
Tel.: (51) 3326-7015 | vendas.poa@atibrasil.com.br

CHAPECÓ-SC (Filial)

Rua Tiradentes, 134/E – 89804-073
Bela Vista Chapecó – SC – Brasil
Tel.: (49) 3331-7000 | vendas.chapeco@atibrasil.com.br

JOINVILLE-SC (Filial)

Rua Anita Garibaldi, 2205 - 89203-332
Anita Garibaldi - Joinville – SC – Brasil
Telefone.: (47) 3433-1823 | vendas.joi@atibrasil.com.br

SÃO PAULO - SP (Filial)

Rua Cruzeiro, 695 - 01137-000
Várzea da Barra Funda - São Paulo - SP
Tel.: (11) 3577-5300 | vendas.sp@atibrasil.com.br

CAMPINAS - SP (Filial)

Rua Dr. Alberto Franco Lamounier, 1484 -13065-531
Parque Via Norte – Campinas – SP – Brasil
Tel.: (19) 3238-9098 | vendas.campinas@atibrasil.com.br

SERRA-ES (Filial)

Av. Desembargador Mário da Silva Nunes 1425 -
29163-245 - LOJA 06 - São Diogo 1 – Serra – ES
Tel.: (27) 3328-0028 | vendas.es@atibrasil.com.br

BELO HORIZONTE - MG (Filial)

Avenida Portugal, nº 4350 – 31710-400
Itapoã - Belo Horizonte – MG – Brasil
Tel.: (31) 2516-6974 | vendas.bh@atibrasil.com.br

GOIÂNIA-GO (Filial)

Avenida Vera Cruz, 1496 – 74675-830
Jardim Guanabara – Goiânia – GO – Brasil
Telefone.: (62) 3932-2431 | vendas.go@atibrasil.com.br

FORTALEZA-CE (Filial)

Avenida Bernardo Manuel, 9403 – Parque Dois Irmãos
60761-281 – Fortaleza – CE – Brasil
Tel.: (85) 3099-1500 | vendas.for@atibrasil.com.br



ACESSE O NOSSO SITE:
WWW.ATIBRASIL.COM.BR



A.T.I. BRASIL
ARTIGOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS