

**ETEC JORGE STREET**

**ATIVIDADES PROPOSTAS PARA ALUNOS SEM ACESSO AO TEAMS**

Assinale para identificar qual o tipo de atividade e o mês correspondente :

REFERENTE AO MÊS DE                      ( ) PP's                      ( X ) Atividades  
    ( ) MAIO/20                      ( X ) JUNHO/20                      ( X ) JULHO/20

Aluno:		
Habilitação: Técnico Mecânica	Ano: 2020	Módulo/Série : 1 BN
Componente Curricular Elementos de Máquinas 1		
Professor Wilson Malerba	Email : wilson.malerba01@etec.sp.gov.br@etec.sp.gov.br	
Coordenador Laszlo Szabados Júnior	Email : laszlo.junior@etec.sp.gov.br	
<b>DATA LIMITE DO ENVIO DAS ATIVIDADES                      20/07/2020</b>		

Resolver os exercícios propostos:

Exercício 1 – Exercício de Parafusos de Elaborar trabalho dissertativo de pesquisa utilizando o material de apoio. Deverá constar de tipos de parafusos, aplicações e materiais.

Exercício 2 – Exercício de Cálculo de Roscas. Executar a tarefa efetuando os cálculos conforme exercício modelo resolvido em aula.

**APÓS A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS, O ALUNO DEVERÁ ENVIAR O ARQUIVO PARA OS EMAILS DO PROFESSOR E DO COORDENADOR, ACIMA IDENTIFICADOS.**

---

**ETEC JORGE STREET**

Tipos de Parafusos e suas aplicações.



Conheça os principais tipos de parafusos disponíveis no mercado e suas respectivas aplicações

O universo da fixação é extremamente vasto. O parafuso, por se tratar de um elemento existente em nossa sociedade há muito tempo, ganhou inúmeras formas ao longo do tempo, sendo empregado nos mais diferentes setores da sociedade.

Existem diversos **tipos de parafusos**, cabeças, fendas, roscas, materiais, indicados para as mais diversas aplicações. Ainda sim, é possível agregá-los em grupos principais: francês, sextavado, sextavado interno ou "allen", rosca máquina, auto atarraxantes, para madeira ou moveleiros, auto brocantes drywall, plastic, agrícola e solar.

Conheça os principais tipos de parafusos e descubra qual é o mais ideal para o seu projeto.

Principais Tipos de Parafusos

Parafuso Francês

---

ETEC JORGE STREET



O [parafuso francês](#) possui uma cabeça em formato de cogumelo, acompanhada de uma seção quadrada logo abaixo. Esta seção permite o travamento do parafuso quando colocado em furos quadrados ou redondos em madeiras.

Foi desenvolvido para fixar placas metálicas de reforço em vigas de madeira. É também muito utilizado em pallets de madeira, bancos de praça, carrocerias de caminhões, suportes diversos, construções navais, embalagens diversas, ferragens agrícolas, arados mecânicos e de tração animal, entre outros.

#### Parafuso Sextavado



---

## ETEC JORGE STREET

O [parafuso sextavado](#) é um dos fixadores mais comuns quando se trata de construção e reparo. Dentre todos os tipos de parafusos, este é um dos mais utilizados ao redor do mundo. Seu nome se deve à sua cabeça com 6 (seis) faces. Pode ser utilizado em uma infinidade de aplicações, sejam internas e externas.

É muito utilizado em veículos, máquinas e equipamentos, móveis de aço, estruturas metálicas e muitas outras aplicações. Com toda a certeza você já viu o parafuso sextavado sendo utilizado, seja ao usar algum aparelho em sua academia, checando o motor do seu carro, ou dirigindo através de uma grande ponte.

### Parafuso Sextavado Interno (Allen)



O [parafuso allen](#) é um fixador com uma fenda hexagonal (sextavado interno). Diferente do parafuso sextavado em que as 6 faces ficam do lado de fora, a fenda allen fica internamente na cabeça ou na haste do parafuso (parafuso sem cabeça).

Ideal para a aplicação em locais com pouco espaço para manuseio, como motores, maquinários internos e outras peças.

### Parafuso Máquina

---

---

ETEC JORGE STREET



O [parafuso máquina](#) também é um dos tipos de parafusos mais usados. Normalmente com fendas simples ou phillips, este tipo de parafuso é largamente utilizado em maquinários diversos, conexões metálicas, estruturas, eletrodomésticos e outros.

#### Parafuso Auto Atarraxante



O [parafuso auto atarraxante](#) possui uma rosca mais fina e cortante que o faz “agarrar” com mais força no furo. Dependendo do caso, não necessita de um furo prévio, já que com sua dureza maior, consegue resistir ao esforço de abrir a rosca.

---

## ETEC JORGE STREET

Muito utilizado com buchas de nylon, em chapas metálicas finas, móveis tubulares e dependendo, em paredes de alvenaria e concreto. Pode ser aplicado em MDF, necessitando de furo prévio e cuidado em sua aplicação.

### Parafuso para Madeira / Linha Moveleira



Existem vários [tipos de parafusos para madeira](#). A principal característica presente em todos é a rosca mais larga, desenvolvida para agarrar e segurar a madeira com firmeza. Dentre os principais tipos estão o parafuso chipboard; parafuso madeira; parafuso corredeira; parafuso cama; parafuso rosca soberba.

São inúmeras as aplicações que necessitam de parafusos moveleiros, como fabricação e montagem de móveis, estruturas de madeira como vigas, união de placas de madeira e aglomerado e muito mais.

### Parafuso Auto Brocante Drywall

---

ETEC JORGE STREET

---



O grande diferencial do [parafuso auto brocante](#) é sua capacidade de perfurar, atarraxar e vedar (opções com arruela) em uma única operação. Tais propriedades o fazem um fixador completo para diferentes aplicações.

Este tipo de parafuso é largamente utilizado em fixação de coberturas e telhas, montagens de paredes divisórias, paredes drywall, placas de gesso, forros, estruturas metálicas, chapas e perfis metálicos e também em madeiras com aço e alumínio.

#### Parafuso Plastic



O [parafuso plastic](#) possui roscas mais largas e é encontrado apenas com fenda phillips. Foi desenvolvido para a fixação em elementos de plástico.

---

## ETEC JORGE STREET

É muito utilizado em brinquedos, refrigeração, eletroeletrônicos, eletrodomésticos e componentes plásticos industriais.

### Parafusos Agrícolas



Os parafusos agrícolas, como o próprio nome diz, são utilizados em maquinários e outros elementos empregados em atividades do agronegócio. Os principais tipos de parafusos dessa categoria são o [parafuso arado](#), o parafuso para correia elevadora e o parafuso sextavado cônico para silo.

Em nossa loja você encontrará todas as medidas, tamanhos e aplicações. Para mais informações, basta nos enviar um email, zap ou comparecer em nossa loja.

## **Turma Mecânica 1BN – EMLQ 1**

### **ELEMENTOS NORMALIZADOS**

## **MATERIAIS E TRATAMENTO SUPERFICIAL UTILIZADOS EM PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS**

### **1 - INTRODUÇÃO**

A gama de materiais e tratamento superficial utilizados na fabricação de parafusos, porcas e arruelas é muito extensa e variada, dependendo da sua aplicação.

A correta definição do material na fase de projeto vai implicar no desempenho e durabilidade do componente.

### **2 – MATERIAIS**

Entre os materiais utilizados, em cerca de mais de noventa por cento das aplicações são utilizados materiais metálicos.

Os materiais metálicos mais comuns são: aço carbono e aço liga, latão, aço inoxidável e alumínio.

#### **2.1 – AÇO CARBONO E AÇO LIGA**

O aço carbono e o aço liga têm larga aplicação nas uniões e fixações mecânicas e estruturais, devido sua alta resistência e elasticidade, para suportar grandes esforços estáticos e dinâmicos, incluindo cargas de impacto.

Os parafusos e porcas de aço carbono e aço liga são identificados pela classe de resistência do material, a qual conforme norma, no caso de parafusos está gravada na sua cabeça.

Existem três normas internacionais reconhecidas para definição da classe de resistência do material.

A – Norma DIN EN ISO 4014 Sistema Métrico

B – Norma ASTM Sistema Polegada

C – Norma SAE Sistema Polegada

#### **2.1.A – Norma DIN EN ISO 4014 Sistema Métrico**

##### **2.1.A.1 – Parafusos**

## ETEC JORGE STREET

A identificação da classe de resistência do parafuso é composta por dois grupos de dígitos, separados por ponto.

O primeiro grupo multiplicado por 100 indica a tensão de resistência a tração (ruptura) do material em  $N/mm^2$ . Se for multiplicado por 10 indica a mesma tensão em  $Kgf/mm^2$ .

O produto dos dois dígitos, multiplicado por 10 indica a tensão de escoamento do material em  $N/mm^2$ . Se for multiplicado por 1 indica a mesma tensão em  $Kgf/mm^2$ .

Lembrando que  $1 Kgf/mm^2 = 10 N/mm^2$ .

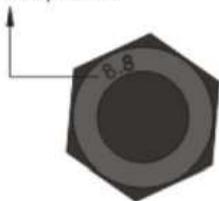
O segundo dígito também indica a tensão de escoamento em porcentagem da tensão de ruptura.

Seguem explicação e exemplos desta nomenclatura para materiais de parafusos, Norma DIN EN ISO 4014 (Antiga DIN 931)

### Classes de resistência de parafusos

#### Regra prática

Este número representa a classe de resistência do material utilizado no parafuso



Conforme a DIN 931, o numero gravado geralmente na superfície superior da cabeça do parafuso, indica sua resistência (Ex.: 8.8). Logo, quanto maior for o numero gravado, maior será a resistência a tração do parafuso. Caso venhamos a selecionar dois parafusos M10, com classes diferentes,consequentemente, teremos diferentes

resistências.

#### Como interpretar a marcação na cabeça do parafuso?

Conforme já foi dito, esta numeração representa a classe de resistência que o parafuso possui.

Se um parafuso em sua cabeça a inscrição 8.8 interpretamos da seguinte forma:

O “primeiro” oito representa  $800 N/mm^2$  mínimo de resistência a tração; o “segundo oito”, na verdade .8, quer dizer 80% da tração = limite de escoamento de  $640 N/mm^2$

**ETEC JORGE STREET**

**Valor da Resistência à Tração Nominal**

$8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2$

Classe de resistência **8.8**

**Valor da Resistência ao escoamento Nominal**

$0,80 \times 800 = 640 \text{ N/mm}^2$

Outro exemplo: Parafuso 10.9

O dez representa 1000 N/mm<sup>2</sup> mínimo de resistência a tração; o nove na verdade .9, quer dizer 90% da tração = limite de escoamento de 900 N.mm<sup>2</sup>



**Valor da Resistência à Tração Nominal**

$10 \times 100 = 1000 \text{ N/mm}^2$

Classe de resistência **10.9**

**Valor da Resistência ao escoamento Nominal**

$0,90 \times 1000 = 900 \text{ N/mm}^2$

Você ainda poderá encontrar, além do valor 8.8 que é o mais comum no setor automotivo, vários outros valores como: 4.6, 5.6, 6.9, 10.9 e 12.9.

**Quais as diferenças entre elas?**

## ETEC JORGE STREET

Quanto menor for a classe de resistência do parafuso, maior será a sua ductilidade, porém menor será a sua capacidade de gerar força.

Quanto maior for a classe de resistência do parafuso, menor será a sua ductilidade, porém maior será a sua capacidade de gerar força.

### O que significa esta resistência na prática?

Esta resistência determina a aplicabilidade do parafuso quanto à responsabilidade. Equipamentos que sofrem vibrações, tração, torção e outras forças, não podem usar parafusos e porcas com baixo grau de resistência. Exemplo: As sapatas de um trator de esteira, que sofrem diversas cargas, inclusive de torção e impacto (com o solo, podendo ser rochas) devem usar parafusos 12.9.



### Esta resistência é o torque aplicado ao parafuso?

Não. O torque é determinado também em função do diâmetro do parafuso e das cargas atuantes. Deve ser calculado para cada caso específico e no caso de equipamentos existentes deve ser consultado o manual do equipamento ou o fabricante para ser verificado o torque correto a ser aplicado.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais para parafusos em  $N/mm^2$ , conforme Norma ISO 898-1:

Classe de Resistência	Resistência à tração nominal $N/mm^2$	Tensão Escoamento nominal $N/mm^2$	Tensão de deformação não proporcional Nominal $N/mm^2$	Alongamento após ruptura % min	Tensão sob carga de prova $N/mm^2$	Dureza
4.8	400	320		14	310	71-95 HRB
5.8	500	400		10	380	82-95 HRB
8.8	D≤16	800		12	580	22-32 HRC
	D>16	800		12	600	23-34 HRC
10.9	1000		900	9	830	32-39 HRC
<b>12.9</b>	<b>1200</b>		<b>1080</b>	<b>8</b>	<b>970</b>	<b>39-44 HRC</b>

### 2.1.A.2 – Porcas

### ETEC JORGE STREET

A identificação da classe de resistência das porcas é composta por um único grupo de dígito o qual indica o limite de resistência do material. Não existe indicação do limite de escoamento para porcas.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais de porcas em  $N/mm^2$ , conforme Norma ISO 898-2:

#### Porcas Série Métrica

##### ISO 898-2 - Características mecânicas

Classe de resistência	Bitolas	Estilo	Tensão sob (*) carga de prova $N/mm^2$	Dureza	Classes de parafusos acopláveis
6	$\leq M4$	1	600	150-302 HV (80HRB-30HRC)	4.8 – 5.8
	> M4 – M7	1	670		
	> M7 – M10	1	680		
	> M10 – M16	1	700		
	> M16 – M39	1	720	170-302HV (87HRB-30HRC)	
8	$\leq M4$	1	800	180-302HV 89RB-30RC	4.8 – 5.8 8.8
	> M4 – M7	1	855	200-302HV (93HRB-30HRC)	
	> M7 – M10	1	870		
	> M10 – M16	1	880		
	> M16 – M39	1	920		
10	$\leq M4$	1	1 040	272-353HV (26-36HRC)	4.8 – 5.8 8.8 – 10.9
	> M4 – M7	1	1 040		
	> M7 – M10	1	1 040		
	> M10 – M16	1	1 050		
	> M16 – M39	1	1 060		

(\*) Tensão no mandril de prova.

## 2.1.B – Norma ASTM Sistema Polegada

### 2.1.B.1 – Parafusos

A identificação da classe de resistência do parafuso é definida por grau ou por tipo conforme a norma.

A Norma ASTM A307 é para parafusos de baixa resistência de uso geral.

A Norma ASTM A325 é para parafusos de alta resistência utilizados para montagem de estruturas metálicas em geral.

A Norma ASTM A394 é para parafusos de acabamento superficial zincado utilizados para montagem de torres de transmissão de energia elétrica.

A Norma ASTM A449 é para parafusos de alta resistência de uso geral.

A Norma ASTM A490 é para parafusos de alta liga utilizados para montagem de estruturas em geral.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de parafusos conforme as normas acima em  $N/mm^2$ .

## ETEC JORGE STREET

### ASTM A307

Classe	Bitolas	Resistência à tração N/mm <sup>2</sup>	Tensão Escoamento mínima N/mm <sup>2</sup>	Tensão sob carga prova N/mm <sup>2</sup>	Dureza	Cabeças	Aplicação/Observação
Grau A	¼" – 4"	414 min.			69-100 HRB	Sext.	Uso geral.
Grau B		414 - 690			69-95 HRB	Sext. S/ cabeça	Flanges de tubulações em ferro fundido.
Grau C		400 - 550			250 .	S/ cabeça	Ancoragem em estruturas.

### ASTM A325

Tipo 1	≤ 1"	827 min	635	586	25-34 HRC	Sext. Pesada	Montagem de estruturas
Tipo 2							Excluído em Nov1991
Tipo 3	> 1" – 1,1/2"	724 min	559	510	19-30 HRC		Aço c/ resistência a intempéries. Montagem de estruturas.

### ASTM A394 (\*)

Tipo 0	½" 5/8" ¾" 7/8" 1"	510 min.			80–100 HRB	Sext. Quadrada	Aço baixo C zincado. Montagem torres transmissão e similares.
Tipo 1		827 min.			25-34 HRC		Aço médio C temp. e reven. zincado. Montagem torres transmissão e similares.
Tipo 2							Aço baixo C martensítico zincado. Montagem torres transmissão e similares.
Tipo 3							Aço c/ resistência a intempéries. Temp. e reven. Montagem de estruturas.

(\*) ASTM A 394 prescreve prova de cisalhamento quando solicitado pelo cliente.

### ASTM A449

Tipo 1	¼" - 1"	825 min.	635	585	25-34 HRC	Sext. S/ cabeça	Uso geral Alta resistência
	>1" – 1,1/2"	725 min.	560	510	19-30 HRC		
	>1,1/2" - 3"	620 min.	400	380	-		
Tipo 2	¼" – 1"	825 min.	635	585	25-34 HRC		Uso geral Aço baixo C martensítico.

### ASTM A490

Tipo 1	½" – 1,1/2"	1035 - 1173	897	827	33-38 HRC	Sext. Pesada	Aço liga
Tipo 2							Montagem estruturas.
Tipo 3							Aço martensítico. Montagem estruturas. Bitolas ½" - 1"
							Aço resistente a intempéries Montagem estruturas.

## 2.1.B.2 – Porcas

A identificação da classe de resistência das porcas segue a mesma identificação dos parafusos.

## 2.1.C – Norma SAE Sistema Polegada

### 2.1.C.1 – Parafusos

**ETEC JORGE STREET**

A identificação da classe de resistência do parafuso é definida por grau conforme a norma SAE J429.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de parafusos conforme a norma acima em N/mm<sup>2</sup>.

**Parafusos Série Polegada**

**SAE J429 – Características mecânicas**

Classe de resistência	Resistência à tração mínima N/mm <sup>2</sup>	Tensão escoamento mínima N/mm <sup>2</sup>	Tensão de deformação não proporcional mínima N/mm <sup>2</sup>	Alongamento após ruptura % min	Tensão sob carga de prova N/mm <sup>2</sup>	Dureza
Grau 1	414	249		18	230	70-100 HRB
Grau 2	D≤3/4"	511		18	380	80-100 HRB
	D>3/4"	414		18	230	70-100 HRB
Grau 5	D≤1"	828	635	14	586	25-34 HRC
	D>1"	725	559	14	510	19-30 HRC
Grau 8	1035		897	12	830	33-39 HRC

**2.1.C.2 – Porcas**

A identificação da classe de resistência das porcas é composta é definida por grau conforme a norma SAE J995

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais de porcas em N/mm<sup>2</sup>, conforme Norma acima citada.

**Porcas Série Polegada**

**SAE J995 – Características mecânicas**

Classe de resistência	Estilo	Tensão sob carga de prova N/mm <sup>2</sup>	Dureza	Classes de parafusos acopláveis	
Grau 2	Quadrada	620	32 HRC máx	Grau 1 – Grau 2	
Grau 5	Sextavada	1/4" – 1" UNC	828	32 HRC máx	Grau 1 – Grau 2 – Grau 5
		> 1" – 1.1/2" UNC	724		
		1/4" – 1" UNF	752		
		> 1" – 1.1/2" UNF	648		
Grau 8	Sextavada	1 035	24 – 32 HRC	Grau1-Grau2-Grau 5-Grau 8	
			> 5/8" – 1"		26 – 34 HRC
			> 1" – 1.1/2"		26 – 36 HRC

**2.1.D – Similaridade de Classes e Graus de Resistência**

A tabela abaixo mostra uma similaridade das classes e graus de resistência de parafusos comparativamente entre as Normas ISO 898-1 e SAE J429.

**EETC JORGE STREET**

**Tabela de Similaridade de Classes e Graus de Resistência**

SAE J 429	DIN – ISO 898-1	ASTM
Grau 1	4.6	A 307 Grau A
Grau 2	5.8	A 394 Tipo 0 A 307 Grau B
Grau 5	8.8	A 449 – A 394 Tipo 1 A 325 – Tipo 1
Grau 8	10.9	A 354 Grau B D A 490 – Tipo 1 e 2
----	12.9	A 574

## 2.2 – AÇO INOXIDÁVEL

O aço inoxidável tem larga aplicação nas uniões e fixações na indústria química e alimentícia.

Os parafusos e porcas de aço carbono e aço liga são identificados pela classe de resistência do material, a qual conforme norma, no caso de parafusos está gravada na sua cabeça.

Existem duas normas internacionais reconhecidas para definição da classe de resistência do material.

A – Norma ISO Sistema Métrico

B – Norma ASTM Sistema Polegada

### 2.2.A – Norma ISO Sistema Métrico

#### 2.2.A.1 – Parafusos

A identificação da classe de resistência do parafuso é composta por dois grupos de dígitos, separados por traço, conforme norma ISO 3506-1.

O primeiro grupo é composto por uma letra e um número identificador do material.

O segundo grupo é composto de número, o qual multiplicado por 10 indica a tensão de resistência a tração (ruptura) do material em N/mm<sup>2</sup>.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais de parafusos em N/mm<sup>2</sup>, conforme Norma acima citada:

**ISO 3506-1 (Aço Inoxidável)**

Marcação	Condição	Material	Resistência à tração N/mm <sup>2</sup>	Tensão escoamento mínima N/mm <sup>2</sup>	Dureza	Bitola
----------	----------	----------	--	--	--------	--------

### ETEC JORGE STREET

A2 - 70	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	700 min	450		≤ M 24
A4 - 70	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	700 min	450		≤ M 24
F1 - 60	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	600 min	410	180-285 HV	≤ M 24
C1 - 70	Temperado revenido	Martensítico 410 ou similar	700 min	410	20-34 HRC	Todas
C1 - 110	Temperado revenido 275°C min	Martensítico 410 ou similar	1100 min	820	36-45 HRC	Todas

## 2.2.A.2 – Porcas

A identificação da classe de resistência do parafuso é composta por dois grupos de dígitos, separados por traço, conforme norma ISO 3506-2.

O primeiro grupo é composto por uma letra e um número identificador do material.

O segundo grupo é composto de número, o qual multiplicado por 10 indica a tensão de resistência a tração (ruptura) do material em N/mm<sup>2</sup>.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais de parafusos em N/mm<sup>2</sup>, conforme Norma acima citada:

### Porcas em aço inoxidável

#### ISO 3506-2

Marcação	Bitolas	Estilo	Condição	Material	Tensão sob Carga de prova N/mm <sup>2</sup>	Dureza
A2 - 70	≤ M24	1	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	700	
A4 - 70	≤ M24	1	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	700	
F1 - 60	≤ M24	1	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	600	180 – 285 HV
C1 - 70	Todas	1	Temperado Revenido	Martensítico 410 ou similar	700	20 – 34 HRC
C1 - 110	Todas	1	Temperado Revenido 275° C	Martensítico 410 ou similar	1100	36 – 45 HRC

## 2.2.B – Norma ASTM Sistema Polegada

### 2.2.B.1 – Parafusos

A identificação da classe de resistência do parafuso é composta por um código identificador, conforme norma ASTM F593.

A primeira parte do código é a identificação da norma F593.

A segunda parte é uma letra que indica o grau do material.

### ETEC JORGE STREET

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais de parafusos em N/mm<sup>2</sup>, conforme Norma acima citada:

#### ASTM F593 (Aço Inoxidável)

Marcação	Condição	Material	Resistência à tração N/mm <sup>2</sup>	Tensão escoamento mínima N/mm <sup>2</sup>	Dureza	Bitola
F 593 C	Conformado a frio	Austenítico	690 - 1035	448	95 HRB-32 HRC	¼" - 5/8"
F 593 D		304 ou similar	586 - 965	310	80 HRB-32 HRC	>5/8" - 1.1/2"
F 593 G	Conformado a frio	Austenítico	690 - 1035	448	95 HRB-32 HRC	¼" - 5/8"
F 593 H		316 ou similar	586 - 965	310	80 HRB-32 HRC	>5/8" - 1.1/2"
F 593 V	Conformado a frio	Ferrítico	414 - 724	276	75-98 HRB	¼" - 5/8"
F 593 W		430 ou similar	379 - 690	207	65-95 HRB	>5/8" - 1.1/2"
F 593 P	Temperado Revenido A 565°C min	Martensítico 410 ou similar	759 - 966	621	20-30 HRC	¼" - 1.1/2"
F 593 R	Temperado Revenido A 274°C min		1104 - 1310	827	34-45 HRC	¼" - 1.1/2"

#### 2.2.B.2 – Porcas

Similar aos parafusos a identificação da classe de resistência do parafuso é composta por um código identificador, conforme norma ASTM F594.

A primeira parte do código é a identificação da norma F594.

A segunda parte é uma letra que indica o grau do material.

A tabela a seguir indica as propriedades mecânicas de algumas classes de materiais de parafusos em N/mm<sup>2</sup>, conforme Norma acima citada:

#### ASTM F594

Marcação	Bitolas	Estilo	Condição	Material	Tensão sob Carga de prova N/mm <sup>2</sup>	Dureza
----------	---------	--------	----------	----------	---	--------

### ETEC JORGE STREET

F 594 C	¼" – 5/8"	Sextav.	Conformada a frio	Austenítico 304 ou similar	690	95 HRB – 32 HRC
F 594 D	> 5/8" – 1.1/2"	Sextav.	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	586	80 HRB – 32 HRC
F 594 G	¼" – 5/8"	Sextav.	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	690	95 HRB – 32 HRC
F 594 H	> 5/8" – 1.1/2"	Sextav.	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	586	80 HRB – 32 HRC
F 594 N	¼" – 1.1/2"	Sextav.	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	483	65 – 95 HRB
F 594 P	¼" – 1.1/2"	Sextav.	Temperado revenido 566°C min	Martensítico 410 ou similar	690	20 – 30 HRC
F 594 R	¼" – 1.1/2"	Sextav.	Temperado revenido 275°C min	Martensítico 410 ou similar	1104	34 – 45 HRC

## 2.3 – METAIS NÃO FERROSOS

Existem poucas normas para parafusos e porcas de metais não ferrosos.

A tabela abaixo indica as propriedades mecânicas de uma liga de latão para parafusos em N/mm<sup>2</sup>:

### ASTM F 468 (não ferrosos)

Marcação	Condição	Material	Resistência à tração N/mm <sup>2</sup>	Tensão escoamento mínima N/mm <sup>2</sup>	Dureza	Bitola
F 468 B	Conformado a frio	Latão ASTM 270	414 - 621	345	55-80 HRF	Todas

## 2.4 – MARCAÇÃO NA CABEÇA DO PARAFUSO DA CLASSE DE RESISTÊNCIA DO MATERIAL

A figura abaixo indica a marcação na cabeça do parafuso da indicação da classe de resistência do material de acordo com as diversas normas.

**ETEC JORGE STREET**

MODELO	DESCRIÇÃO / NORMA / CONSTRUÇÃO / AÇO
	ANSI B 18.2.1 - SAE 1010 / 1020 CHAVE LEVE
	ASTM A-307 GRAU - A SAE 1010 / 1020 CHAVE LEVE
	ASTM A - 307 GRAU - B SAE 1010 / 1020 CHAVE PESADA
	ASTM A - 325 - SAE 4140 CHAVE PESADA / ESTRUTURAL
	ASTM A - 490 - SAE 5135 ESTRUTURAL
	ASTM A - 193 - B7 - SAE 4140
	ASTM A - 193 - B8 INOX 304
	ANSI B 18.2.1 - SAE 4140 GRAU 8
	DIN 933 / 931 (MA) - DIN 961 / 960 (MB) - SAE 1010
MODELO	DESCRIÇÃO / NORMA / CONSTRUÇÃO / AÇO

**ETEC JORGE STREET**

	DIN 933 / 931 (MA) - DIN 961 / 960 (MB) - SAE 1020
	DIN 933 / 931 - DIN 961 / 960 - SAE 1045
	DIN 933 / 931 (MA) - DIN 961 / 960 (MB) - SAE 4140
	DIN 933 / 931 - DIN 961 / 960 - SAE 5135
	DIN 933 / 931 - INOX 304
	DIN 933 / 931 - INOX 316
	ANSI B 18.2.1 - SAE 1045 GRAU 5

**3 – TRATAMENTO SUPERFICIAL**



O tratamento superficial visa proporcionar propriedades para que os parafusos possam suportar a agressividade do ambiente onde estão instalados.

## ETEC JORGE STREET

Parafusos com tratamentos superficiais é feito através de um depósito de materiais nobres sobre a peça, com objetivo de proteger o componente metálico do meio externo aplicado, através de revestimentos anticorrosivos.

A proteção utilizada necessita de uma espessura de camada específica com à resistência a corrosão adequada a finalidade destinada.

A resistência de um material, em função do ambiente externo susceptível a corrosão, pode ocasionar micro falhas originando pontos de altas concentrações de tensões, onde irão ocorrer o início de trincas que serão propagadas ao longo do material.

Desta forma, os materiais devem ser revestidos com tratamentos superficiais específicos ao meio aplicado.

Os principais tratamentos superficiais aplicados aos parafusos são:

### A – Pintura

A pintura é normalmente aplicada no conjunto completo após a montagem do parafuso. O parafuso isolado não é pintado

### B – Galvanização

#### Parafuso galvanizado a fogo:



A galvanização ajuda a prolongar a vida útil das peças de aço, fornecendo uma barreira entre o aço e a atmosfera, evitando a formação de óxido de ferro na superfície do aço. Proporciona também maior resistência à corrosão de partes expostas ao meio ambiente. Saiba mais >

### C – Bicromatização

#### Parafuso bicromatizado:



Bicromatização Amarela é um processo que se inicia com um banho de níquel, depois um banho de zinco, e por último uma passivação que pode ser nas seguintes cores: preta, branca ou amarela. Saiba mais >

### D – Cadimiação

#### Parafuso cadmiado



O banho de cádmio é utilizado para resistência e prevenção contra corrosão de peças de ferro, aço e outros metais. É aplicável em especial em peças do segmento petroquímico. Saiba mais >

### E - Niquelação

#### Parafuso niquelado



Além da proteção que a niquelação de metais oferece à peça, o processo garante um acabamento brilhante de alta qualidade e também pode ser utilizado em peças decorativas ou técnicas. Saiba mais >

## F - Estanhagem

### Parafuso estanhado



O mais utilizado é o banho de estanho eletrolítico, que é aplicado em peças onde são desejadas uma boa resistência contra a corrosão, soldabilidade, ductilidade e camadas não tóxicas. Saiba mais >

## G - Zincagem

### Parafuso zincado



Pode ser em branco, preto e amarelo trivalente ou hexavalente. A zincagem eletrolítica é um processo eletrolítico, no qual o zinco é transferido de um anodo para a peça negativamente carregada. Para tal, utiliza-se banho químico contendo sais de zinco e eletrodo zinco. Saiba mais >

## H – Fosfatização

A fosfatização de parafusos é um processo que tende a transformar superfícies como o ferro, aço, zinco, ligas de zinco ou alumínio em uma superfície de fosfato metálico. Sendo assim, a fosfatização de parafusos nada mais é um processo necessário para proteger os parafusos que sofrem grandes solicitações de carga, precisando de processos de fabricação especiais para que possam suportar tais esforços, além de permitir um bom desempenho.

## 4 – NOÇÕES DE TENSÕES NOS MATERIAIS

### Diagrama tensão-deformação: ductilidade e fragilidade dos materiais

*Conhecer a resistência à tração ou compressão dos materiais possibilita estabelecer critérios de segurança dentro da engenharia, tornando-a, dessa forma, segura e confiável. Talvez o gráfico tensão-deformação seja o diagrama mais importante para os engenheiros, porque proporciona os meios para se obterem dados sobre certas propriedades mecânicas dos materiais sem considerar o formato do material (sua geometria). Vale pontuar, contudo, que dois diagramas nunca serão perfeitamente iguais (mesmo que se trate do mesmo material) uma vez que são muitas as variáveis que interferem no traçado das curvas, como a composição química das substâncias, presença de impurezas e temperatura.*

O gráfico tensão-deformação é construído com base em dois valores: a tensão nominal ( $\sigma$ ) e a deformação ( $\epsilon$ ). Os valores correspondentes de  $\sigma$  e  $\epsilon$  são marcados no eixo das ordenadas e das abcissas, respectivamente.

### ETEC JORGE STREET

Em laboratório o ensaio é feito por meio de uma prensa que realiza esforços de tração sobre um corpo de prova, medindo as deformações do material. Tais deformações são medidas por meio de um aparelho denominado extensômetro.

#### Tensão nominal x deformação

**Tensão nominal:** é a razão da força pela área ( $F/A$ ). Quando se considera a área constante, independente da tensão aplicada, tem-se o chamado *diagrama convencional*. Na prática, porém, à medida que a tração aumenta, a área diminui e, nesse caso, fala-se em *diagrama real*.

**Deformação:** corresponde à razão entre a variação no comprimento do corpo de prova e o comprimento real ( $\Delta L/L$ ), sendo, por isso, um valor adimensional. Geralmente costuma ser expresso em porcentagem.

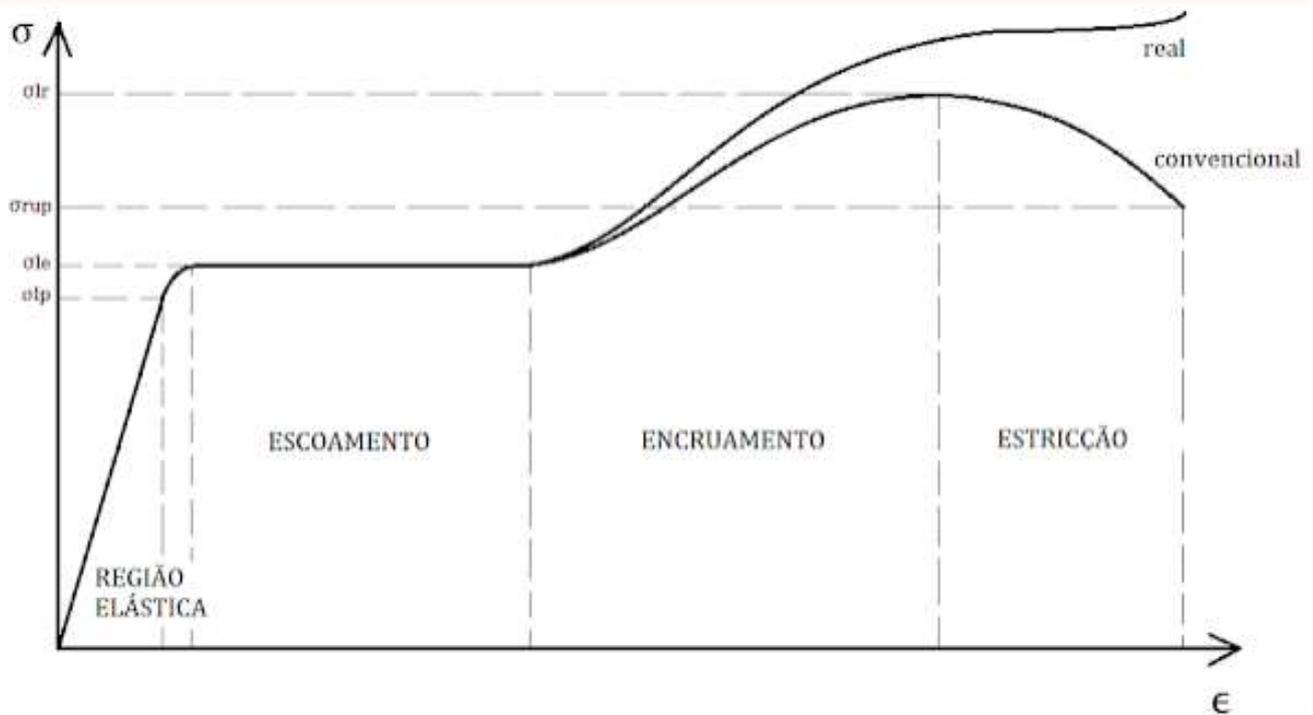


DIAGRAMA TENSÃO-DEFORMAÇÃO

## ETEC JORGE STREET

### Fases importante do diagrama

**1) Fase elástica:** nessa fase o material apresenta comportamento linear elástico. Em outras palavras, nesse trecho é válida a *lei de Hooke* e a tensão é proporcional à deformação ( $\sigma = E \cdot \epsilon$ ). A inclinação da reta nos oferece o **módulo de Young** ou **módulo de elasticidade** (E). O limite superior para a relação linear é o limite de proporcionalidade ( $\sigma_p$ ). A partir desse limite, o material ainda passa a apresentar comportamento elástico, entretanto, a relação deixa de ser linear. Quando o material ultrapassa o chamado limite de escoamento ( $\sigma_e$ ), a deformação agora passa a ser do tipo plástica e o material não é mais capaz de voltar à sua forma original;

**2) Escoamento:** nessa etapa o material sofre uma brusca deformação, enquanto a tensão se mantém constante. Para a engenharia, onde a deformação excessiva das peças não é vista com bons olhos, o material jamais deve atingir essa etapa quando aplicado nas estruturas;

**3) Encruamento:** quando o material para de escoar, se uma carga adicional continua a ser aplicada, a curva cresce continuamente até atingir uma tensão limite, denominada limite de resistência ( $\sigma_r$ );

**4) Estricção:** a partir do limite de resistência, a área da seção transversal começa a diminuir numa região específica do corpo de prova. À medida que a área da seção transversal vai diminuindo, a carga sofre um decréscimo até o momento em que o material se rompe. A falha do material ocorre na chamada tensão de ruptura ( $\sigma_{rup}$ ).

Obs.: A figura do diagrama tensão-deformação aqui apresentada é um caso particular. Na realidade os gráficos variam de material para material. Alguns, por exemplo, não apresentam escoamento, enquanto outros possuem limite de proporcionalidade praticamente igual ao limite de elasticidade. Chamamos de **dúctil** ao material que sofre grandes deformações antes de sofrer ruptura. Um exemplo de material dúctil é o aço doce (aço com baixo teor de carbono – 0,15 a 0,30%). Quando o material exibe pouco ou nenhum escoamento antes da falha, fala-se em material **frágil**. O concreto é um ótimo exemplo de material frágil sob tração.



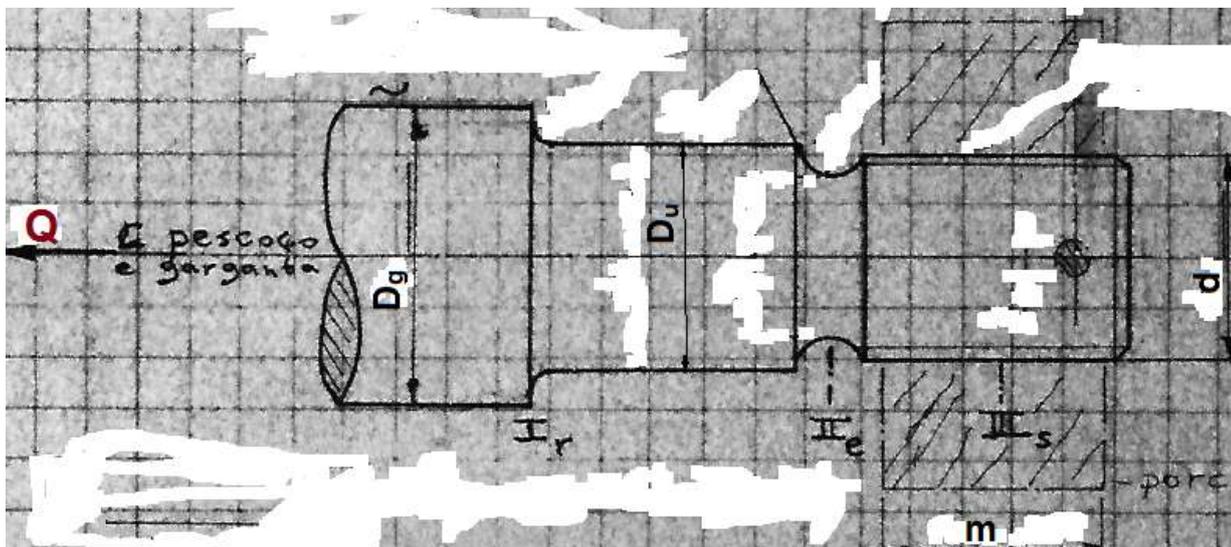
## Turma Mecânica 1BN – EMLQ 1

### Exercício Resolvido Cálculo de Roscas

A figura abaixo representa o pescoço de um gancho de ponte rolante capacidade 80 KN para serviço industrial.

O diâmetro bruto do colo do gancho é 80 mm.

Pede-se definir e calcular a rosca do colo e definir as dimensões “m” e “d” indicadas.



---

ETEC JORGE STREET

**DADOS:**

- ❖ Carga no gancho -  $Q = 80 \text{ KN}$  ( $Q = 80.000 \text{ N}$ );
- ❖ Diâmetro do pescoço bruto do gancho -  $D_g = 80 \text{ mm}$ ;

**SOLUÇÃO**

Para a definição da rosca mais adequada, o projetista deve determinar/calcular:

- Definir a rosca padrão (**d**) tomando por base o diâmetro bruto do pescoço (**D<sub>g</sub>**)
- Definir o diâmetro de assento do rolamento (**D<sub>u</sub>**), conforme catálogo de rolamentos. (este diâmetro é intermediário entre o diâmetro da rosca e o diâmetro bruto do pescoço);
- Definir a altura mínima da porca (**m**)
- Verificar a tensão de tração na seção da rosca;
- Verificar a tensão de tensão de esmagamento do filete;
- Verificar a tensão de cisalhamento do filete;
- Verificar a tensão de flexão do filete;

**1 – Escolha da Rosca Padrão:**

Adotado para a rosca o diâmetro de 64 mm (M64).

Na tabela de roscas métricas temos rosca M 64 norma DIN EN ISO 4013, com as características:

$P = 6 \text{ mm}$  (passo);

$d = 64 \text{ mm}$  (diâmetro externo da rosca no parafuso corresponde ao diâmetro nominal);

$d_1 = 56,206 \text{ mm}$  (diâmetro interno da rosca no parafuso 56,206 mm);

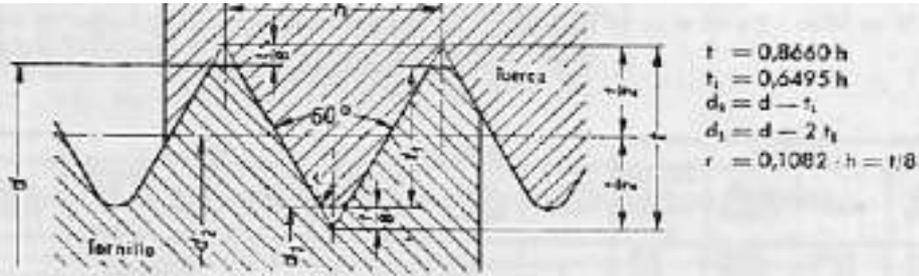
$h = 3,897 \text{ mm}$  (altura do filete no parafuso);

$d_2 =$  diâmetro do flanco no parafuso, também chamado de diâmetro médio;  $d_2 = d - h > d_2 = 64 - 3,897$

**ETEC JORGE STREET**

$d_2 = 60,103 \text{ mm};$

**Rosca M64**



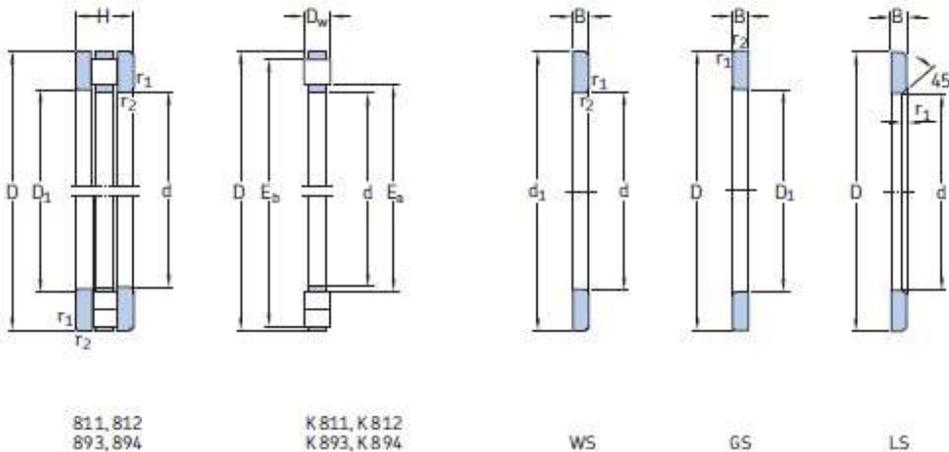
Designación de una rosca métrica de 30 mm de diámetro nominal de rosca:  
**M 30<sup>1</sup>**

Tornillos y tuercas						
Diámetro nominal de rosca d	Paso h	Diámetro en los flancos d <sub>2</sub>	Diámetro en el núcleo d <sub>1</sub>	Profundidad de la rosca t <sub>1</sub>	Redondeado r	Sección en el núcleo mm <sup>2</sup>
0,3	0,075	0,291	0,202	0,049	0,01	0,03
0,4	0,1	0,305	0,270	0,066	0,01	0,06
0,5	0,125	0,419	0,339	0,081	0,01	0,09
0,6	0,15	0,505	0,406	0,097	0,02	0,13
(0,7)	0,175	0,586	0,472	0,114	0,02	0,18
0,8	0,2	0,670	0,540	0,130	0,02	0,23
(0,9)	0,225	0,754	0,608	0,146	0,02	0,29
1	0,25	0,836	0,676	0,162	0,03	0,36
1,2	0,25	1,038	0,878	0,162	0,03	0,60
1,4	0,3	1,205	1,019	0,195	0,03	0,80
1,7	0,35	1,473	1,243	0,227	0,04	1,22
2	0,4	1,740	1,480	0,260	0,04	1,72
2,3	0,4	2,040	1,780	0,260	0,04	2,46
2,6	0,45	2,300	2,018	0,282	0,05	3,19
3	0,5	2,675	2,360	0,305	0,05	4,34
3,6	0,5	3,110	2,720	0,390	0,06	6,01
4	0,7	3,545	3,090	0,465	0,08	7,50
5	0,8	4,480	3,960	0,550	0,09	12,3
6	1	5,350	4,700	0,650	0,11	17,3
(7)	1	6,360	5,760	0,690	0,11	25,5
8	1,25	7,188	6,375	0,812	0,14	31,9
(9)	1,25	8,188	7,375	0,812	0,14	42,7
10	1,5	8,026	6,852	0,974	0,16	50,9
(11)	1,5	10,026	9,052	0,974	0,16	64,4
12	1,75	10,663	9,726	1,137	0,19	74,3
14	2	12,297	11,462	1,399	0,22	102
16	2	14,701	13,462	1,299	0,22	141
18	2,5	16,375	14,752	1,624	0,27	171
20	2,5	18,275	16,752	1,624	0,27	230
22	2,5	20,275	18,752	1,624	0,27	276
24	3	22,051	20,102	1,949	0,33	317
27	3	25,091	23,192	1,949	0,33	419
30	3,5	27,727	25,454	2,273	0,39	500
33	3,5	30,227	28,454	2,273	0,39	606
36	4	33,402	30,821	2,598	0,43	746
39	4	36,402	33,821	2,598	0,43	897
42	4,5	39,077	36,154	2,923	0,49	1027
45	4,5	42,077	39,154	2,923	0,49	1204
48	5	44,752	41,504	3,248	0,54	1353
52	5	48,752	45,504	3,248	0,54	1625
56	5,5	52,428	48,850	3,572	0,60	1875
60	5,5	56,428	52,850	3,572	0,60	2194
<b>64</b>	<b>6</b>	<b>60,103</b>	<b>56,300</b>	<b>3,897</b>	<b>0,65</b>	<b>2481</b>
68	6	64,103	60,300	3,897	0,65	2847

**2 – Diâmetro do Assento do Rolamento (Du):**

Com base no catálogo de rolamentos axiais de rolos SKF,

**ETEC JORGE STREET**



Dimensões principais				Classificações básicas de carga		Limite de carga de fadiga	Fator de carga mínima	Classificações de velocidade		Massa	Designação	
d	D	H	E <sub>d</sub>	E <sub>b</sub>	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	A	Velocidade de referência	Velocidade-limite	kg	-
mm					kN		kN	-	r/min			-
70	95	18	72	92	86,5	345	34,5	0,0095	1 700	3 400	0,33	81114 TN
	105	27	76	102	146	530	55	0,022	1 300	2 600	0,77	81214 TN
	125	34	76	123	186	800	81,5	0,051	1 300	2 600	1,8	89314 TN
	150	48	78	147	350	1 480	150	0,17	1 000	2 000	4,2	89414 TN
75	100	19	78	97	83	335	34	0,009	1 600	3 200	0,39	81115 TN
	110	27	79	106	137	490	50	0,019	1 200	2 400	0,8	81215 TN
	135	36	81	132	228	965	98	0,074	1 200	2 400	2,25	89315 TN
	160	51	82	156	400	1 530	156	0,19	950	1 900	5,95	89415 M
80	105	19	83	102	81,5	335	34	0,009	1 500	3 000	0,4	81116 TN
	115	28	84	112	160	610	63	0,03	1 200	2 400	0,9	81216 TN
	140	36	86	137	240	1 060	108	0,09	1 200	2 400	2,35	89316 TN
	170	54	88	165	440	1 730	173	0,24	900	1 800	7,05	89416 M
85	110	19	87	108	88	365	37,5	0,011	1 500	3 000	0,42	81117 TN
	125	31	90	119	170	640	67	0,033	1 100	2 200	1,2	81217 TN
	150	39	93	146	255	1 100	110	0,097	1 100	2 200	3,4	89317 M
	180	58	93	175	490	1 930	190	0,3	850	1 700	8,65	89417 M
90	120	22	93	117	110	450	45,5	0,016	1 300	2 600	0,62	81118 TN
	135	35	95	129	232	865	90	0,06	1 000	2 000	1,75	81218 TN
	155	39	98	151	265	1 160	114	0,11	1 000	2 000	3,65	89318 M
	190	60	99	185	540	2 120	208	0,36	800	1 600	9,95	89418 M
100	135	25	104	131	156	630	62	0,032	1 200	2 400	0,95	81120 TN
	150	38	107	142	270	1 060	104	0,09	900	1 800	2,2	81220 TN
	170	42	109	166	300	1 370	132	0,15	950	1 900	4,55	89320 M
	210	67	111	205	680	2 800	265	0,63	700	1 400	13,5	89420 M
110	145	25	114	141	163	680	65,5	0,037	1 100	2 200	1,05	81122 TN
	160	38	117	152	260	1 000	98	0,08	850	1 700	2,3	81222 TN
	190	48	120	185	400	1 830	173	0,27	850	1 700	6,7	89322 M
	230	73	121	223	800	3 350	310	0,9	630	1 300	17,5	89422 M
120	155	25	124	151	170	735	68	0,043	1 100	2 200	1,1	81124 TN
	170	39	127	162	255	1 000	96,5	0,08	800	1 600	2,55	81224 TN
	210	54	132	205	510	2 360	216	0,45	750	1 500	9,45	89324 M
	250	78	133	243	930	3 900	355	1,2	600	1 200	22	89424 M

**Temos rolamento Axial de Rolos SKF código 89314TN, com diâmetro do furo de 70 mm.**

**3 – Altura Mínima da Porca (m):**

A altura mínima da porca corresponde a altura de 6 filetes.

Como o passo da rosca adotada é 6 mm, a altura mínima da porca será

$$m = 6 \times P$$

$$m = 6 \times 6$$

**m = 36 mm**

#### **4 - Verificação da Tensão de Tração na Seção da Rosca**

Conforme apostila página 13 temos:

$$\sigma = \frac{Q}{S_1} \quad \text{onde:}$$

$\sigma$  = Tensão Normal

$\sigma_{adm}$  = Tensão admissível de tração/compressão

$S_1$  = Área Interna do Núcleo

$S_1 = 2.481 \text{ mm}^2$  (Norma da rosca)

Substituindo na fórmula

$$\sigma = \frac{80.000}{2.481} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = 32,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = 3.225 \text{ N/cm}^2$$

Apostila página 19, para serviço industrial, adotando material do gancho ABNT 1020

$$\sigma_{adm} = 8.200 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{logo } \sigma = 3.225 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{adm} = 8.200 \text{ N/cm}^2$$

**Verificada a condição da tensão de tração.**

#### **5 - Verificação da Tensão de Esmagamento do Filete**

Conforme apostila página 18 temos:

$$\sigma_{esm} = \frac{0,34.Q}{S_f} \leq \sigma_{esmadm} \quad \text{onde:}$$

---

**ETEC JORGE STREET**

$\sigma_{\text{esm}}$  = Tensão de esmagamento no filete

$S_f$  = Área do filete

$$S_f = h \cdot \pi \cdot d^2$$

Substituindo pelos valores da rosca temos:

$$\sigma_{\text{esm}} = \frac{0,34 \times 80.000}{\pi \times 3,897 \times 60,103}$$

$$\sigma_{\text{esm}} = 36,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{esm}} = 3.697 \text{ N/cm}^2$$

Apostila página 19, para serviço industrial, adotando material do gancho ABNT 1020

$$\sigma_{\text{esmadm}} = 10.300 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{logo } \sigma = 3.697 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{\text{esmadm}} = 10.300 \text{ N/cm}^2$$

**Verificada a condição da tensão de esmagamento do filete.**

## **6 - Verificação da Tensão de Cisalhamento do Filete**

Conforme apostila página 18 temos:

$$\tau_f = \frac{0,34 \cdot Q}{S_r} \leq \tau_{\text{fadm}} \text{ onde:}$$

$\tau_f$  = Tensão de cisalhamento do filete

$S_r$  = Área da raiz do filete

$$S_r = P \cdot \pi \cdot d^2$$

Substituindo pelos valores da rosca temos:

$$\tau_f = \frac{0,34 \times 80.000}{\pi \times 6 \times 60,103}$$

$$\tau_f = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_f = 2.400 \text{ N/cm}^2$$

Apostila página 19, para serviço industrial, adotando material do gancho ABNT 1020

$$\tau_{\text{adm}} = 6.000 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{logo } \tau_f = 2.400 \text{ N/cm}^2 < \tau_{\text{adm}} = 6.000 \text{ N/cm}^2$$

**Verificada a condição da tensão de cisalhamento do filete.**

### 7 - Verificação da Tensão de Flexão do Filete

Conforme apostila página 19 temos:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W} \leq \sigma_{\text{adm}} \text{ onde:}$$

$M_f$  = Momento fletor

$M_f = 0,34.Q.c$  mas  $c = h/3$  (centro de gravidade do triângulo) logo:

$$M_f = 0,34.Q.h/3$$

$W$  = Momento de inércia

$$W = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot P^2}{6}$$

Substituindo pelos valores da rosca temos:

$$M_f = 0,34 \times 8.000 \times 3,897/3$$

$$M_f = 3.533,28 \text{ N.mm}$$

$$W = \frac{\pi \cdot x \cdot 60,103 \cdot 6^2}{6}$$

$$W = 1.132,91 \text{ mm}^3$$

---

ETEC JORGE STREET

$$\sigma_f = \frac{3.533,28}{1132,91}$$

$$\sigma_f = 3,12 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_f = 312 \text{ N/cm}^2$$

Apostila página 19, para serviço industrial, adotando material do gancho ABNT 1020

$$\sigma_{adm} = 8.200 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{logo } \sigma_f = 312 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{adm} = 8.200 \text{ N/cm}^2$$

**Verificada a condição da tensão de flexão do filete.**