

PMR 3103

TOLERÂNCIAS em ENGENHARIA MECÂNICA

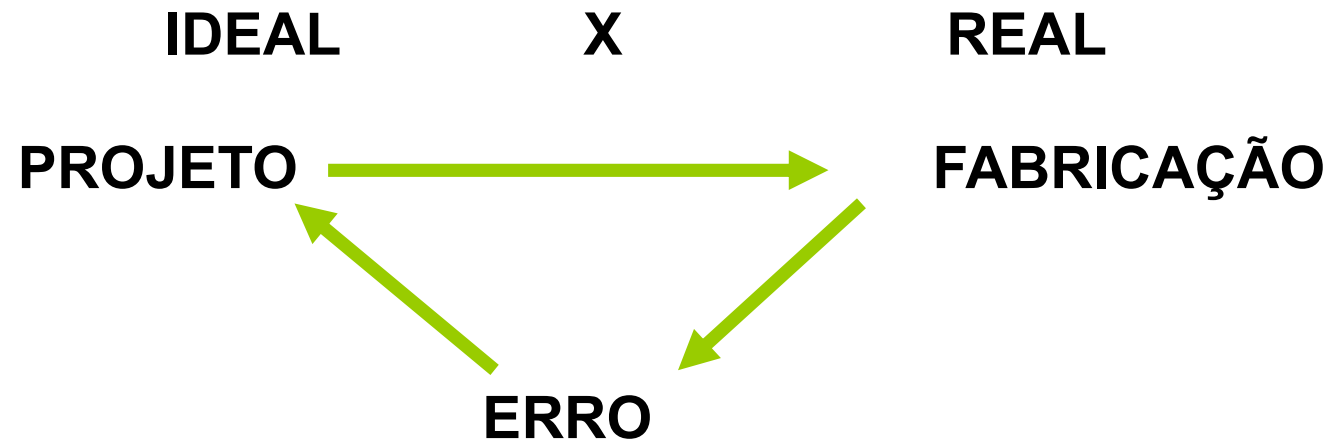
Tolerâncias Dimensionais

Tolerâncias Geométricas

Rugosidade Superficial

Tolerâncias em Projeto e Manufatura Mecânica

1. CONCEITO:



2. O PROCESSO PRODUTIVO:

ATÉ XVIII - ARTESÃO

-CADA EQUIPAMENTO É ÚNICO

-CADA PEÇA DO CONJUNTO DEVE SER AJUSTADA

1793 - ELI WHITNEY (1765-1825) - INVENTA A DESCAROÇADEIRA DE ALGODÃO



1798 -PROPOSTA AO GOVERNO DE FABRICAÇÃO DE MOSQUETES COM PEÇAS INTERCAMBIAVEIS PARA O SISTEMA DE PERCUSSÃO DA PEDERNEIRA



10.000 MOSQUETES FABRICADOS EM HAMDEN - CONNECTICUT

1802 - **ELI TERRY** - USA OS PRINCÍPIOS DE WHITNEY

IMPLANTA UMA FÁBRICA DE RELÓGIOS EM PLYMOUTH

FABRICAÇÃO ARTESANAL

BAIXA PRODUTIVIDADE

PEÇAS ÚNICAS

EQUIPAMENTOS ÚNICOS

AJUSTES COM CUSTO ELEVADO

FABRICAÇÃO SERIADA

ALTA PRODUTIVIDADE

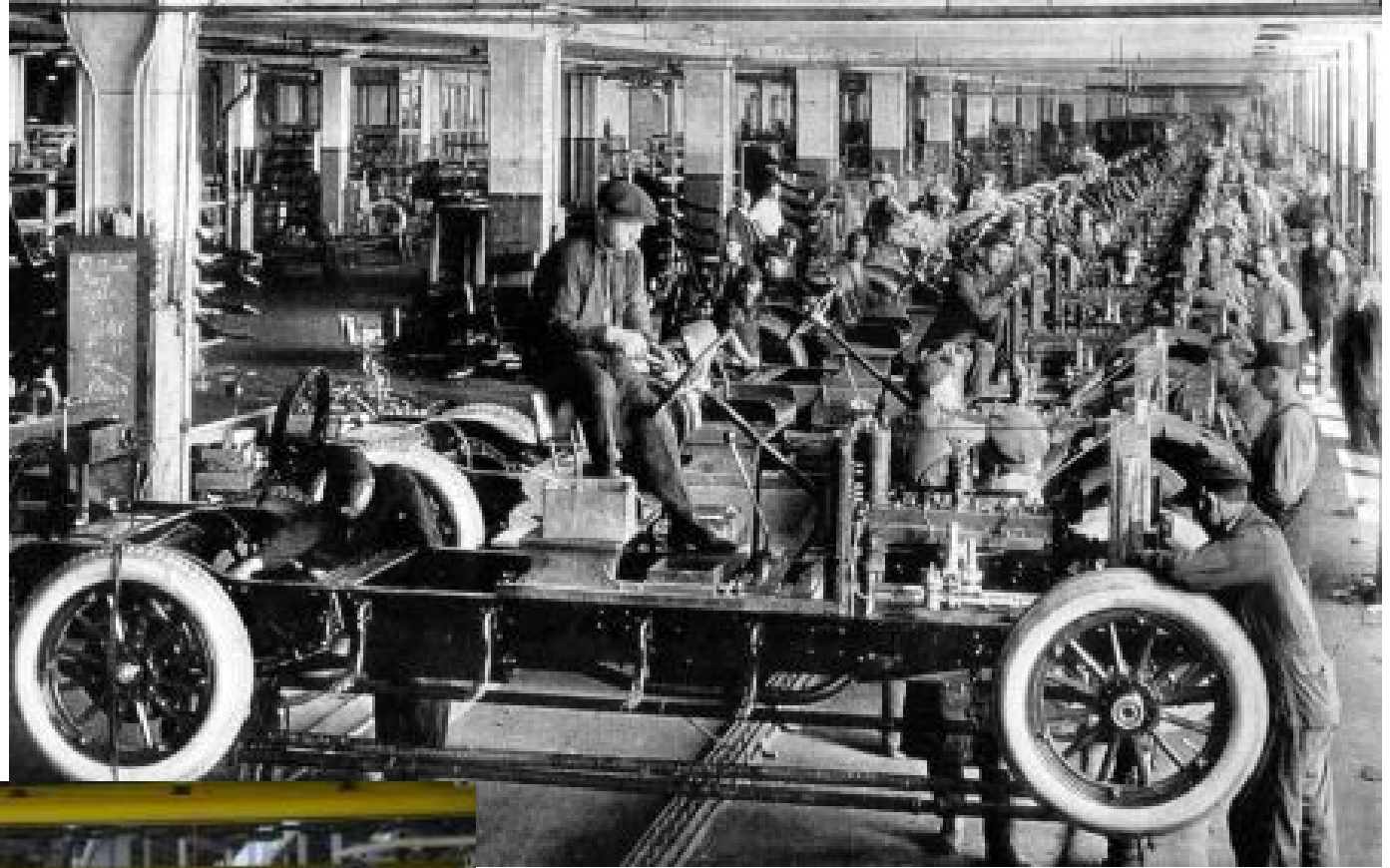
PEÇAS PADRONIZADAS

INTERCAMBIABILIDADE

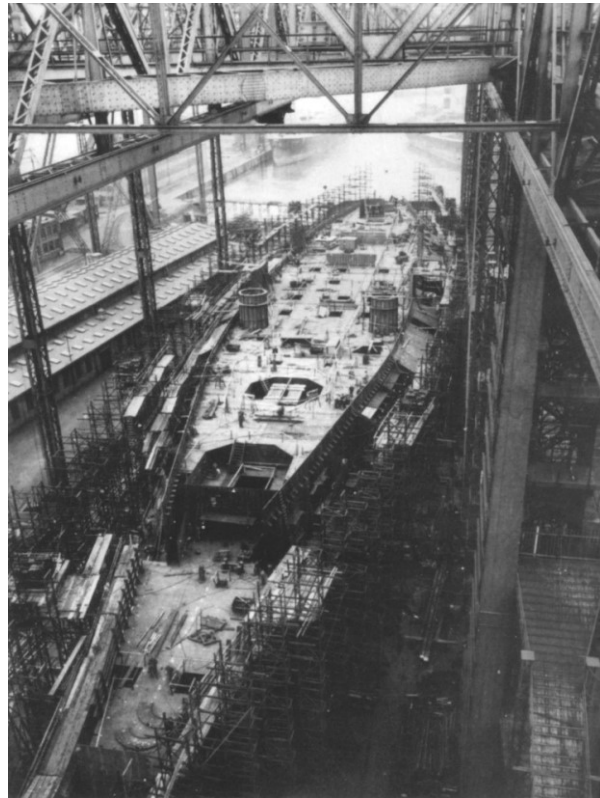
REDUÇÃO DOS CUSTOS, MANTENDO A QUALIDADE



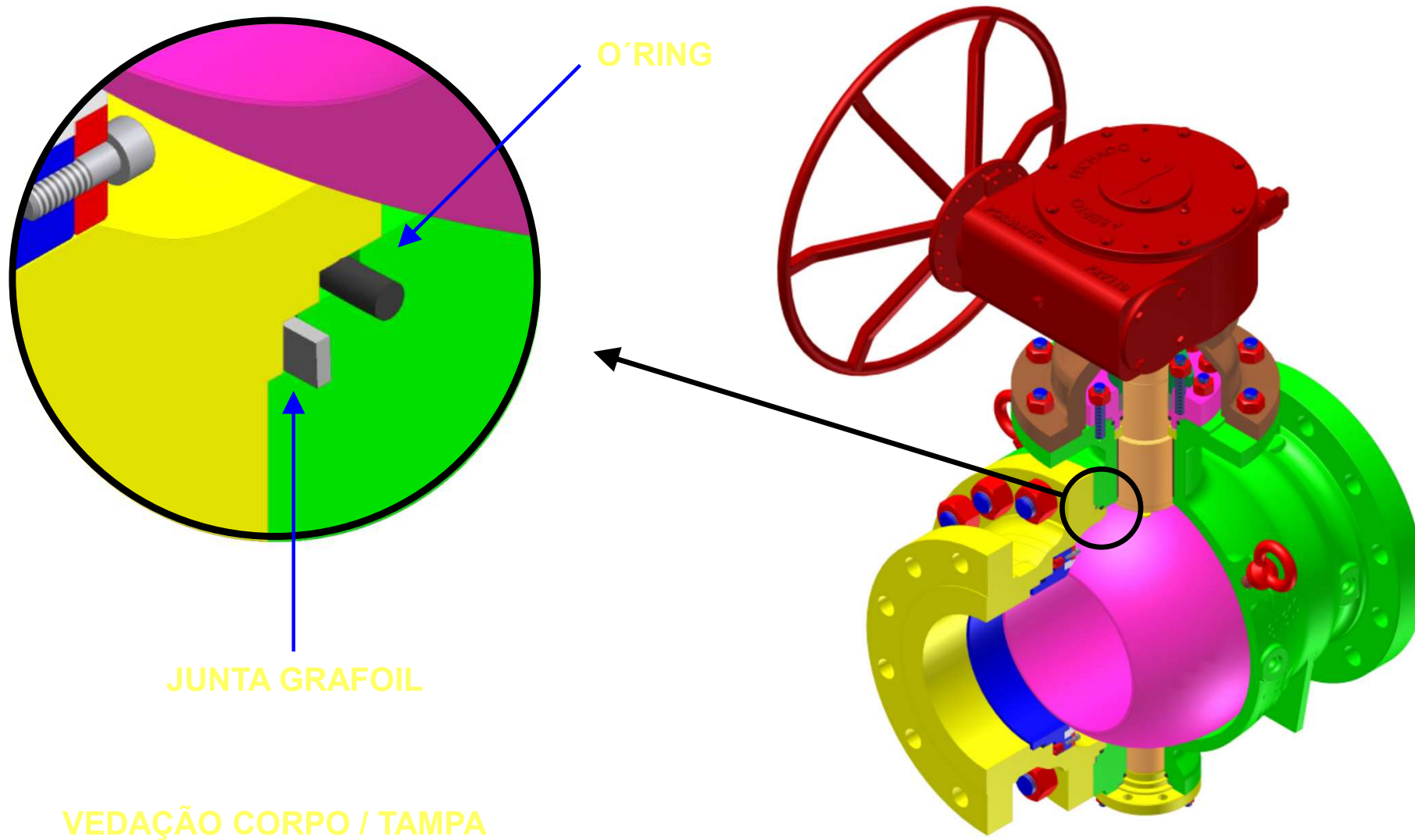
FABRICAÇÃO GLOBALIZADA

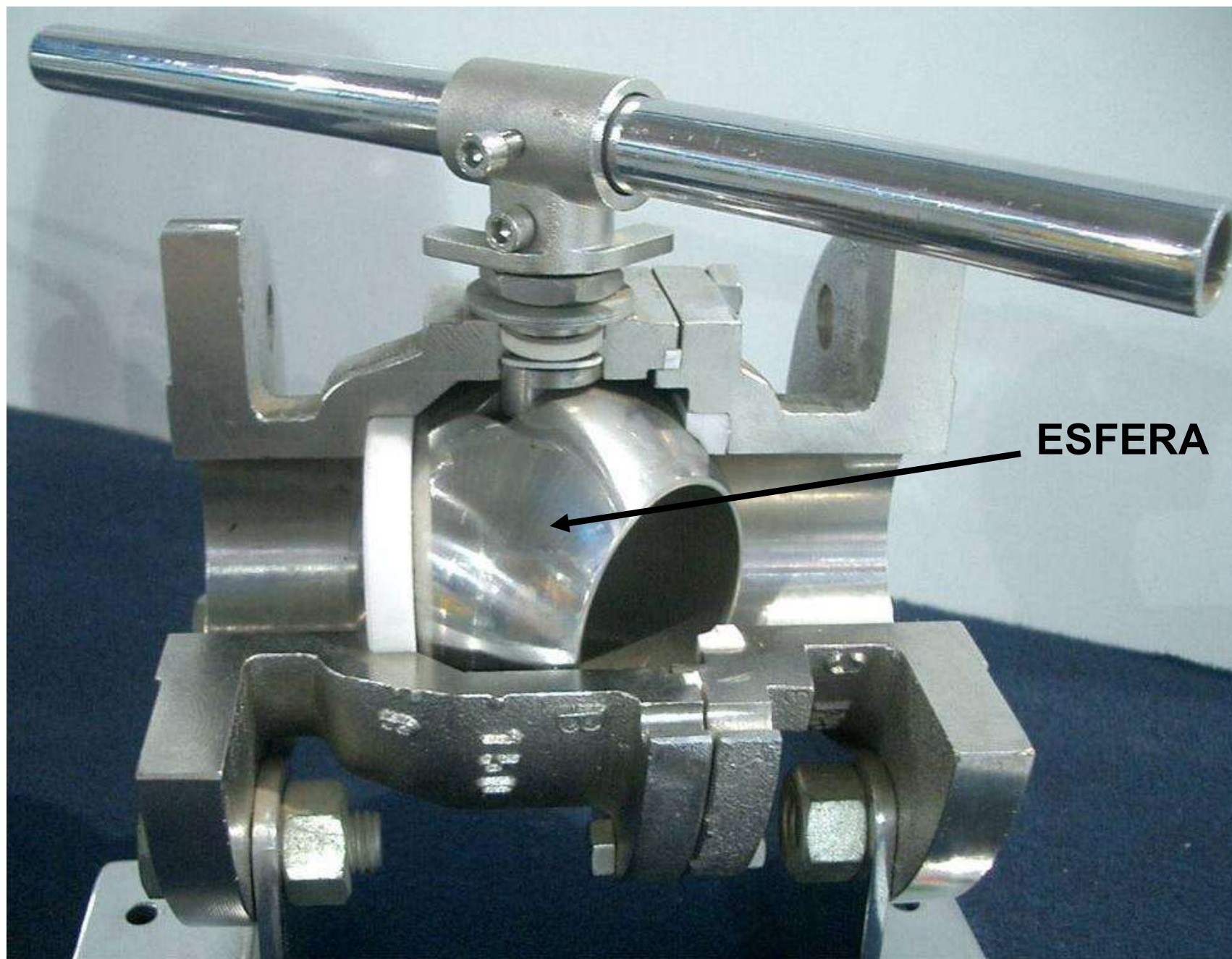




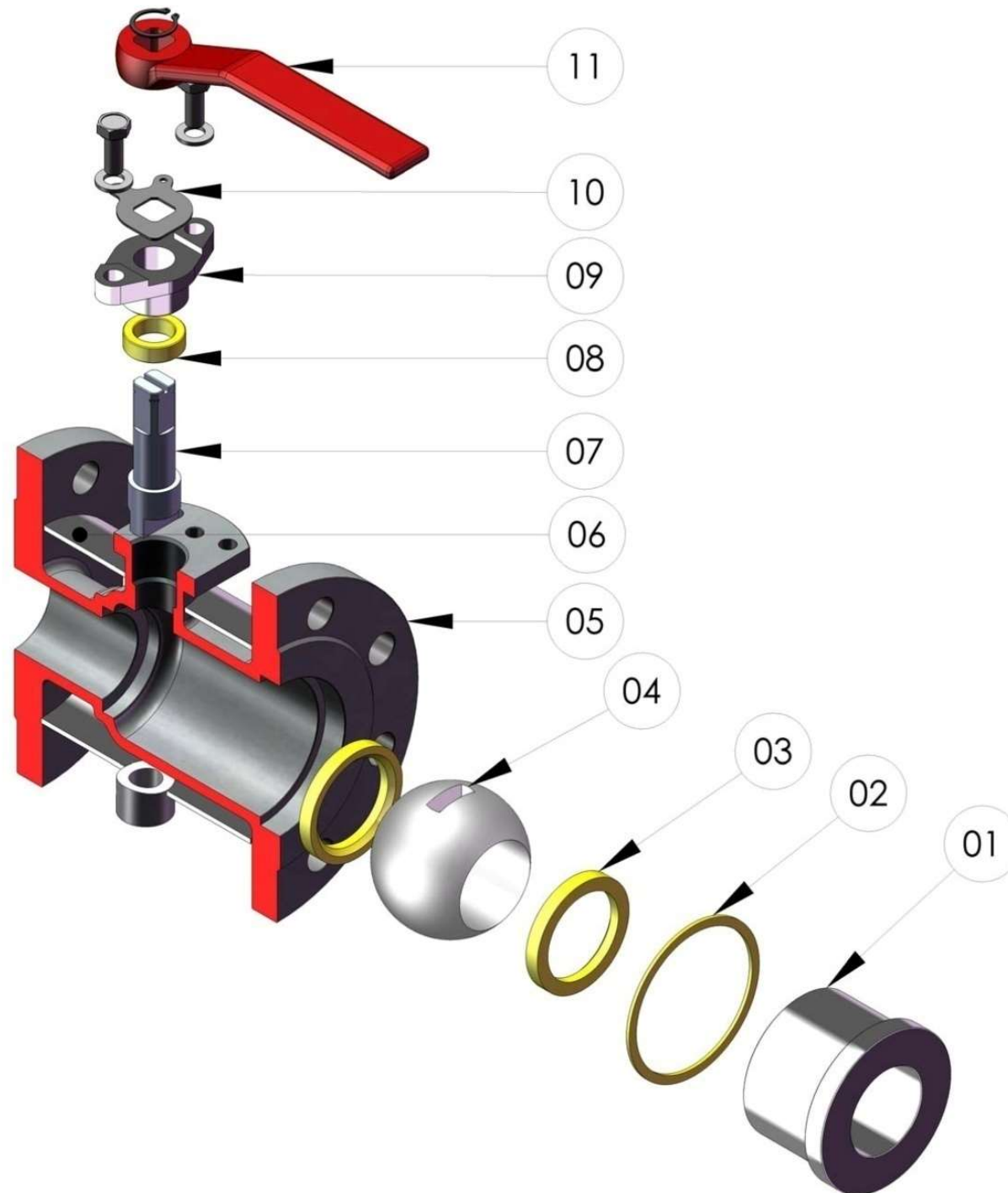


EXEMPLO: VÁLVULA ESFERA – API 6D (ISO 14313)

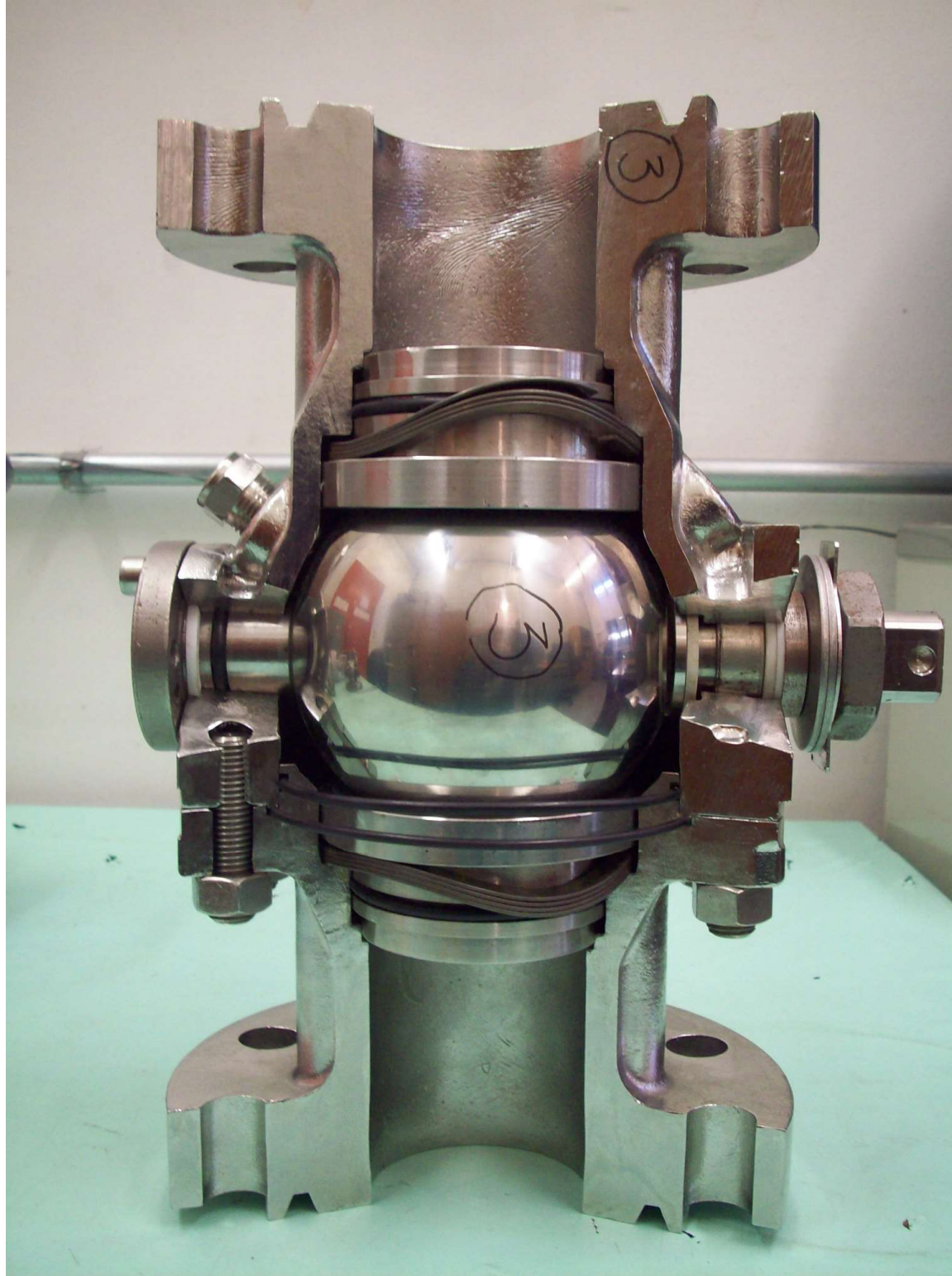




ESFERA



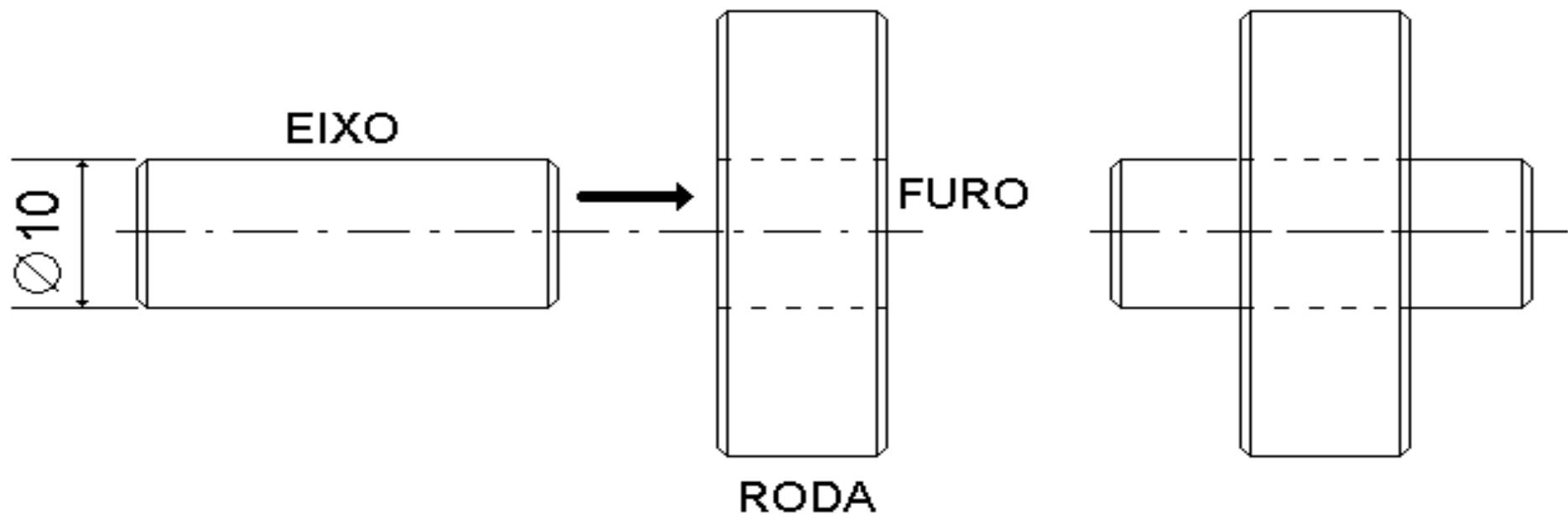
Componentes Básicos de uma Válvulas de Esfera



**COMO ESPECIFICAR A
CONDIÇÃO DE
MONTAGEM DAS PEÇAS?**



**DEFINIR AS
TOLERÂNCIAS
DIMENSIONAIS**

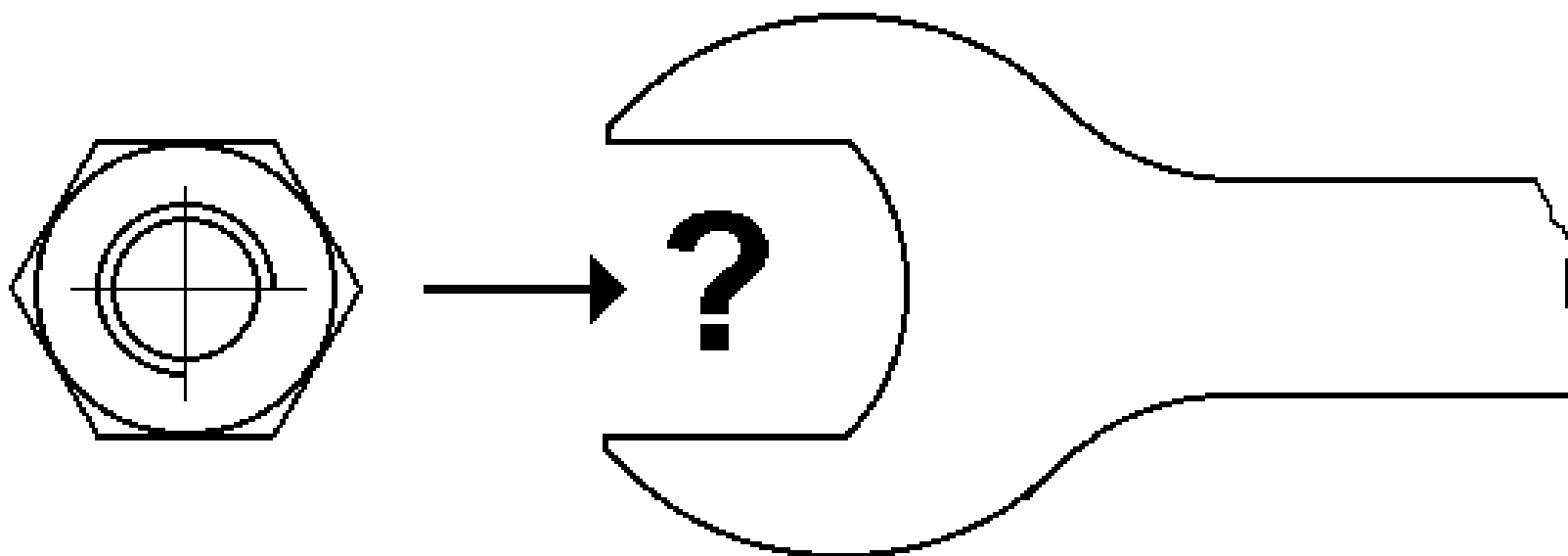


DIÂMETRO NOMINAL (TEÓRICO) DO EIXO - 10 mm

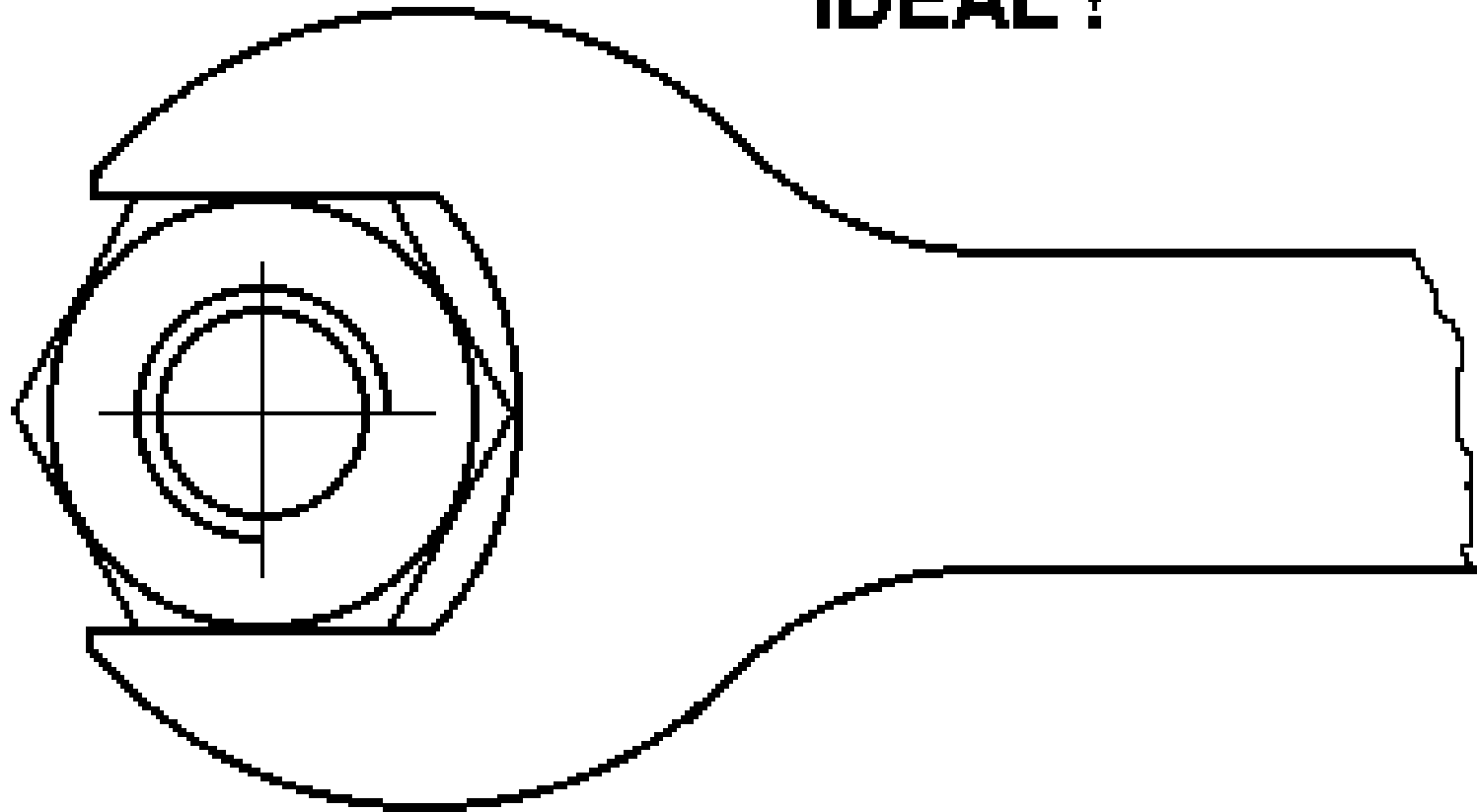
DIÂMETRO REAL (MEDIDO) : 10,05 - 9,98 - 9,95 - 9,90 - 10,10 -
.ETC - **ACEITÁVEL?**

VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS PARA O EIXO E A RODA

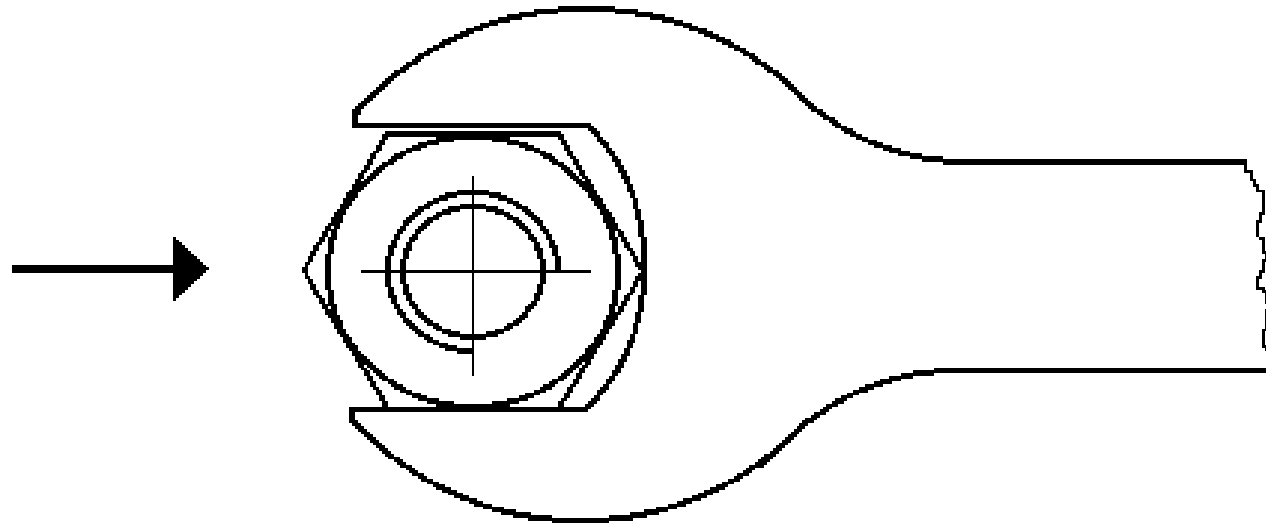
COMO GARANTIR A MONTAGEM CORRETA ENTRA A CHAVE A PORCA?



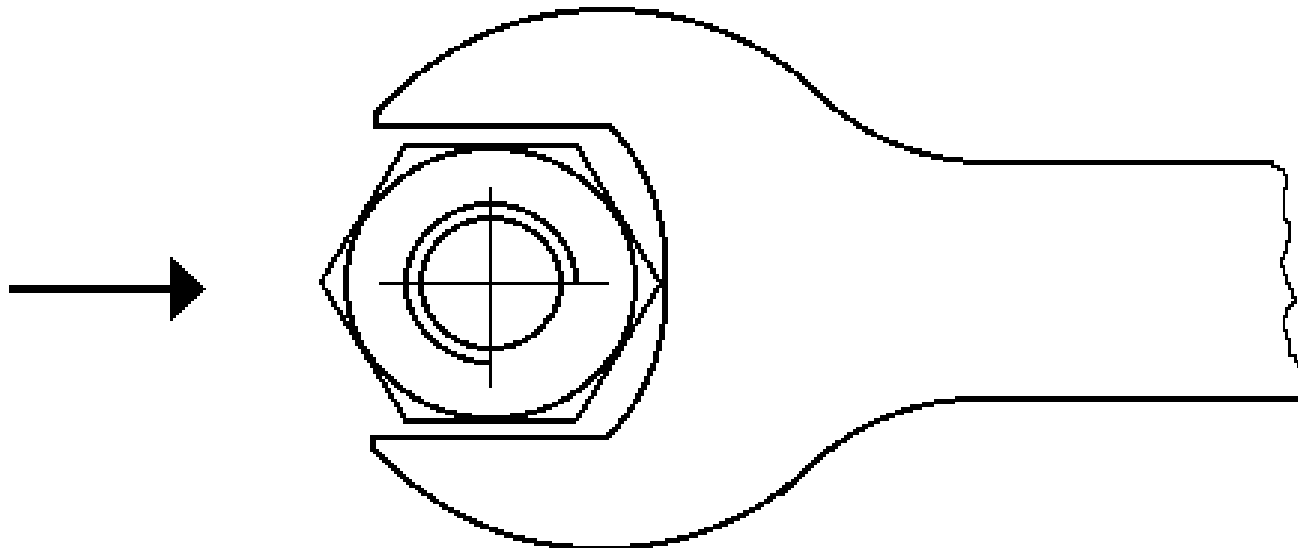
IDEAL !



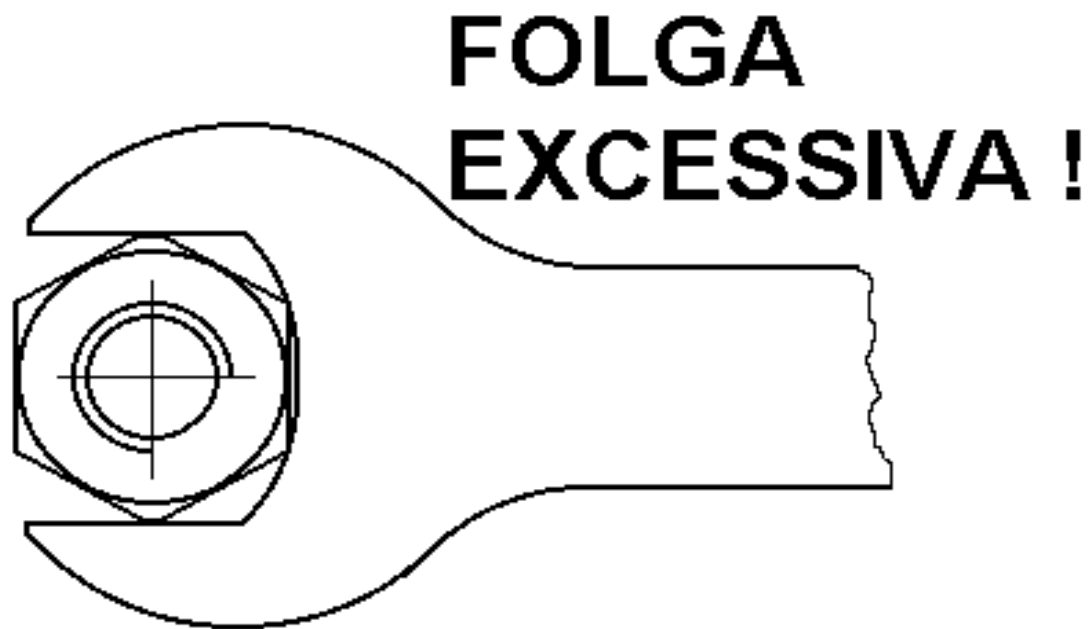
REAL (PEÇAS FABRICADAS) :



OU ?



**A especificação do ajuste é
fundamental para o funcionamento
correto!**



**NÃO OCORRE APERTO
A PORCA " ESPANA "**

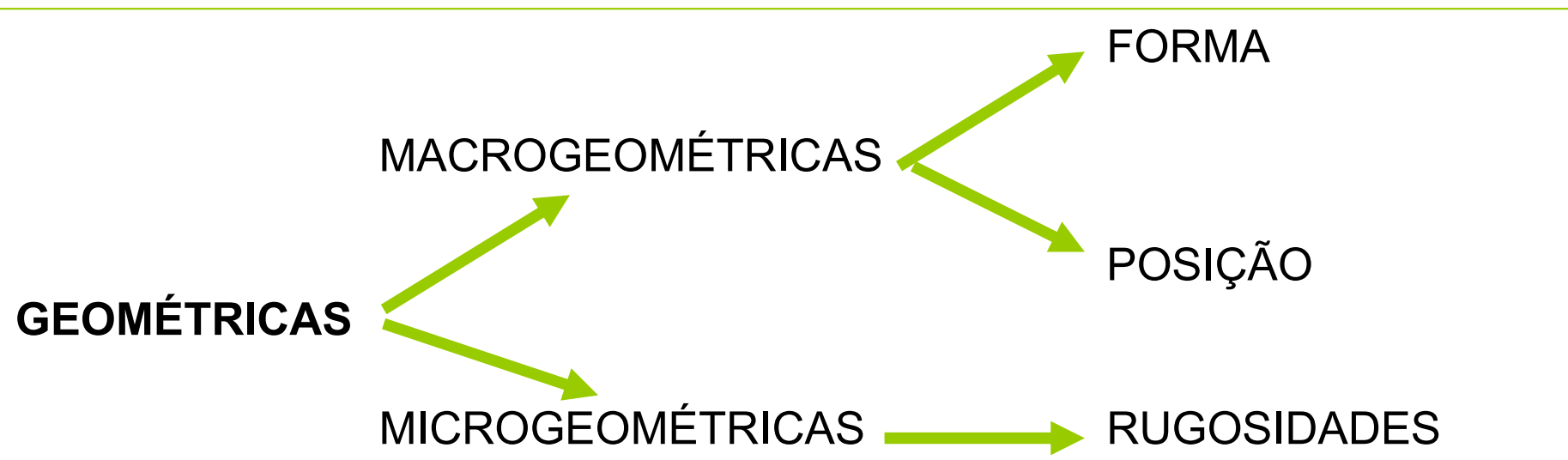
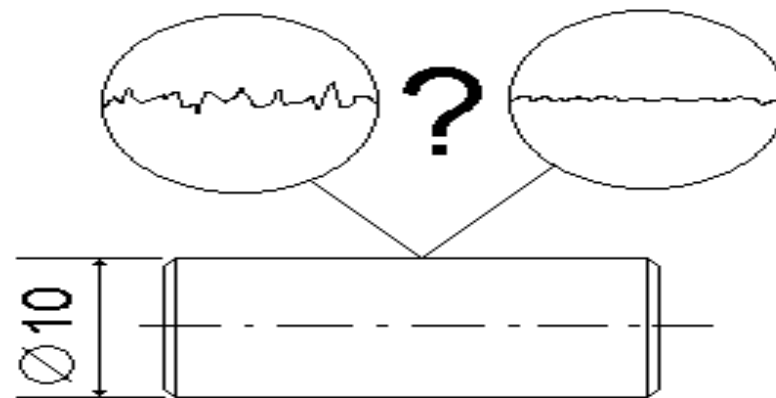
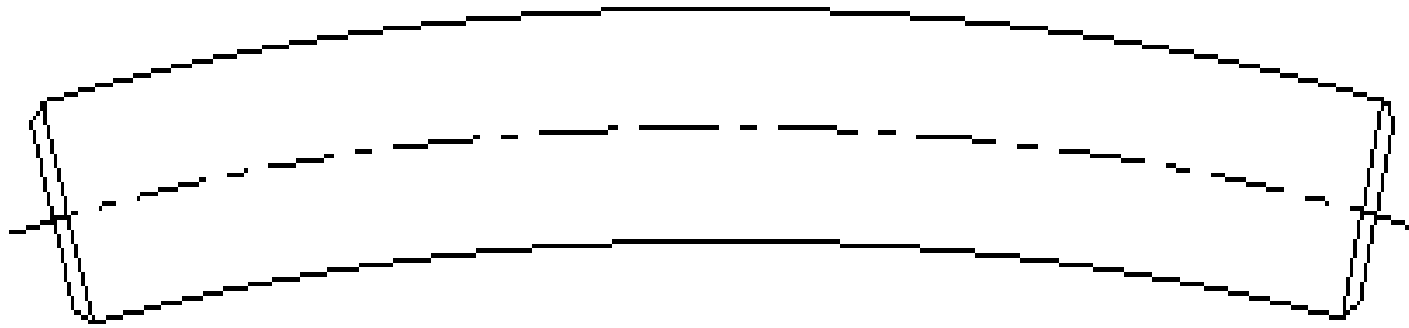
3. DEFINIÇÃO GERAL DE TOLERÂNCIA:

TOLERÂNCIA É A MÁXIMA VARIAÇÃO ADMISSÍVEL DE UMA GRANDEZA FÍSICA DE UMA PEÇA OU CONJUNTO DE PEÇAS, PARA QUE SEJAM MANTIDAS SUAS CONDIÇÕES FUNCIONAIS DE PROJETO.

4. TIPOS DE TOLERÂNCIAS CONTROLADAS:

TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

EM ALGUNS CASOS NÃO SÃO SUFICIENTES



DEFINIÇÃO E REALIZAÇÃO DA TOLERÂNCIA

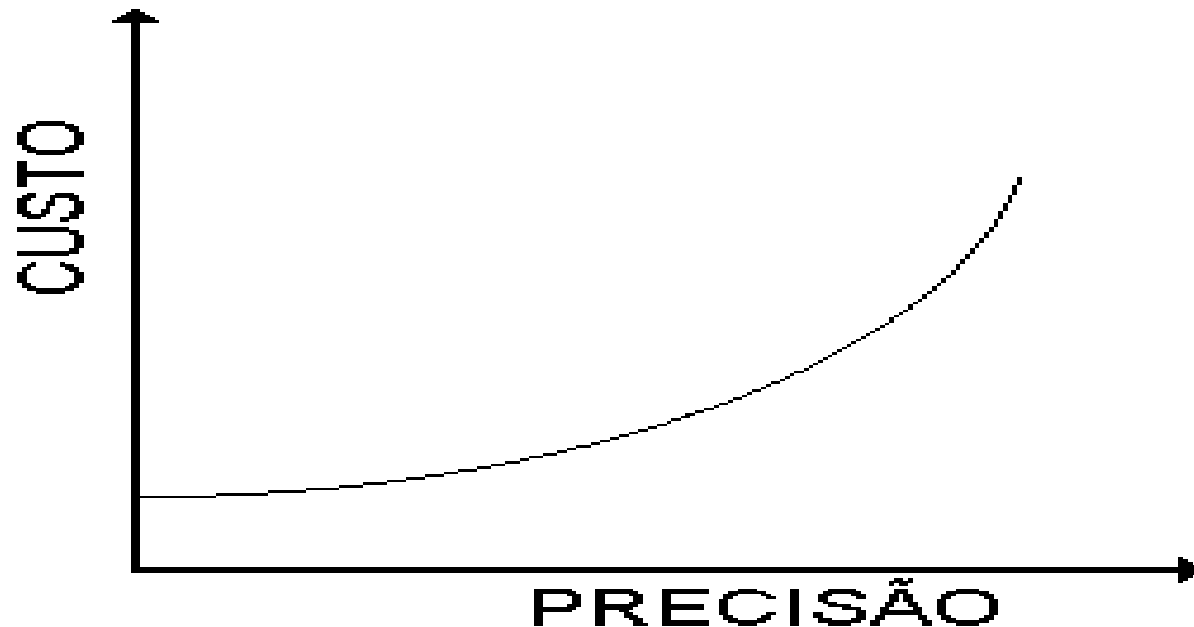
QUEM DEFINE A TOLERÂNCIA: O ENG. DE PROJETO



QUEM REALIZA A TOLERÂNCIA: O ENG. DE FABRICAÇÃO

PRINCIPAL **FATOR NA DEFINIÇÃO** DA TOLERÂNCIA: **FUNÇÃO** DA PEÇA/CONJUNTO

PRINCÍPIO: DEVE-SE SEMPRE ESPECIFICAR A MAIOR TOLERÂNCIA (MENOR PRECISÃO) POSSÍVEL QUE PERMITA ATINGIR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.



5. TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

5.1 TIPOS DE AJUSTES ENTRE PEÇAS:

AJUSTE FOLGADO:

PEÇAS COM MOVIMENTO RELATIVO E/OU MONTAGEM SEM ESFORÇO

EIXO: $\phi 70 -0,025 / -0,050$ **FURO:** $\phi 70 +0,000 / +0,046$
 $69,950 \leq \phi_{\text{eixo}} \leq 69,975$ $70,000 \leq \phi_{\text{furo}} \leq 70,046$

Dimensão Nominal: $\phi 70$

FOLGA MÁXIMA = $0,046 - (-0,050) = 0,096$

Unidade: mm

FOLGA MÍNIMA = $0,000 - (-0,025) = 0,025$

AJUSTE FORÇADO:

PEÇAS SEM MOVIMENTO RELATIVO E/OU COM RETENÇÃO PARA TRANSMISSÃO DE ESFORÇOS - PODEM CAUSAR DANOS ÀS PEÇAS NA DESMONTAGEM.

$$\begin{array}{ll} \textbf{EIXO: } \phi 70 +0,000 / -0,019 & \textbf{FURO: } \phi 70 -0,032 / -0,062 \\ 69,981 \leq \phi_{\text{eixo}} \leq 70,000 & 69,938 \leq \phi_{\text{furo}} \leq 69,968 \end{array}$$

$$\text{INTERFERÊNCIA MÁXIMA} = -0,062 - 0,000 = -0,062$$

$$\text{INTERFERÊNCIA MÍNIMA} = -0,032 - (-0,019) = -0,013$$

AJUSTE INCERTO:

POSICIONAMENTO PRECISO DE PEÇAS, SEM MOVIMENTO RELATIVO E SEM TRANSMISSÃO DE ESFORÇOS - DESMONTÁVEIS.

$$\begin{array}{ll} \textbf{EIXO: } \phi 70 +0,000 / -0,019 & \textbf{FURO: } \phi 70 +0,018 / -0,012 \\ 69,981 \leq \phi_{\text{eixo}} \leq 70,000 & 69,988 \leq \phi_{\text{furo}} \leq 70,018 \end{array}$$

$$\text{INTERFERÊNCIA MÁXIMA} = -0,012 - 0,000 = -0,012$$

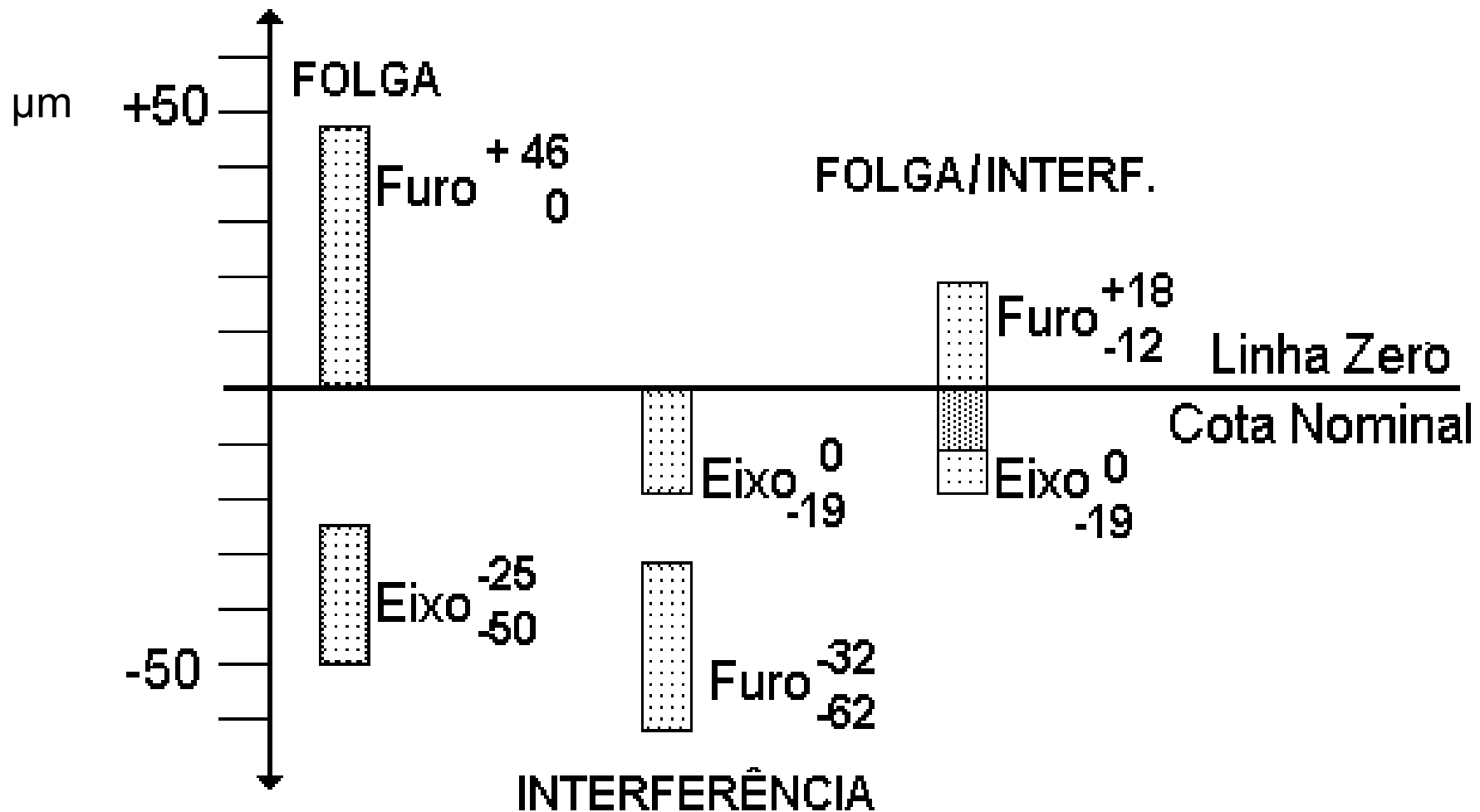
$$\text{FOLGA MÁXIMA} = 0,018 - (-0,019) = 0,037$$

6 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS AJUSTES

EIXO: $\phi 70 -0,025 / -0,050$ **FURO:** $\phi 70 +0,000 / +0,046$

EIXO: $\phi 70 +0,000 / -0,019$ **FURO:** $\phi 70 -0,032 / -0,062$

EIXO: $\phi 70 +0,000 / -0,019$ **FURO:** $\phi 70 +0,018 / -0,012$



5.3 NORMALIZAÇÃO

DIN 7182 ISA ISO R-286
NO BRASIL - ABNT - NBR 6158

5.3.1 NOMENCLATURA BÁSICA:

EIXO : DIMENSÃO REFERIDA A UMA SUPERFÍCIE EXTERNA DA PEÇA

FURO: DIMENSÃO REFERIDA A UMA SUPERFÍCIE INTERNA DA PEÇA

DIMENSÃO (COTA) NOMINAL: VALOR TEÓRICO DE REFERÊNCIA DA PEÇA

DIMENSÃO (COTA) EFETIVA: VALOR REAL (MEDIDO) NA PEÇA

AFASTAMENTO SUPERIOR: DIFERENÇA ALGÉBRICA ENTRE A DIMENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL E A DIMENSÃO NOMINAL

AFASTAMENTO INFERIOR: DIFERENÇA ALGÉBRICA ENTRE A DIMENSÃO MÍNIMA ADMISSÍVEL E A DIMENSÃO NOMINAL

CAMPO DE TOLERÂNCIA: É A DIFERENÇA ALGÉBRICA ENTRE O AFASTAMENTO SUPERIOR E O INFERIOR

5.3.2 PADRONIZAÇÃO DAS NORMAS ISO / ABNT

DIMENSÕES: 2 CAMPOS
ATÉ 500 MM



DE 500 MM ATÉ 3150 MM

GRUPOS DE DIMENSÕES

5.3.3 UNIDADE DE TOLERÂNCIA

$$i = 0,45 D^{1/3} + 0,001D \text{ (até 500 mm)}$$

$$I = 0,004 D + 2,1 \text{ (de 500 mm até 3150 mm)}$$

5.3.4 CAMPO DE TOLERÂNCIAS - TOLERÂNCIAS FUNDAMENTAIS – QUALIDADE DE TRABALHO

ATÉ 500 MM => 19 QUALIDADES (IT01, IT0, IT1, ..., IT17)

DE 500 ATÉ 3150 => 11 QUALIDADES (IT6, ..., IT16)

TOLERÂNCIAS FUNDAMENTAIS PARA DIMENSÕES ATÉ 500 MM

IT	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i

OBJETIVO:

MANTER O MESMO GRAU DE PRECISÃO EM TODAS AS PEÇAS COM A MESMA QUALIDADE (TOLERÂNCIA FUNDAMENTAL), INDEPENDENTEMENTE DA DIMENSÃO NOMINAL.

INDICAÇÃO GENÉRICA DAS QUALIDADES (01, 0, 1,....,17):

ATÉ 5 - CALIBRADORES E INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

DE 5 ATÉ 11 - PEÇAS DE USO GERAL PARA MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS

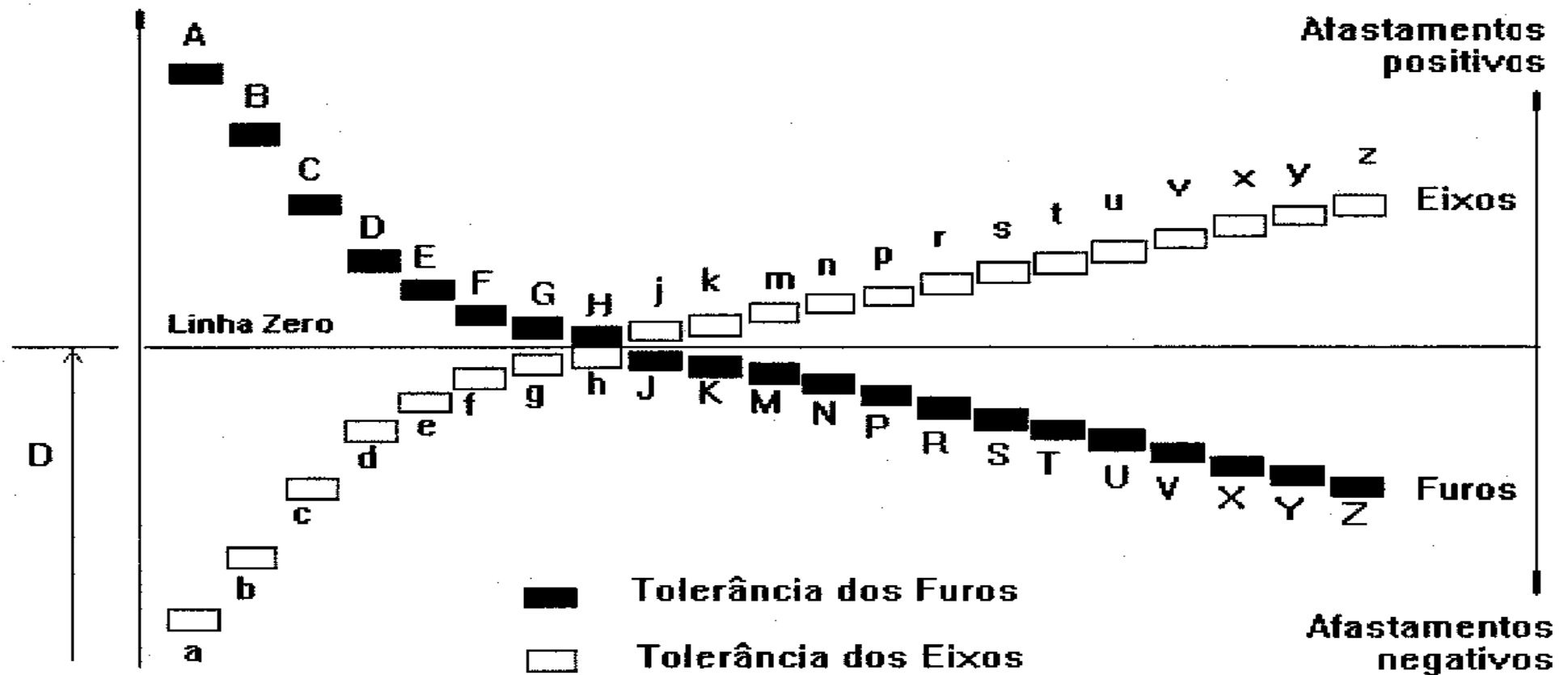
DE 11 ATÉ 17 - PEÇAS GROSSEIRAS E ISOLADAS

5.4 POSIÇÃO DO CAMPO DE TOLERÂNCIA EM RELAÇÃO À LINHA ZERO

28 POSIÇÕES - DESVIOS FUNDAMENTAIS

A, B, ..., ZC PARA **FUROS**

a, b, ..., zc PARA **EIXOS**



5.5 Tolerâncias Dimensionais - Tabelas ISO

- Indicam a **composição dos desvios fundamentais com a qualidade de trabalho**, permitindo a leitura direta dos afastamentos superior e inferior admissíveis para uma determinada dimensão, como função da tolerância dimensional definida para a mesma.
- A especificação da tolerância dimensional de uma dimensão específica é dada pela seguinte representação:

$$\phi 30 H7 = \phi 30^{+0,021}_{+0,000}$$

$$\phi 30 f7 = \phi 30^{-0,020}_{-0,041}$$

Tolerâncias Dimensionais - Tabelas ISO

Dimen.	IT 05	IT06	IT07	IT08	IT09	IT10	IT11	IT12
De 3 a 6	5	8	12	18	30	48	75	120
De 6 a 10	6	9	15	22	36	58	90	150
De 10 a 18	8	11	18	27	43	70	110	180
De 18 a 30	9	13	21	33	52	84	130	210

1)

	a	b	c	d	e	f	g	h	m	n	p
Dimen.	-	-	-	-	-	-	-		+	+	+
De 3 a 6	270	140	70	30	20	10	4	0	4	8	12
De 6 a 10	280	150	80	40	25	13	5	0	6	10	15
De 10 a 18	290	150	95	50	32	16	6	0	7	12	18
De 18 a 30	300	160	110	65	40	20	7	0	8	15	22

1)

	A	B	C	D	E	F	G	H	M ⁽¹⁾	N ⁽²⁾	P ⁽³⁾
Dimen.	+	+	+	+	+	+	+		-	-	-
De 3 a 6	270	140	70	30	20	10	4	0	4	0	12
De 6 a 10	280	150	80	40	25	13	5	0	6	0	15
De 10 a 18	290	150	95	50	32	16	6	0	7	0	18
De 18 a 30	300	160	110	65	40	20	7	0	8	0	22

1)

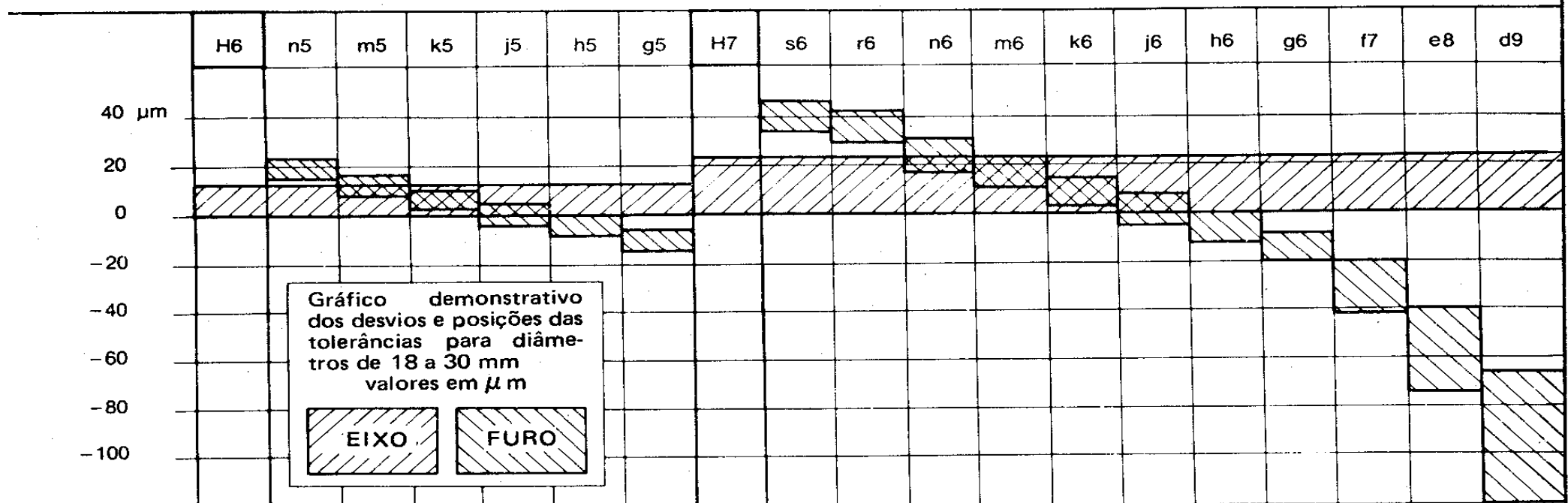
(1) Para qualidades de trabalho acima de IT 8

(2) Para qualidades de trabalho acima de IT 9

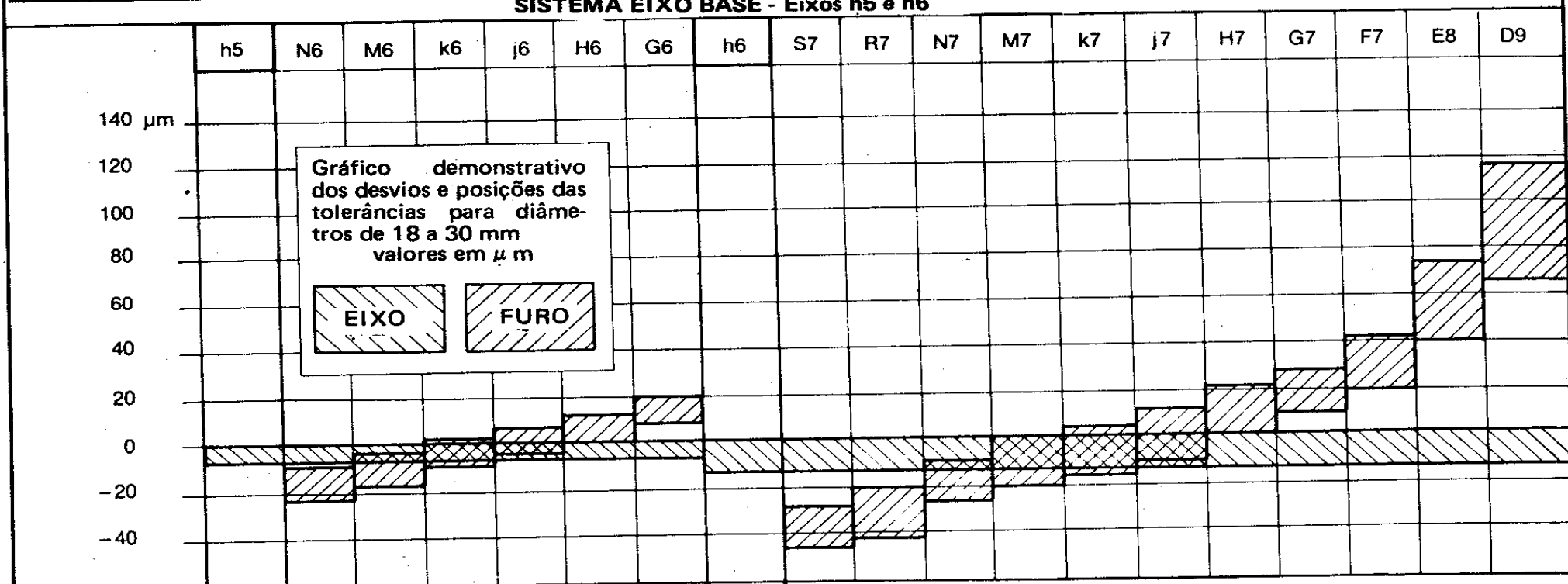
(3) Para qualidades de trabalho acima de IT 7

Valores expressos em μm

SISTEMA FURO BASE - Furos H6 e H7

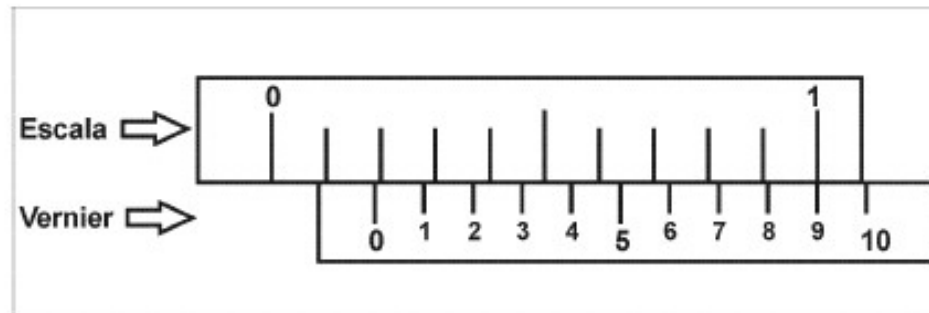
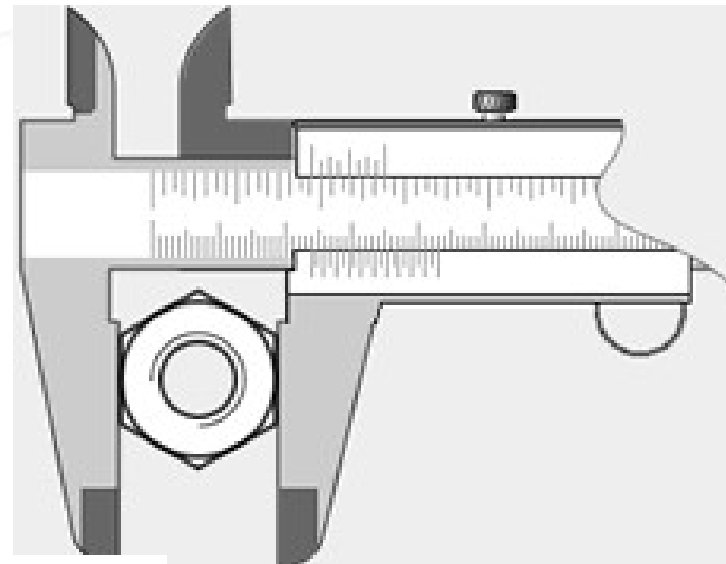
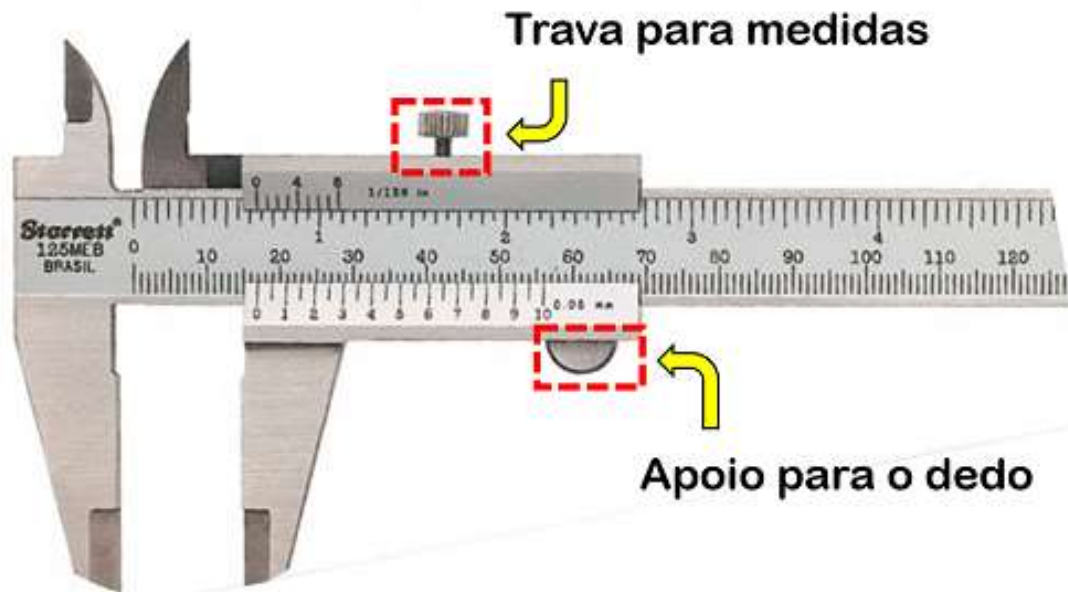
[illegible]

SISTEMA EIXO BASE - Eixos h5 e h6



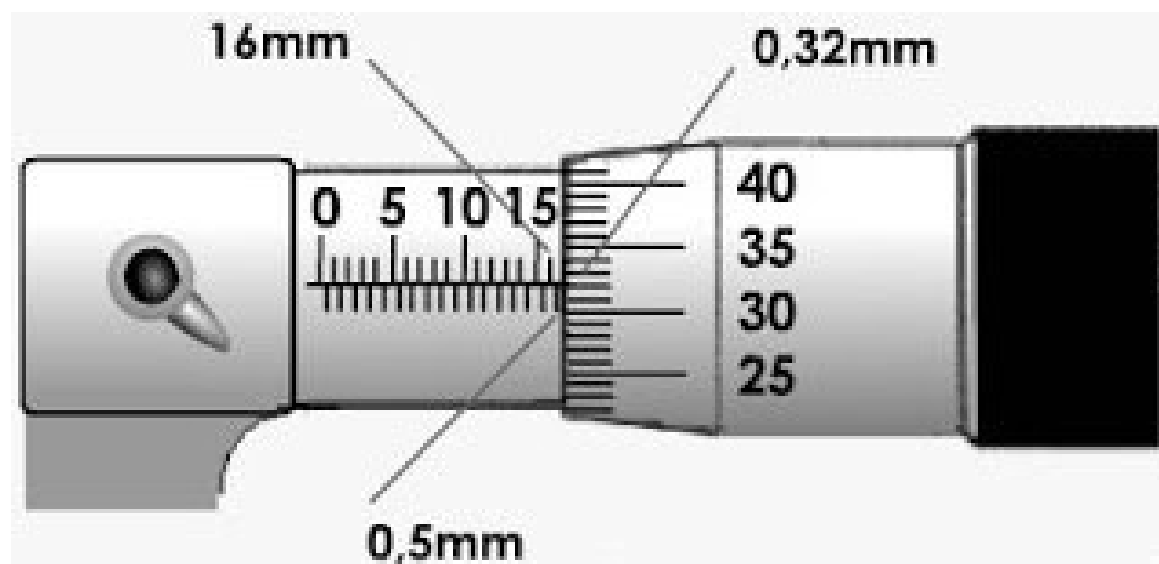
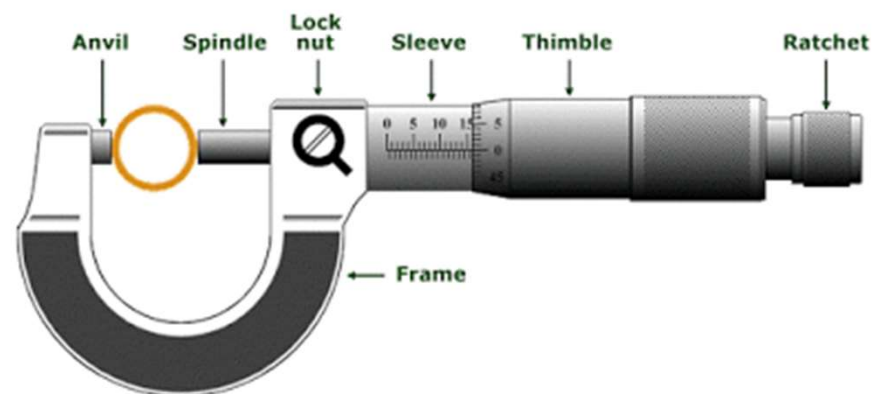
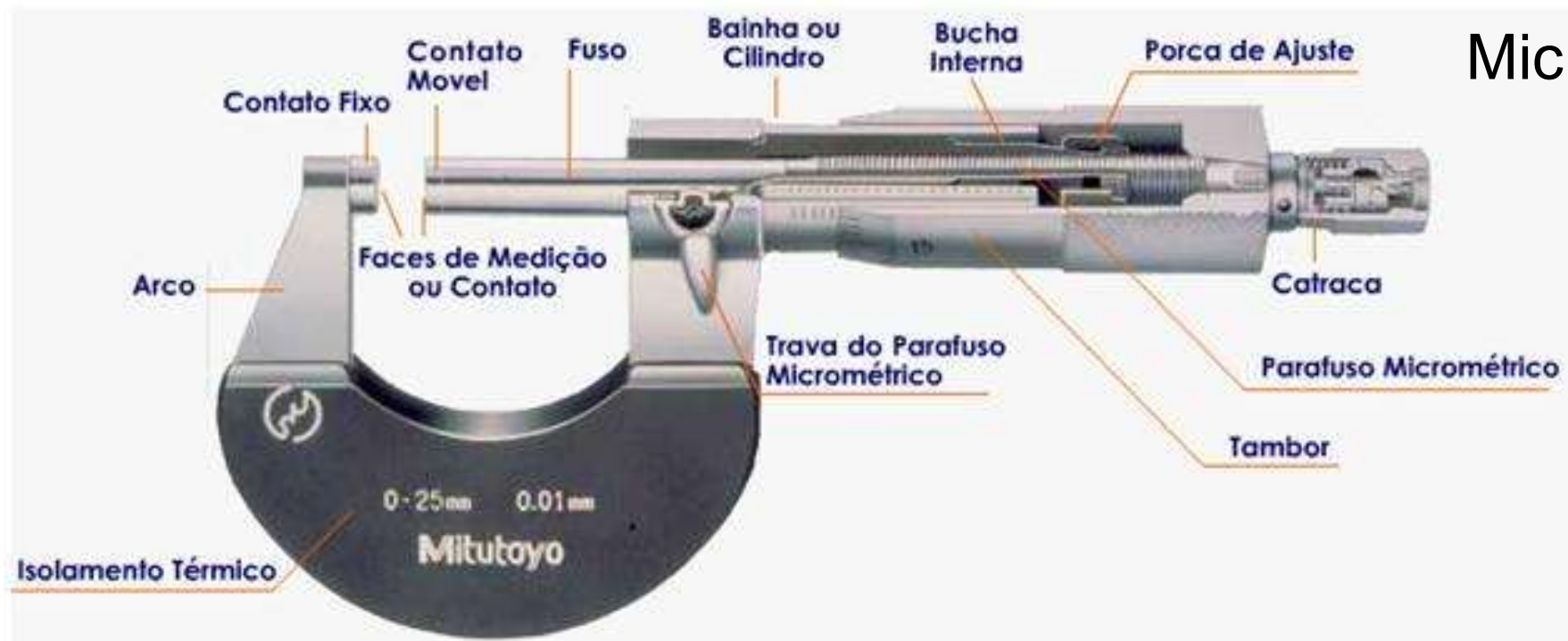
Grupos de dimensões mm	EIXO	FURO						EIXO	FURO										
	h5	N6	M6	K6	J6	H6	G6	h6	S7	R7	N7	M7	K7	J7	H7	G7	F7	E8	D9
de 1 a 3	0 - 4	- 4 - 10	- 2 - 8	0 - 6	+ 2 - 4	+ 6 0	+ 8 + 2	0 - 6	- 14 - 24	- 10 - 20	- 4 - 14	- 2 - 12	0 - 10	+ 4 - 6	+ 10 0	+ 12 + 2	+ 16 + 6	+ 28 + 14	+ 45 + 20
de 3 a 6	0 - 5	- 5 - 13	- 1 - 9	+ 2 - 6	+ 5 - 3	+ 8 0	+ 12 + 4	0 - 8	- 15 - 27	- 11 - 23	- 4 - 16	0 - 12	+ 3 - 9	+ 6 - 6	+ 12 0	+ 16 + 4	+ 22 + 10	+ 38 + 20	+ 60 + 30
de 6 a 10	0 - 6	- 7 - 16	- 3 - 12	+ 2 - 7	+ 5 - 4	+ 9 0	+ 14 + 5	0 - 9	- 17 - 32	- 13 - 28	- 4 - 19	0 - 15	+ 5 - 10	+ 8 - 7	+ 15 0	+ 20 + 5	+ 28 + 13	+ 47 + 25	+ 76 + 40
de 10 a 18	0 - 8	- 9 - 20	- 4 - 15	+ 2 - 9	+ 6 - 5	+ 11 0	+ 17 + 6	0 - 11	- 21 - 39	- 16 - 34	- 5 - 23	0 - 18	+ 6 - 12	+ 10 - 8	+ 18 0	+ 24 + 6	+ 34 + 16	+ 59 + 32	+ 93 + 50
de 18 a 30	0 - 9	- 11 - 24	- 4 - 17	+ 2 - 11	+ 8 - 5	+ 13 0	+ 20 + 7	0 - 13	- 27 - 48	- 20 - 41	- 7 - 28	0 - 21	+ 6 - 15	+ 12 - 9	+ 21 0	+ 28 + 7	+ 41 + 20	+ 73 + 40	+ 117 + 65
de 30 a 40	0	- 12	- 4	+ 3	+ 10	+ 16	+ 25	0	- 34	- 25	- 8	0	+ 7	+ 14	+ 25	+ 34	+ 50	+ 89	+ 142
de 40 a 50	- 11	- 28	- 20	- 13	- 6	0	+ 9	- 16	- 59	- 50	- 33	- 25	- 18	- 11	0	+ 9	+ 25	+ 50	+ 80
de 50 a 65	0	- 14	- 5	+ 4	+ 13	+ 19	+ 29	0	- 42 - 72	- 30 - 60	- 9	0	+ 9	+ 18	+ 30	+ 40	+ 60	+ 106	+ 174
de 65 a 80	- 13	- 33	- 24	- 15	- 6	0	+ 10	- 19	- 48 - 78	- 32 - 62	- 39	- 30	- 21	- 12	0	+ 10	+ 30	+ 60	+ 100

Paquímetro

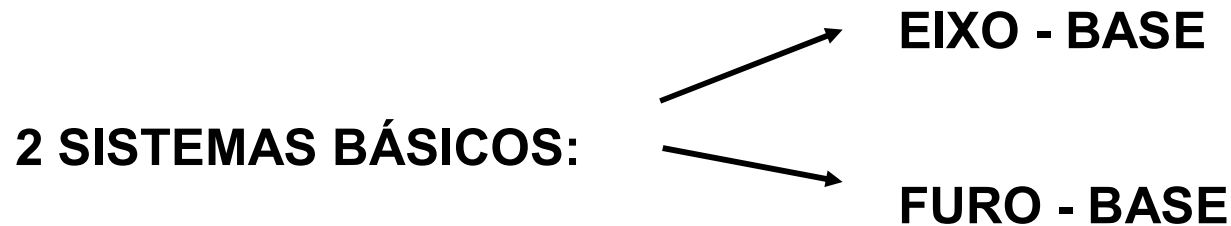


Leitura do Paquímetro:
1,9 mm

Micrômetro



6. SISTEMAS DE AJUSTES



SISTEMA EIXO - BASE => A COTA DO EIXO TEM POSIÇÃO DO CAMPO DE TOLERÂNCIA - **h**

SISTEMA FURO - BASE => A COTA DO FURO TEM POSIÇÃO DO CAMPO DE TOLERÂNCIA - **H**

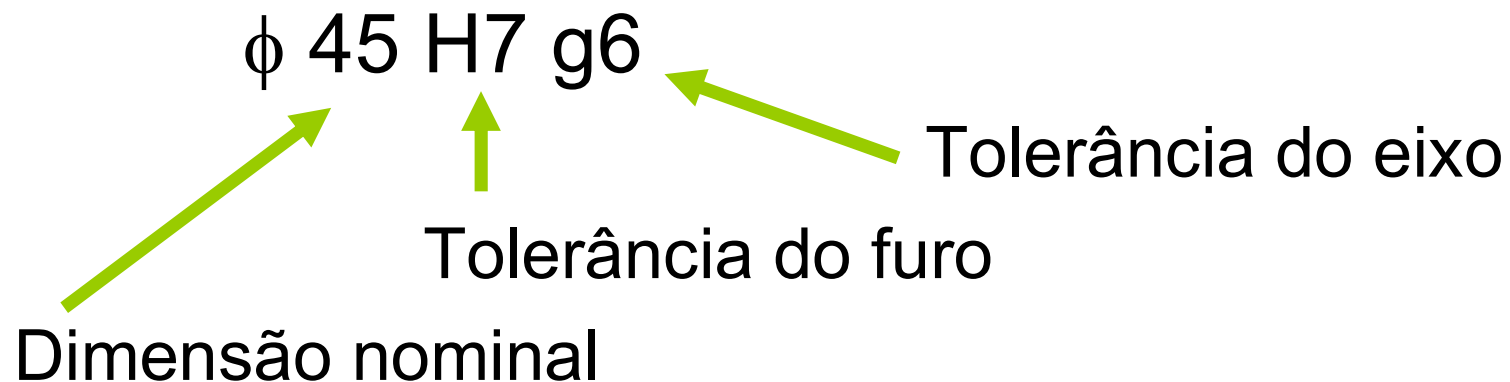
ESCOLHA: ADOTAR POSIÇÃO **H/h** PARA A COTA (PEÇA) DE REFERÊNCIA OU DE MAIOR DIFICULDADE (CUSTO) DE FABRICAÇÃO.

IMPORTANTE: **SOBRE UMA MESMA COTA NOMINAL (REGIÃO DA PEÇA) NUNCA ESPECIFICAR MAIS DE 1 TIPO DE TOLERÂNCIA!**

ESCOLHA PREFERENCIAL: SISTEMA FURO-BASE.

POR QUÊ?

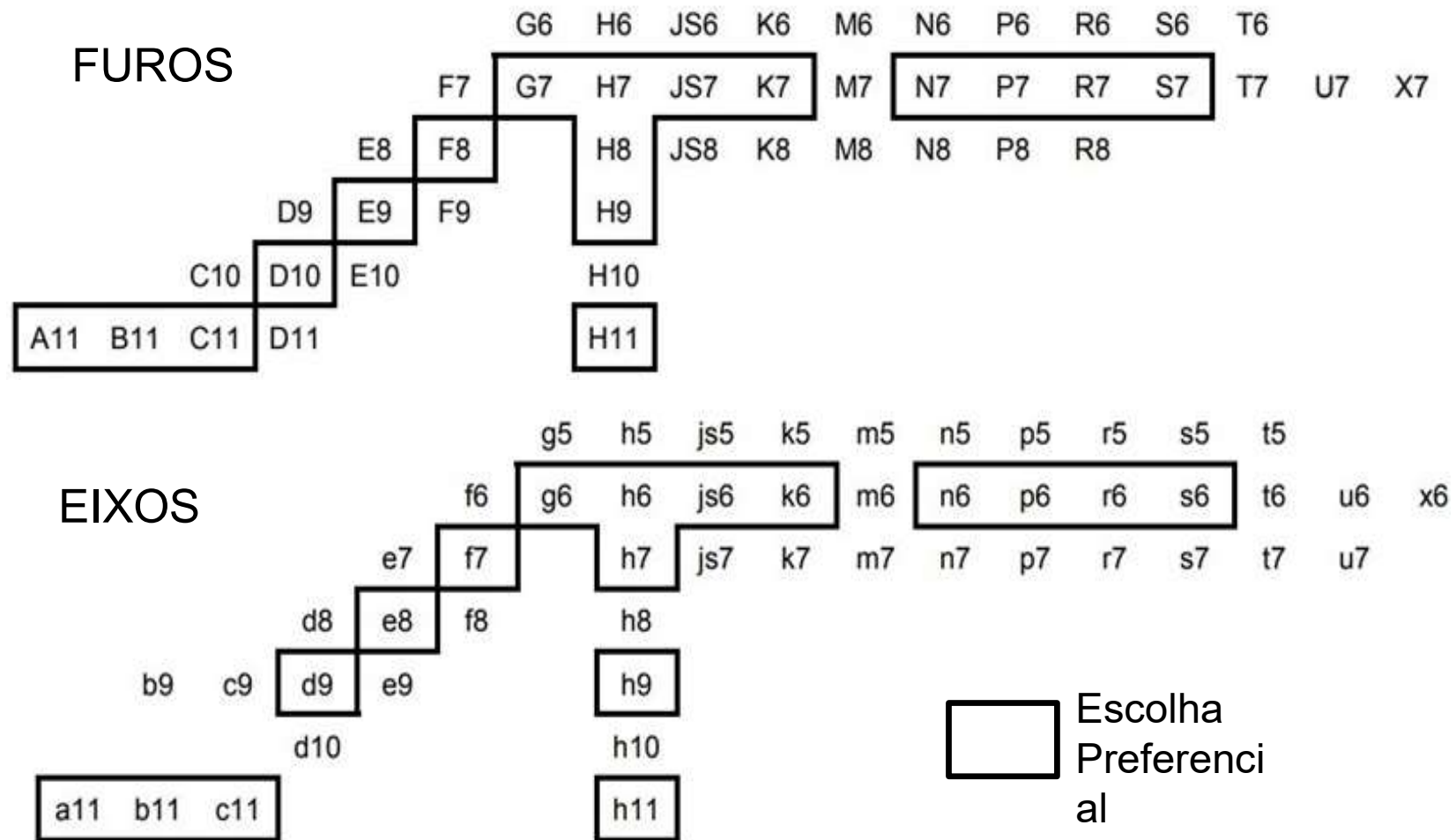
- Indicação de um ajuste entre um furo e um eixo, indicar primeiro a tolerância do furo e na sequência a tolerância do eixo



- Equivalência entre ajustes nos sistemas eixo base e furo base
- H7 g6 equivale a G7 h6**
H6 n5 equivale a N6 h5

Tolerâncias Dimensionais Preferenciais – ISO 286-1:2010

Restringindo-se a seleção de tolerâncias dimensionais pode-se evitar a desnecessária multiplicidade de ferramentas e dispositivos



Ajustes Preferenciais no Sistema Furo-Base (ISO

28

FURO BASE	Classe de Tolerância para Eixo											
	AJUSTE FOLGADO				INCERTO				FORÇADO			
H 6					g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	
H 7				f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6 s6 t6 u6 x6
H 8			e7	f7		h7	js7	k7	m7			s7 u7
H 9			d8	e8	f8	h8						
H 9			d8	e8	f8	h8						
H 10	b9	c9	d9	e9		h9						
H 11	b11	c11	d10			h10						

Ajustes Preferenciais no Sistema Eixo-Base (ISO

28

EIXO BASE	Classe de Tolerância para Furo											
	AJUSTE FOLGADO				INCERTO				FORÇADO			
h 5					G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6	
h 6				F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7 S7 T7 U7 X7
h 7			E8	F8		H8						
h 8			D9	E9	F9	H9						
h 8				E8	F8	H8						
h 9			D9	E9	F9	H9						
h 9	B11	C10	D10			H10						

☐ Escolha Preferencial

Ajustes Preferenciais ISO

Furo-Base	Eixo-Base	Tipo de Ajuste	Descrição
H11 c11	C11 h11	Folgado	Ajuste deslizante folgado para tolerâncias comerciais grandes
H9 d9	D9 h9		Ajuste folgado livre para uso onde a precisão é essencial e onde há grandes variações de temperatura, altas velocidades ou altas cargas no mancal
H8 f7	F8 h7		Ajuste deslizante justo para máquinas de precisão e para velocidades e pressões moderadas nos mancais
H7 g6	G7 h6		Ajuste deslizante não projetado para se movimentar livremente mas deslizar ou rodar e localizar com precisão
H7 h6	H7 h6		Ajuste folgado para localização de peças estacionárias mas que pode ser montado e desmontado livremente
H7 k6	K7 h6	Incerto	Ajuste Incerto para localização precisa e um compromisso entre folga e interferência
H7 n6	N7 h6		Ajuste Incerto para localização mais precisa onde maiores interferências são permitidas
H7 p6	P7 h6	Forçado	Ajuste Forçado para peças que requerem rigidez e alinhamento de alta precisão de localização mas sem requisitos especiais de pressão de montagem no furo
H7 s6	S7 h6		Ajuste Forçado Médio para peças normais em aço ou ajuste por encolhimento em seções leves. Ajuste forçado limite para uso em ferros fundidos
H7 u6	U7 h6		Ajuste Forçado Pesado adequado para peças que podem ser altamente carregadas ou para ajustes por encolhimento onde as altas forças de montagem são impraticáveis

- **Tipos básicos de ajustes em função da precisão de fabricação**
- **PRECISOS**
 - **H7/h6 – Deslizante. Deslocável à mão lubrif. – Sem jogo**
 - **H7/g6 – Rotativo justo. Sem jogo perceptível**
 - **H7/f7 – Rotativo. Jogo Perceptível**
- **NORMAIS-FINOS**
 - **H8/h8 – Deslizante sem esforço**
 - **H8/f8 – Rotativo. Jogo Perceptível**
- **NORMAIS**
 - **H11/h11 – Encaixe Fácil. Jogo pequeno**
 - **H11/d11 – Encaixe Fácil . Jogo médio/alto**

INDICAÇÕES DE AJUSTES DA BIBLIOGRAFIA

TOLERÂNCIAS ISO		TABELA 17
Ajustes furo-base de emprego comum		
Ajuste	APLICAÇÕES - MONTAGEM	EXEMPLOS
$\frac{H6}{g5}$	Partes rotativas de alta precisão, com cargas bastante fortes, lubrificação racional e sustentação hidrodinâmica correta. Montagem: à mão livre.	Eixos rotativos de aço, enriquecidos e retificados, em bronzinas (para não repassar à mão, com acoplamento externo H6/n5, ou para repassar à mão, com acoplamento externo H6/p5). Mandris de retificadoras e de alisadoras, em bronzinas registráveis (no ato do registro). Rotores de bombas com engrenagens a óleo, de alta precisão, na caixa (no sentido radial ou axial).
$\frac{H6}{h5}$ $\frac{H6}{h6}$	Centragens e acoplamentos de alta precisão, deslocáveis axialmente, ou dotados de movimento rotatório lento ou de caráter oscilatório, com lubrificação incerta. Montagem: de deslocamento manual.	Alavancas oscilantes móveis de cames, em bronzina. Hastes de pistões e pistões sem segmentos, para bombas de óleo. Luvas porta-mandris e mandris para fresadoras ou perfuradoras de alta precisão. Cavilhas nos patins de comando de juntas de alta precisão. Gavetas ou registros de oscilação axial ou rotativa, para comandos hidráulicos de alta precisão. Cunhas de posicionamento de alta precisão.
$\frac{H6}{j5}$ $\frac{H6}{j6}$	Acoplamentos de precisão, de partes reciprocamente paradas, destacáveis à mão; espaços fixos de centragem de alta precisão; acoplamentos estreitos deslizáveis axialmente, em geral em curtos espaços. Montagem: à mão com leves golpes de martelo.	Engrenagens de mudança, montadas com lingüetas. Brocas de centragem de posição, de dois diâmetros, na parte desmontável.
$\frac{H6}{n5}$	Acoplamentos bloqueados, não desmontáveis à mão. Partes que não precisam de suporte axial, assim como a rotação de força, a montar a quente com martelo de madeira ou à frio na prensa (esta operação frequentemente não permite montagens sucessivas). Montagem: à mão com martelo ou prensa e com diferença de temperatura.	Engrenagens de força fixas, montadas com lingüetas, para serem desmontadas raramente. Coroas de bronze para rodas dentadas helicoidais sobre eixo de aço ou de gusa. Entalhes planos desmontáveis (cavilhas de dois diâmetros, nas forquilhas para engrenagens). Bronzinas em sua parte externa (se for desmontável com uma certa frequência). Cavilhas de centragem a dois diâmetros (na parte em local fixo).

- **EXEMPLOS:**

- Para diâmetros de ϕ 10 mm

- **PRECISO**

- H7/g6 – Rotativo justo. Sem jogo perceptível

+0,015

-0,005

- FURO H7 => ϕ 10

0,000

EIXO g6 => ϕ 10

-0,014

- FOLGA MÍNIMA = 0,005 mm FOLGA MÁXIMA = 0,029 mm

- **NORMAIS**

- H11/d11 – Encaixe Fácil . Jogo médio/alto

+0,090

-0,040

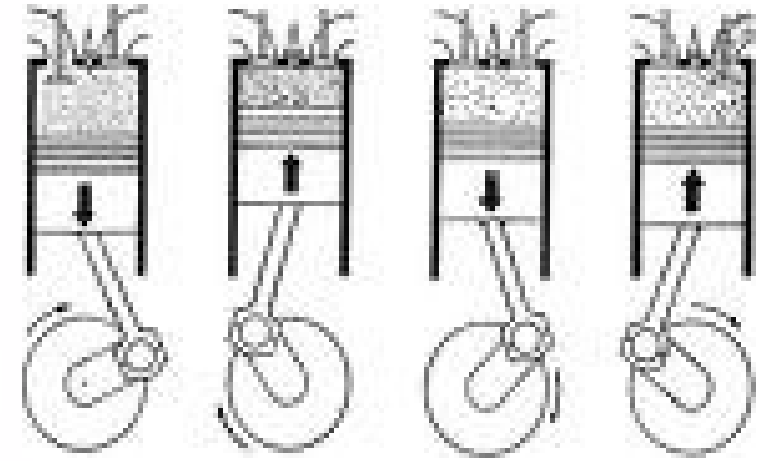
- FURO H11 => ϕ 10

0,000

EIXO d11 => ϕ 10

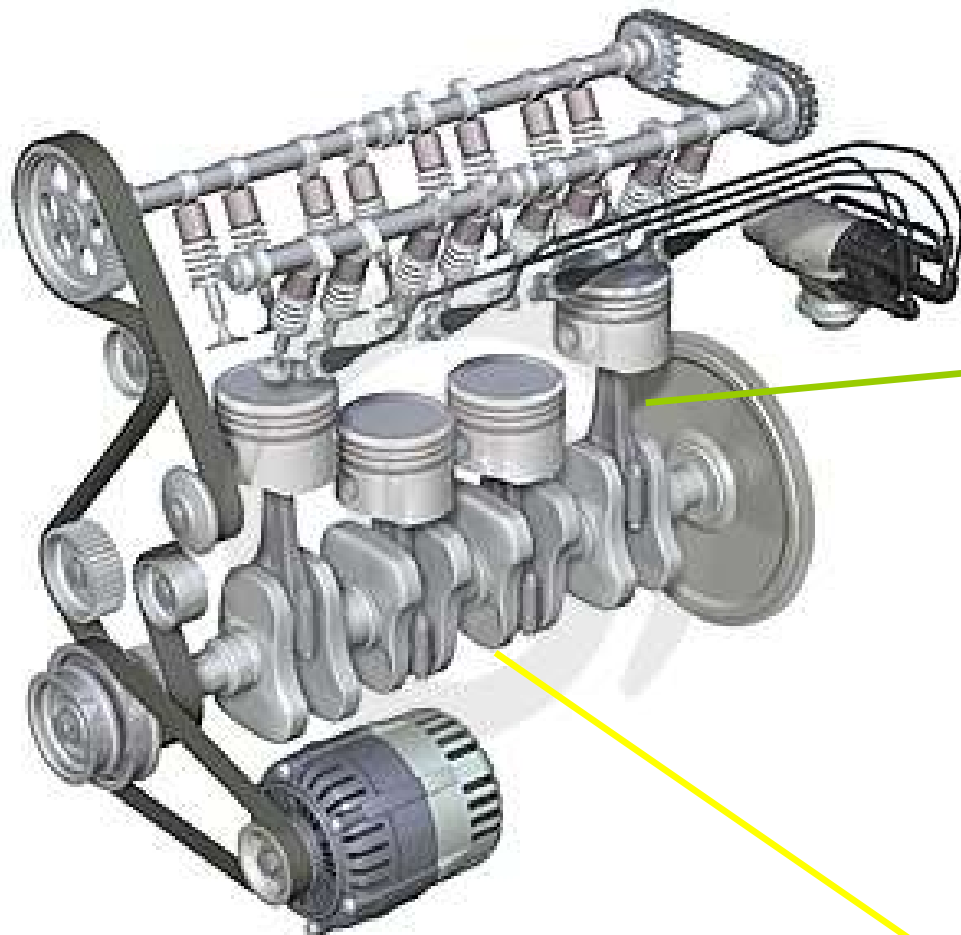
-0,130

- FOLGA MÍNIMA = 0,040 mm FOLGA MÁXIMA = 0,220 mm



- Exemplo de ajuste entre componentes mecânicos

- Motor de Combustão Interna*



Biela

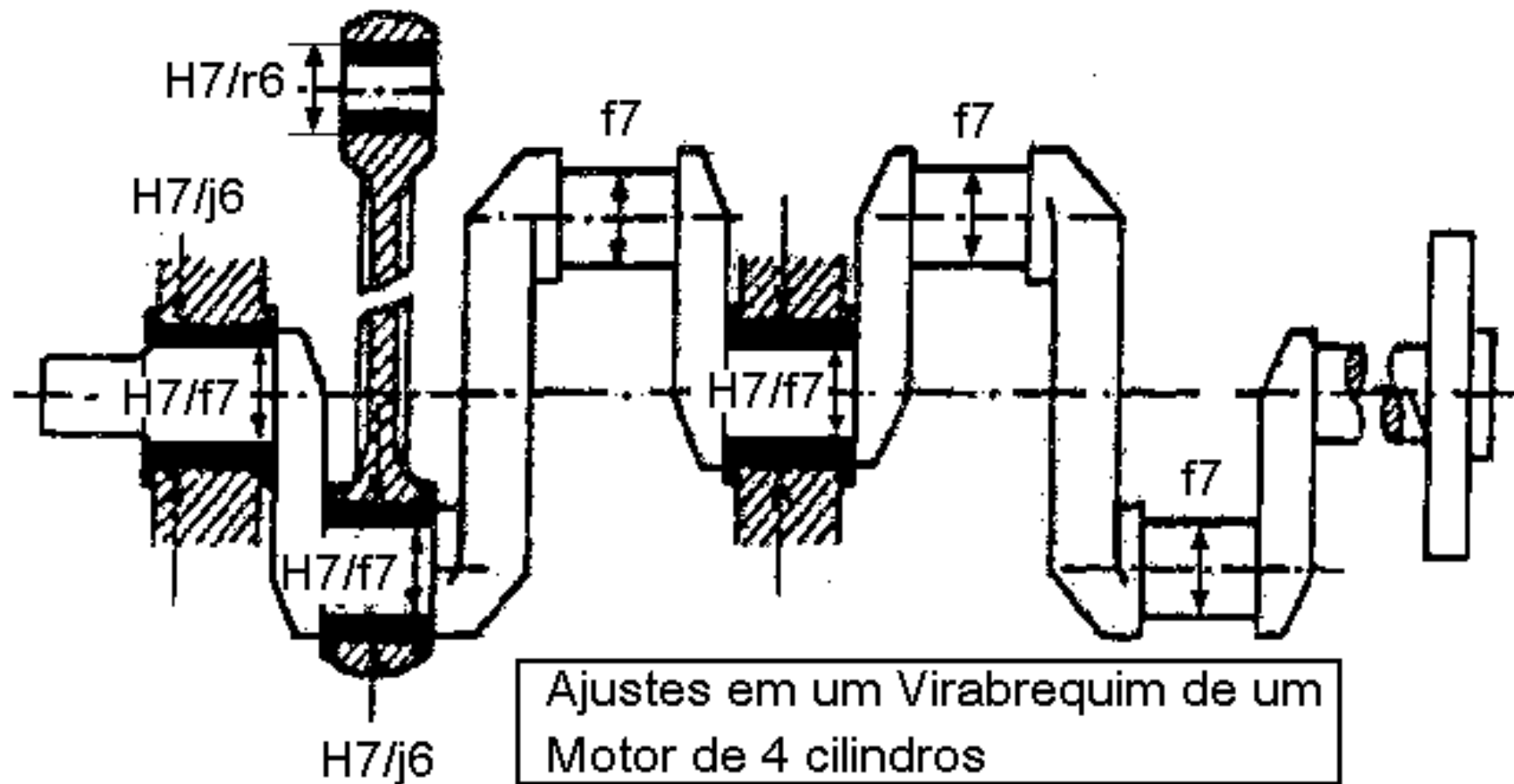


Desenho | 2000/1
Eng^a Mecânica - IST

Virabrequim



- **Exemplo de ajuste entre componentes mecânicos**



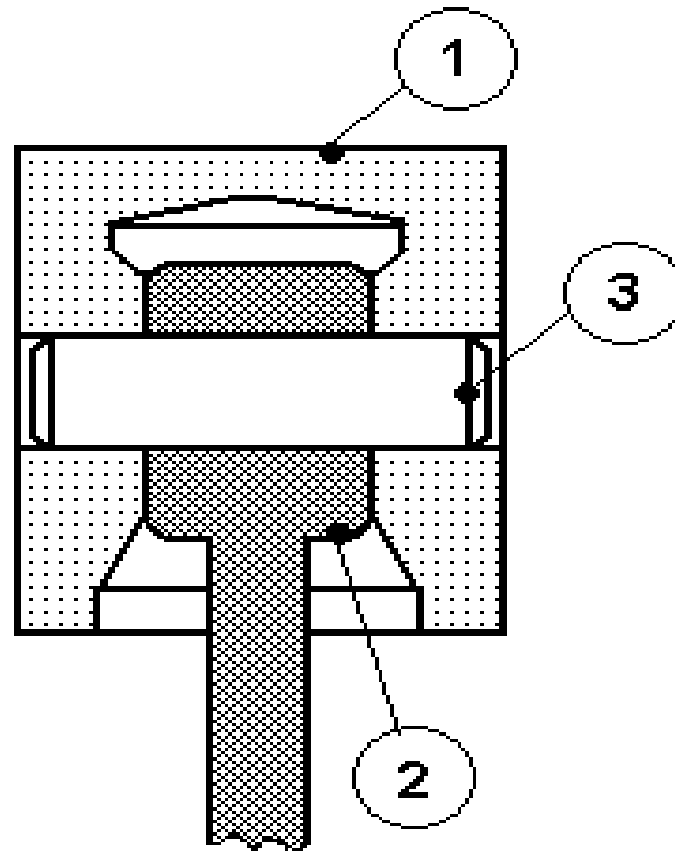
- **Exemplo de ajuste entre componentes mecânicos**

CONJUNTO PISTÃO-BIELA-PINO

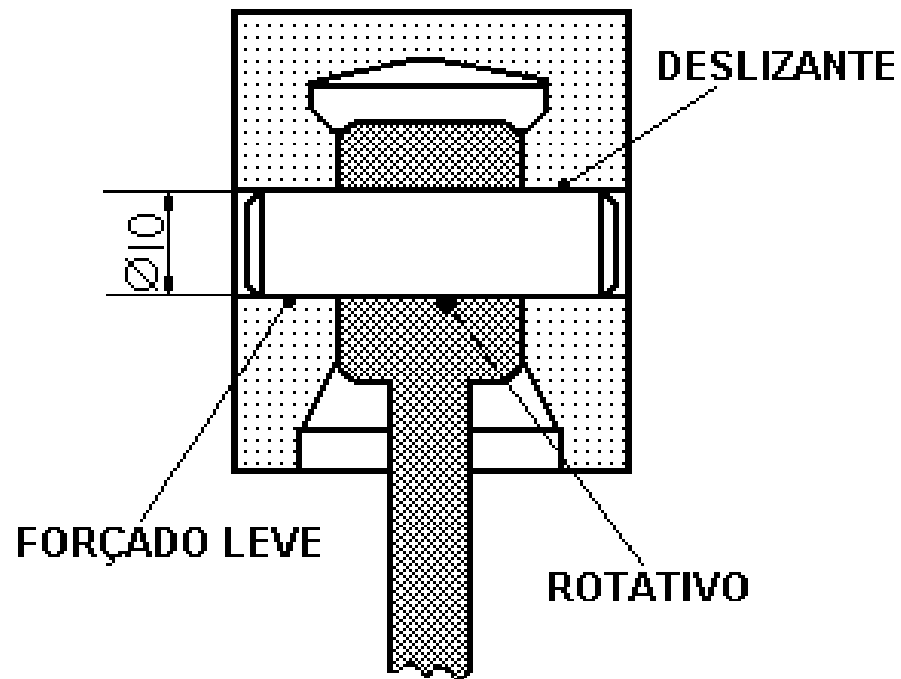
1- PISTÃO

2 – BIELA

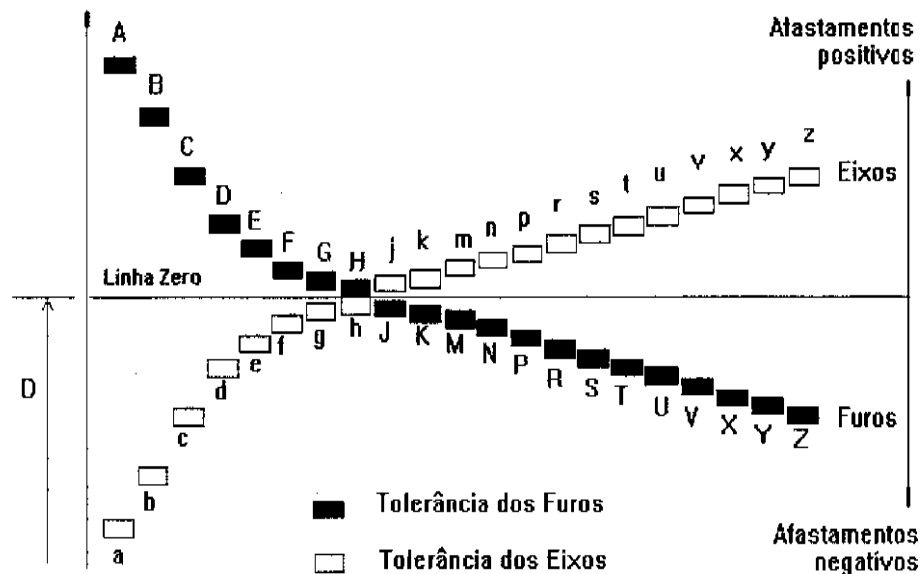
3 - PINO



- QUE TIPO(S) DE AJUSTE ESCOLHER?

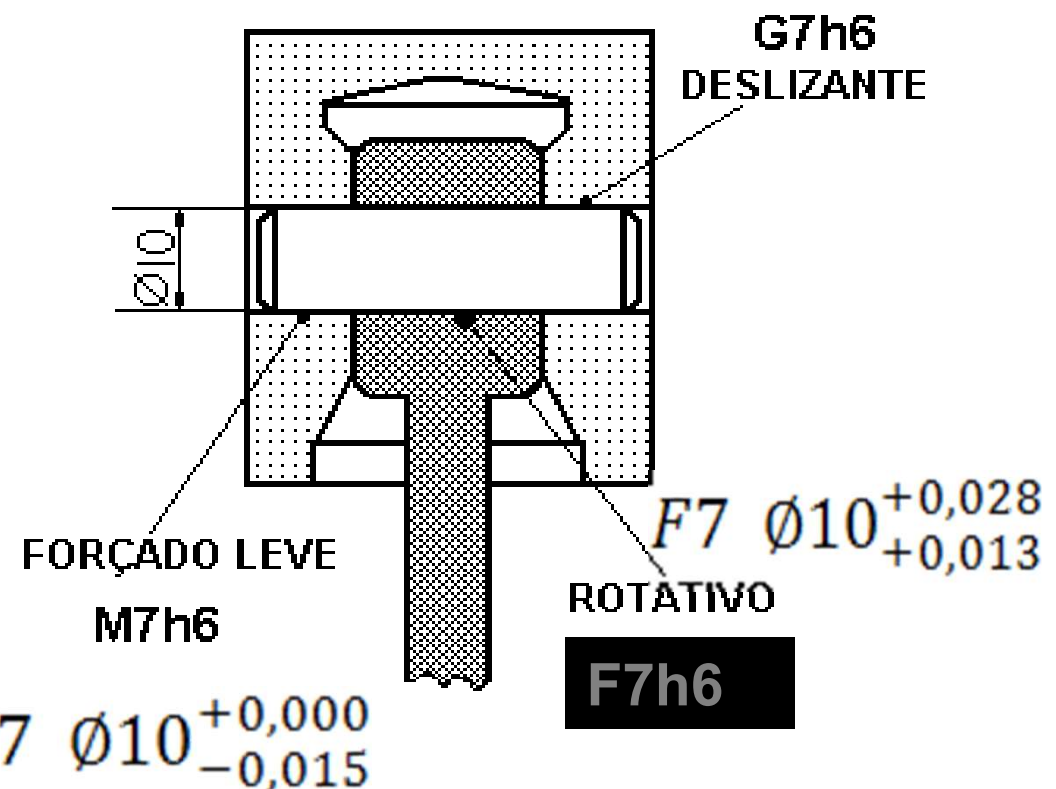


- COMO ESPECIFICAR O AJUSTE?
FURO-BASE OU EIXO-BASE?



$\text{Ø}10^{+0,000}_{-0,009}$ Eixo

$G7 \text{ Ø}10^{+0,020}_{+0,005}$



7. REFERÊNCIAS

Niemann, G. **Elementos de Máquinas**, vol1, Edgard Blücher Ltda, 1971.

Agostinho, O.L. **Tolerâncias, Ajustes, Desvios e Análise de Dimensões**, Edgard Blücher Ltda, 1977.

www.infometro.hpg.ig.com.br