

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS**

METROLOGIA

**PRINCIPAIS NORMAS BRASILEIRAS RELATIVAS À
METROLOGIA INDUSTRIAL
(TB-35, NB-86, NB-93, NB-172, P-NB-273)**

**Compilado por:
João Fernando Gomes de Oliveira**

SÃO CARLOS 1984
PUBLICAÇÃO 033/93
Reimpressão

STILA
n

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE MÁQUINAS FERRAMENTAS

METROLOGIA

PRINCIPAIS NORMAS BRASILEIRAS RELATIVAS À
METROLOGIA INDUSTRIAL

- TB-35 - Terminologia de Tolerâncias e Ajustes.
NB-86 - Norma de Sistema de Tolerâncias e Ajustes.
NB-93 - Rugosidade das Superfícies.
NB-172 - Calibradores. Características Construtivas, Tolerâncias.
P-NB-273 - Tolerâncias de Forma e Posição.



Compilado por:

JOÃO FERNANDO GOMES DE OLIVEIRA

Eng^o Mecânico, docente do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

(Publicada para fins didáticos)



Classe. APOSTILA
Cott. 048m
1.3
Tombo 1161.4

Esta publicação traz um apanhado das Normas Brasileiras, publicadas pela ABNT, relacionadas aos campos de: Metrologia Industrial, Engenharia de Fabricação e Controle de Qualidade, além de alguns exemplos de cotagem e considerações a respeito de Tolerâncias de Forma e Posição. Ela visa o auxílio didático aos alunos da disciplina, SEM-102, Princípios de Metrologia Industrial, oferecida pelo Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

São Carlos, 21 de agosto de 1984.

Prof. J. Fernando G. de Oliveira





Terminologia de Tolerâncias e Ajustes

Terminologia

TB - 35

Aprovada em 1961

OBJETIVO

Esta Norma tem por fim definir os termos técnicos usados na norma de Tolerâncias e Ajustes (NB-86) da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

DEFINIÇÕES

Afastamento nominal ou afastamento — Diferença entre as dimensões limites e a nominal.

Afastamento inferior — Diferença entre a dimensão mínima e a nominal (Fig. 1). Símbolos: A_i para furo, a_i para eixo.

Afastamento superior — Diferença entre a dimensão máxima e a nominal (Fig. 1). Símbolos: A_s para furo, a_s para eixo.

Ajuste — Comportamento de um eixo num furo, ambos da mesma dimensão nominal, caracterizado pela folga ou interferência apresentada.

Ajuste incerto — Aquêl em que o afastamento superior do eixo é maior que o afastamento inferior do furo e o afastamento superior do furo é maior que o afastamento inferior do eixo. (Fig. 4).

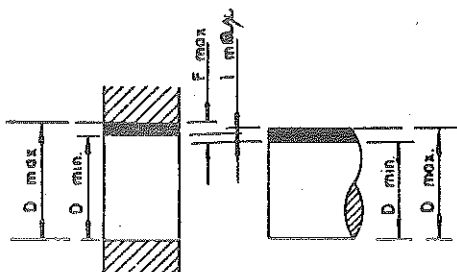


Fig. 4

Calibrador fixo — Aquêl de fabricação inteira, sem dispositivo de regulação.

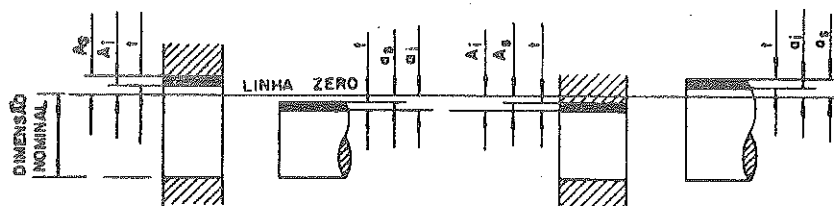


Fig. 1

Ajuste com folga — Aquêl em que o afastamento superior do eixo é menor ou igual ao afastamento inferior do furo (Fig. 2).

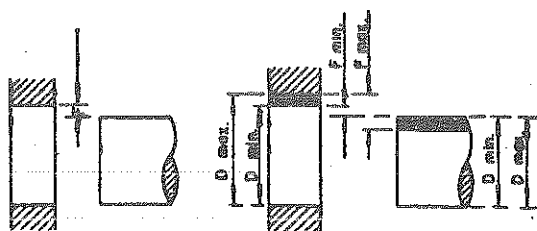


Fig. 2

Ajuste com interferência — Aquêl em que o afastamento superior do furo é menor ou igual ao afastamento inferior do eixo (Fig. 3).

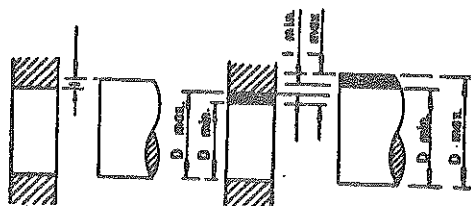


Fig. 3

Calibrador regulável — Aquêl cujos afastamentos podem ser regulados.

Calibrador tampão — Aquêl cuja superfície de medir é cilíndrica externa.

Calibrador anular — Aquêl cuja superfície de medir é cilíndrica interna.

Calibrador chato — Aquêl cujas superfícies de medir são as duas partes de uma superfície cilíndrica externa, compreendidas entre dois planos paralelos equidistantes do eixo.

Calibrador de bôca — Aquêl que tem forma de meio anel e superfícies de medir planas.

Calibrador com superfícies de medir esféricas — Aquêl cujas extremidades pertencem à superfície de uma esfera.

Calibrador de fabricação — Aquêl usado na fabricação das peças.

Calibrador de recepção — Aquêl utilizado na recepção das peças.

Calibrador não passa — Aquêl que controla o afastamento inferior de um eixo ou o afastamento superior de um furo.

Calibrador passa — Aquêl que controla o afastamento superior de um eixo ou o afastamento inferior de um furo.

Calibrador para eixos — Aquêl que tem superfícies de medir internas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: Rio de Janeiro: Av. Almirante Barroso, 54 - 5º andar, Caixa Postal 1690 — DELEGACIAS: Manaus: Rua Belém, 554 — Fortaleza: Av. da Universidade, 2486 — Recife: Rua Conde de Boa Vista, 428 — Campina Grande: Rua Aprigio Veloso, 862 — Salvador: Av. Joana Angélica, 8 - 1 s/5 — Goiânia: Rua G, nº 25 — Belo Horizonte: Rua Bahia, 1148 s/1007/11 — Vitória: Rua Antônio Aguirre, 137 — São Paulo: Rua Marquês de Itá, 88 - 5º andar, Caixa Postal 4991 — Curitiba: Caixa Postal 1618 — Joinville: Rua Nove de Março, 397 - 1º andar, Caixa Postal 427 — Porto Alegre: Av. Osvaldo Aranha, 271

Calibrador para furos — Aquêlê que tem superfícies de medir externas.

Campo de tolerância — Conjunto dos valores compreendidos entre os afastamentos superior e inferior.

Contra-calibrador — Aquêlê destinado a verificar os calibradores.

Dimensão efetiva — Valor obtido medindo a peça.

Dimensão máxima — Valor máximo admissível para a dimensão efetiva. Símbolo: $D_{máx}$.

Dimensão mínima — Valor mínimo admissível para a dimensão efetiva. Símbolo: $D_{mín}$.

Dimensão nominal — Dimensão básica que fixa a origem dos afastamentos. Símbolo: D .

Dimensões limites — Valores, máximo e mínimo, admissíveis para a dimensão efetiva.

Eixo — Têrmo convencionalmente aplicado para fins de tolerâncias e ajustes, como sendo qualquer parte de uma peça cuja superfície externa é destinada a alojar-se na superfície interna de outra.

Eixo base — Aquêlê no qual o afastamento superior é preestabelecido como sendo igual a zero.

Folga — Diferença entre as dimensões do furo e do eixo, quando o eixo é menor que o furo. Símbolo: F .

Folga máxima — Diferença entre as dimensões máxima do furo e mínima do eixo, quando o eixo é menor que o furo (Fig. 2). Símbolo: $F_{máx}$.

Folga mínima — Diferença entre as dimensões mínima do furo e máxima do eixo, quando o eixo é menor que o furo. Símbolo: $F_{mín}$.

Furo — Têrmo convencionalmente aplicado, para fins de tolerâncias e ajustes, como sendo todo espaço delimitado por superfície interna de uma peça e destinado a alojar eixo.

Furo base — É o furo em que o afastamento inferior é preestabelecido como sendo igual a zero.

Grau de tolerância, qualidade de trabalho ou, simplesmente, qualidade — Grau de precisão fixado pela norma de tolerâncias e ajustes.

Interferência — Diferença entre as dimensões do eixo e do furo, quando o eixo é maior que o furo. Símbolo: I .

Interferência máxima — Diferença entre as dimensões máxima do eixo e mínima do furo quando o eixo é maior que o furo (Fig. 3). Símbolo: $I_{máx}$.

Interferência mínima — Diferença entre a dimensão mínima do eixo e a máxima do furo, quando o eixo é maior que o furo (Fig. 3). Símbolo: $I_{mín}$.

Lado «Não passa» — Aquêlê do calibrador que não deve passar.

Lado «Passa» — Aquêlê do calibrador que deve passar.

Linha Zero — Linha que nos desenhos fixa a dimensão nominal e serve de origem aos afastamentos (Fig. 1).

Sistema de ajustes — Conjunto de princípios, regras, fórmulas e tabelas que permite a escolha racional de tolerâncias no acoplamento eixo-furo, para se obter, economicamente, uma condição preestabelecida.

Sistema de tolerâncias — Conjunto de princípios, regras, fórmulas e tabelas que permite a escolha racional de tolerâncias para a produção econômica das peças mecânicas intercambiáveis.

Tolerância — Variação permissível da dimensão da peça, dada pela diferença entre dimensões máxima e mínima (Fig. 5). Símbolo: t .

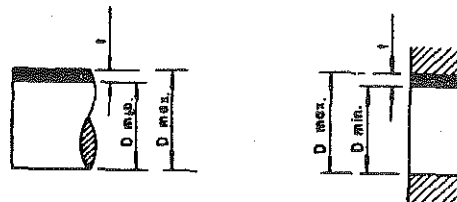


Fig. 5

Tolerância de fabricação de calibradores — Variação permissível da dimensão do calibrador na sua fabricação.

Tolerância fundamental — Tolerância calculada para cada qualidade de trabalho e para cada grupo de dimensões.

Unidade de tolerância (i) — Valor numérico calculado em relação às médias geométricas das dimensões limites de cada grupo, segundo fórmula fundamental, que serve de base ao desenvolvimento do sistema e fixa a ordem de grandeza dos afastamentos.



Norma de Sistema de Tolerâncias e Ajustes ⁽¹⁾

NB - 86

Reimpressa em 1969

OBJETIVO

1. Esta Norma tem por objetivo fixar conjunto de princípios, regras e tabelas que se aplicam à tecnologia mecânica, afim de permitir escolha racional de tolerâncias e ajustes visando à fabricação de peças intercambiáveis.

CAMPO DE APLICAÇÃO

2. Esta Norma abrange o campo de aplicação até 500 milímetros (2). Embora estudada para peças cilíndricas, aplica-se a outras quaisquer formas, porquanto os termos «furo» e «eixo», nela empregados, só têm significado convencional.

TERMINOLOGIA

3. Os termos técnicos usados nesta Norma são definidos na Terminologia Brasileira TB-35.

TEMPERATURA DE REFERÊNCIA

4. A temperatura de referência é de 20 graus Celsius, conforme Norma da ABNT, Temperatura de Referência - PB-18.

BASES DO SISTEMA

5. *Afastamentos nominais* — Os afastamentos nominais representam os limites entre os quais devem estar compreendidas as dimensões das peças, incluídos os erros de medição do fabricante.

6. *Unidade de tolerância* — O cálculo da tolerância é baseado na unidade de tolerância. É calculada pela equação:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D$$

onde:

i = unidade de tolerância, expressa em μ ;

D = média geométrica dos dois valores extremos de cada grupo de dimensões adiante definidos, expressa em microns.

7. *Grupo de dimensões* — Esta Norma fixa os seguintes grupos de dimensões:

- 1) Na presente reimpressão desta Norma (1969) a Comissão Autora fez o devido confronto e concluiu que a mesma se acha de acordo com a Recomendação ISO R-236 — Sistema de Tolerâncias e Ajustes, aprovado em 1963.
- 2) A Norma é seguida de um Anexo que inclui extensão do sistema de 500 a 3150 milímetros, baseado no ante-projeto ISO/TC3 72 (1955).

TABELA 1

Grupos de dimensões. Os limites indicados em negrito subdividem os grupos e são aplicáveis para os casos de ajuste com grande folga ou com grande interferência

0 até	1 mm		
> 1	≤ 3	> 100	≤ 120
> 3	≤ 6	> 120	≤ 140
> 6	≤ 10	> 140	≤ 160
> 10	≤ 14	> 160	≤ 180
> 14	≤ 18	> 180	≤ 200
> 18	≤ 24	> 200	≤ 225
> 24	≤ 30	> 225	≤ 250
> 30	≤ 40	> 250	≤ 280
> 40	≤ 50	> 280	≤ 315
> 50	≤ 65	> 315	≤ 355
> 65	≤ 80	> 355	≤ 400
> 80	≤ 100	> 400	≤ 450
		> 450	≤ 500

NOTA — A divisão em grupos é determinada para evitar o cálculo das tolerâncias e dos afastamentos para cada dimensão. A média geométrica dos valores extremos de cada grupo constitui a dimensão D adotada para esse cálculo.

Para todas as dimensões, compreendidas num mesmo grupo, são iguais os valores das tolerâncias e dos afastamentos.

Para a fixação dos grupos são os seguintes os critérios, geralmente reconhecidos:

— para dimensões compreendidas até 180 milímetros, a divisão é baseada nos valores aceitos nas Normas de Tolerâncias e Ajustes de vários países.

— para dimensões entre 180 e 500 milímetros, os valores limites dos grupos são baseados nos números normalizados da série Renard R 10, da razão $\sqrt[10]{10} = 1,26$. A série dos valores limites dos sucessivos grupos é, pois, a seguinte:

1 · 3 · 6 · 10 · 18 · 30 · 50 · 80 · 120 · 180 · 250 · 315 · 400 · 500.

— entretanto, para atender aos casos de ajuste com grande folga ou com grande interferência (de a a c e r a zc ou A a C e R a ZC), é prevista uma intercalação, para cálculo dos afastamentos de valores intermediários que, a partir de 140 milímetros, correspondem aproximadamente aos nú-

meros da série Renard R 20, de razão $\sqrt[20]{10} = 1,12$. A série completa é, pois, a seguinte, conforme previsto na Tabela 1:

1 · 3 · 6 · 10 · 14 · 18 · 24 · 30 · 40 · 50 · 65 · 80 · 100 · 120 · 140 · 160 · 180 · 200 · 225 · 250 · 280 · 315 · 355 · 400 · 450 · 500.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO-RJ - Av. 13 de Maio, 13 - 28.º andar - DELEGACIAS: FORTALEZA-CE - Av. Universidade, 2762 - Caixa Postal 1284 - CAMPINA GRANDE-PB - Av. Aprígio Veloso, 882 - RECIFE-PE - Rua da Saudade, 291 - Bairro Boavista - SALVADOR-BA - Av. 7 de Setembro, 117 - 4.º andar, conj. 401 - BELO HORIZONTE-MG - Rua da Bahia, 1148 - Gr. 1007/11 - BRASÍLIA-DF - Ed. Ceará - Setor Comercial Sul - Conj. 501 - SÃO PAULO-SP - Rua Marques de Itú, 89/3.º, 4.º, 5.º andar - CURITIBA-PR - sala 702 - Fac. de Eng. da Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico - Caixa Postal, 1811 - JOINVILLE-SC - Rua Albano Schmidt, 3363 - Caixa Postal, 627 - PORTO ALEGRE-RS - Rua Luiz Englert - s/n.º - Inst. Química - Caixa Postal, 5009.

SISTEMA DE TOLERÂNCIAS

8. *Qualidade de trabalho — Tolerâncias fundamentais*
 — São previstas dezoito qualidades de trabalho (graus de tolerância), designadas por IT01, IT0, IT1, IT2 ... IT16 (IT = série ISA de tolerâncias, I de ISA, T de tolerâncias).

As tolerâncias das qualidades de 01 a 3, para eixos, e as de 01 a 4, para furos, são particularmente previstas para calibradores.

As tolerâncias das qualidades de 4 a 11, para eixos, e as de 5 a 11, para furos, são particularmente previstas para peças destinadas a serem associadas umas às outras.

As tolerâncias das qualidades superiores a 11, seja para eixos, seja para furos, são particularmente previstas para execução mais grosseira de peças isoladas.

Essas dezoito qualidades constituem as tolerâncias nas quais se baseia esta Norma e que são as tolerâncias fundamentais.

Na Tabela 2 figuram os valores numéricos das 18 tolerâncias fundamentais, expressos em μ .

passando de uma a outra qualidade, segundo os Números Normalizados da série R 5, de razão $\sqrt[5]{10} = 1,58$, isto é, cada qualidade tem tolerância cerca de 60% maior do que aquela da qualidade imediatamente precedente (3).

c) Os valores de IT01, IT0 e IT1 são fixados segundo valores crescente de uma lei linear, para levar em conta os erros proporcionais às dimensões, que são predominantes nas medições de alta precisão:

IT01	IT0	IT1
0,3 + 0,008 D	0,5 + 0,012 D	0,8 + 0,020 D

d) Os valores de IT2, IT3 e IT4 são fixados segundo progressão geométrica dos valores correspondente de IT1 e IT5.

e) Para IT5, a tolerância é fixada igual a 7i.

f) Para IT6, tomada como base do desenvolvimento da série de tolerâncias fundamentais, a tolerância é igual a 10 i.

TABELA 2

Tolerâncias fundamentais das qualidades IT 01 a IT 16

TOLERÂNCIAS FUNDAMENTAIS

Grupo de dimensões mm	QUALIDADE (IT)																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
até 1	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	—	—	—	—	—
> 1 ≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 3 ≤ 6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
> 6 ≤ 10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
> 10 ≤ 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
> 18 ≤ 30	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
> 30 ≤ 50	0,6	1,0	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 50 ≤ 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
> 80 ≤ 120	1,0	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
> 120 ≤ 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
> 180 ≤ 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
> 250 ≤ 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
> 315 ≤ 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
> 400 ≤ 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

TABELA 3

Tolerâncias fundamentais, em função de i

Qualidade (IT)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Tolerância	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i

a) Os valores das tolerâncias fundamentais, a partir da qualidade IT5, são calculadas em função da unidade de tolerância, i, conforme a Tabela 3.

b) A partir da qualidade 5, os valores da série das tolerâncias fundamentais são múltiplos da unidade de tolerância i. A partir da qualidade 6, tais valores aumentam,

g) Os valores de IT7 a IT11 são fixados segundo valores da série de Números Normalizados de razão $\sqrt[5]{10}$.

3) Para IT 10, em vez do valor 63, resultante da fórmula, é adotado o valor 64, que tinha sido aceito anteriormente ao emprego da atual série de Números Normalizados.

O critério de arredondamento dos valores de IT5 à IT11 figura na Tabela 4.

Os valores de IT12 à IT16 são fixados iguais a 10 vezes os de IT7 à IT11, respectivamente.

TABELA 4

Critérios de arredondamento dos valores das tolerâncias fundamentais para as qualidades de 5 a 11

Valores em μ	Arredondamentos em múltiplos de:
≤ 100	1
$> 100 \leq 200$	5
$> 200 \leq 400$	10

9. Campos de tolerância — A posição dos campos de tolerância em relação à linha zero é designada por uma ou duas letras, as maiúsculas reservadas para os furos, as minúsculas para os eixos, a saber:

Furos: A · B · C · CD · D · E · EF · F · FG · G · H · J · Js · K · M · N · P · R · S · T · U · V · X · Y · Z · ZA · ZB · ZC.

Eixos: a · b · c · cd · d · e · ef · f · fg · g · h · j · js · k · m · n · p · r · s · t · u · v · x · y · z · za · zb · zc.

No Gráfico 1 vêm representadas, como exemplo, esquematicamente as posições dos campos de tolerância, que são localizadas pelos afastamentos de referência, para furos e eixos do grupo de 6 a 10 mm.

Do exame do Gráfico observa-se que os campos de tolerância designados por a a h e A a H estão situados abaixo e acima da linha zero, respectivamente, sendo os de letras a e A os mais afastados. Os de k a zc e de K a ZC estão situados respectivamente acima e abaixo da linha zero, sendo os de letras zc e ZC os mais afastados. Os limites inferior e superior dos campos H e h, respectivamente, coincidem com a linha zero.

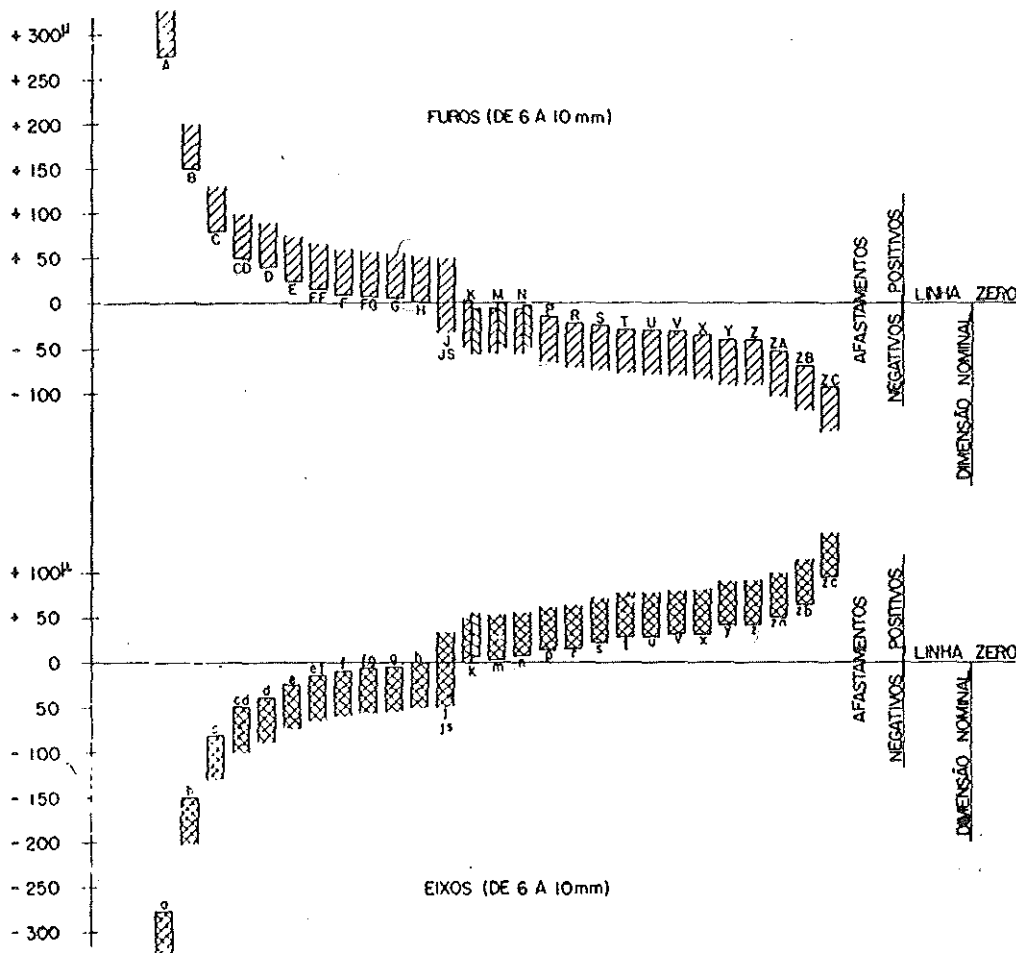
10. Representação simbólica — A indicação dos campos de tolerância deve ser feita por meio de símbolos. Cada símbolo é formado acrescentando à letra do campo o número indicativo da qualidade. Exemplos:

H 7 m 6

Quando são indicados simultaneamente os símbolos do furo e do eixo correspondente, deve figurar em primeiro lugar o símbolo do furo. A indicação deve ser feita por uma das seguintes maneiras:

$\frac{H 7}{m 6}$ H 7 — m 6 H 7 / m 6

GRÁFICO 1
POSICÕES DOS CAMPOS DE TOLERÂNCIA



SISTEMA DE AJUSTES

11. *Furo base e eixo base* — Como fundamento desta Norma são adotados os sistemas *furo base e eixo base*. Ambos podem ser necessários conjuntamente e para eles são fixados ajustes apropriados. (Gráficos 7 e 8, Tabelas 27 a 37).

No sistema *furo base* a linha zero constitui o limite inferior da tolerância do furo (Figuras 1, 2 e 3). No sis-

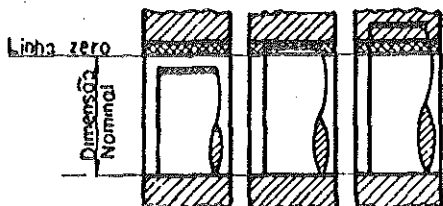


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

tema *eixo base* essa linha constitui o limite superior da tolerância do eixo (Figuras 4, 5 e 6). Assim, os furos *H* e eixos *h* são os elementos básicos dos sistemas *furo base e eixo base*, respectivamente.

12. *Afastamentos de referência* — Os valores dos afastamentos de referência são determinados segundo as fórmulas e regras das Tabelas 5 e 7. Os valores da Tabela 5 foram arredondados conforme indicado na Tabela 6.

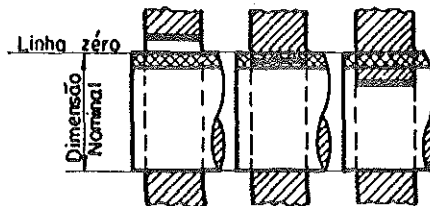


Fig. 4 Fig. 5 Fig. 6

Representação esquemática do acoplamento eixo-furo

TABELA 5

Fórmulas dos afastamentos de referência para eixos, em função da dimensão nominal (*D* em mm, afastamentos em μ)

<i>a</i>	a_s para $D \leq 120 = -(265 + 1,3 D)$ para $D > 120 = -3,5 D$
<i>b</i>	a_s para $D \leq 160 = -(140 + 0,85 D)$ para $D > 160 = -1,8 D$
<i>c</i>	a_s para $D \leq 40 = -52 D^{0,2}$ para $D > 40 = -(95 + 0,8 D)$
<i>cd</i>	$a_s =$ Média geométrica entre os valores de a_s previstos para <i>c</i> e <i>d</i> .
<i>d</i>	$a_s = -16 D^{0,44}$
<i>e</i>	$a_s = -11 D^{0,41}$
<i>ef</i>	$a_s =$ Média geométrica entre os valores de a_s previstos para <i>e</i> e <i>f</i> .
<i>f</i>	$a_s = -5,5 D^{0,41}$
<i>f/g</i>	$a_s =$ Média geométrica entre os valores de a_s previstos para <i>f</i> e <i>g</i> .
<i>g</i>	$a_s = -2,5 D^{0,34}$
<i>h</i>	$a_s = 0$
<i>j5 a j8</i>	Não tem fórmula
<i>js</i>	$a = \mp 0,5 IT_n$ (Afastamentos simétricos)
<i>k4 a k7</i>	$a_i = + 0,6 \sqrt{D}$
<i>k</i> ≤ 3	$a_i = 0$
<i>k</i> ≥ 8	$a_i = + (IT7 - IT6)$
<i>m</i>	$a_i = + 5 D^{0,34}$
<i>n</i>	$a_i = + IT7 + 0 a 5$
<i>p</i>	$a_i =$ Média geométrica entre os valores de a_i previstos para <i>f</i> e <i>s</i> .
<i>r</i>	$a_i =$ para $D \leq 50 = (IT8 + 1 a 4)$ para $D > 50 = (IT7 + 0,4 D)$
<i>s</i>	$a_i = + IT7 + 0,63 D$
<i>t</i>	$a_i = + IT7 + D$
<i>u</i>	$a_i = + IT7 + 1,25 D$
<i>v</i>	$a_i = + IT7 + 1,6 D$
<i>x</i>	$a_i = + IT7 + 2 D$
<i>y</i>	$a_i = + IT7 + 2,5 D$
<i>z</i>	$a_i = + IT8 + 3,15 D$
<i>za</i>	$a_i = + IT9 + 4 D$
<i>zb</i>	$a_i = + IT10 + 5 D$
<i>zc</i>	$a_i = + IT10 + 5 D$

Conhecido um dos afastamentos, o de referência, o outro é calculado pela adição ou subtração da tolerância, isto é:

afastamento superior (a_s) — tolerância = afastamento inferior (a_i);

afastamento inferior (a_i) + tolerância = afastamento superior (a_s).

Adiante são indicados exemplos de cálculo, ilustrados pelo Gráfico 2.

Os valores dos afastamentos de referência para eixos *a a zc* e furos *A a H*, são os da Tabela 8.

TABELA 6

Crêterios de arredondamento dos valores dos afastamentos de referência, calculados de acôrdo com as fórmulas indicadas na Tabela 5

Valores calculados Microns	EIXOS	
	<i>a, b, c, d,</i> <i>e, f, g</i>	<i>k, m, n, p, r, s, t, u,</i> <i>v, x, y, z, za, zb, zc</i>
	arredondamentos em múltiplos de	
$> 5 \leq 45$	1	1
$> 45 \leq 60$	2	1
$> 60 \leq 100$	5	1
$> 100 \leq 200$	5	2
$> 200 \leq 300$	10	2
$> 300 \leq 400$	10	5
$> 400 \leq 560$	10	5
$> 560 \leq 600$	20	5
$> 600 \leq 800$	20	10
$> 800 \leq 1000$	20	20
$> 1000 \leq 2000$	50	50
> 2000		100

Os afastamentos dos furos se deduzem dos afastamentos dos eixos, como indicado na Tabela 7.

TABELA 7

Determinação dos afastamentos dos furos

<p>Todos os afastamentos com exceção dos seguintes</p>	<p>Regra geral: Os limites dos furos são exatamente simétricos, em relação à linha zero, aos dos eixos do mesmo símbolo (letra e qualidade). A_i = afastamento superior a_s do eixo da mesma letra, com sinal trocado.</p>
<p>N 9 e qualidades menos finas</p>	<p>$A_s = 0$</p>
<p>J a N até a qualidade 8 inclusive P a ZC até a qualidade 7 inclusive</p>	<p>Regra especial: A_s = afastamento inferior a_i do eixo da mesma letra e da qualidade imediatamente mais fina, aumentada da diferença entre as tolerâncias das duas qualidades, com o sinal trocado.</p>

NOTA — A regra especial, a qual só se aplica às dimensões superiores a 3 mm, foi prevista para que nas qualidades finas em consideração, dois ajustes homólogos tais como H7 — p8 e P7 — h6, tenham exatamente as mesmas folgas e interferências.

Este princípio é ilustrado no croquis (figura 7) e pela fórmula seguinte:

$$A_{tn} = -a_s(n-1)$$

onde, para o afastamento superior,

$$\begin{aligned} A_{sn} &= A_{tn} + IT_n \\ &= -a_s(n-1) + IT_n \\ &= -a_i(n-1) - IT_{(n-1)} + IT_n \\ &= -a_i(n-1) + [IT_n - IT_{(n-1)}] \end{aligned}$$

Exemplos de cálculo (Vide Gráfico 2)

1º) Determinar os afastamentos do eixo g6, de 40 milímetros de diâmetro.

É dado o afastamento superior do eixo g, — 9 μ. IT6 para 40 milímetros é igual a 16 μ, donde:

—9—16 = —25 μ, que é o valor do afastamento inferior do eixo g6.

2º) Determinar o afastamento do furo G7, de 40 milímetros de diâmetro.

É dado o afastamento superior do eixo g, — 9 μ. O afastamento inferior do furo G7, é, então, + 9 μ. IT7 para 40 milímetros é igual a 25 μ, donde:

+9+25 = 34 μ, que é o valor do afastamento superior do furo G7.

3º) Determinar os afastamentos do furo N6, de 40 milímetros de diâmetro.

É dado o afastamento superior do eixo de qualidade imediatamente precedente n5, + 28 μ. IT6 para 40 milímetros é igual a 16 μ, donde:

—28+16 = —12 μ é o afastamento superior e

—12—16 = —28 μ é o afastamento inferior do furo N6.

13. Classes de ajustes — No presente sistema são previstas três classes de ajustes:

Ajustes com folga (Figuras 1 e 4).

Ajustes incertos (Figuras 2 e 5).

Ajustes com interferência (Figuras 3 e 6).

Dos acoplamentos seguintes resultam sempre ajustes com folga:

dos eixos: a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, com furo base H.

dos furos: A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, com eixos base h.

Entretanto, dos acoplamentos abaixo indicados, podem resultar ajustes incertos ou ajustes com interferência, conforme as posições dos campos de tolerância e as tolerâncias das peças a serem associadas. Acoplamentos:

dos eixos: j, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc, com furos base H.

GRÁFICO 2

Representação gráfica referente ao grupo de dimensões de 30 a 50 milímetros

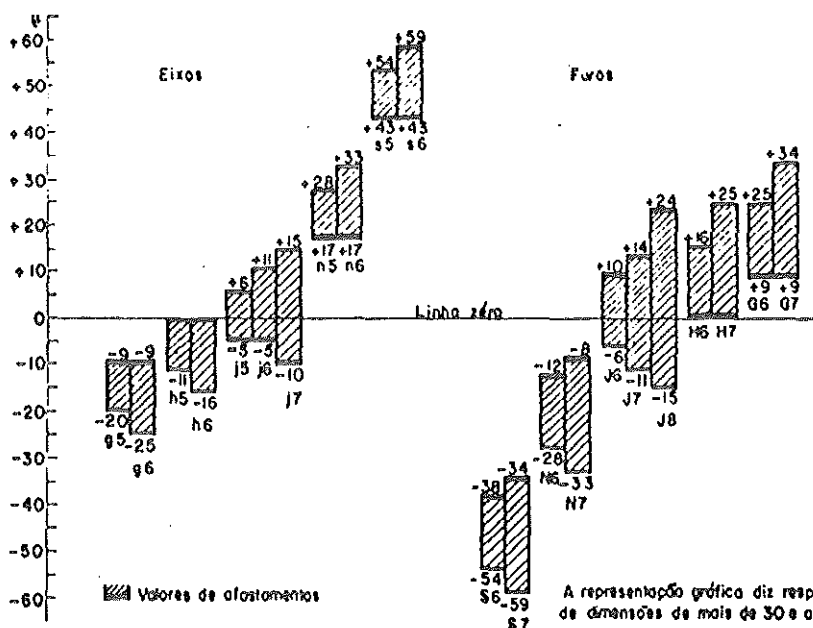


TABELA 8
VALORES DOS AFASTAMENTOS DE REFERÊNCIA PARA EIXOS (1)

Para os eixos a até h o afastamento de referência é o afastamento superior. Para os eixos j até zc é o afastamento inferior

GRUPO DE DIMENSÕES mm	P O S I Ç Ã O :																														
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	k	l	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc			
0 a 1	-	-	-80	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60	
> 1 ≤ 3	-270	-140	-	-78	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+26	-	+35	+42	+50	+80
> 3 ≤ 6	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97	
> 6 ≤ 10	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130	
> 10 ≤ 14	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+88	+136	+198	
> 14 ≤ 18	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218	
> 18 ≤ 24	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274	
> 24 ≤ 30	-320	-180	-130	-	-90	-60	-	-30	-	-10	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325	
> 30 ≤ 40	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405	
> 40 ≤ 50	-360	-200	-150	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480	
> 50 ≤ 65	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	
> 65 ≤ 80	-410	-240	-180	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690	
> 80 ≤ 100	-460	-260	-200	-	-145	-85	-	-48	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800	
> 100 ≤ 120	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-48	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900	
> 120 ≤ 140	-580	-310	-230	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000	
> 140 ≤ 160	-660	-340	-240	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150	
> 160 ≤ 180	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250	
> 180 ≤ 200	-820	-420	-280	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350	
> 200 ≤ 225	-920	-480	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550	
> 225 ≤ 250	-1050	-540	-330	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700	
> 250 ≤ 280	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900	
> 280 ≤ 315	-1350	-680	-400	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100	
> 315 ≤ 355	-1500	-760	-440	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400	
> 355 ≤ 400	-1650	-840	-480	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+530	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	
> 400 ≤ 450	-1650	-840	-480	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+530	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	
> 450 ≤ 500	-1650	-840	-480	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+530	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600	

1) Para os afastamentos inferiores dos furos de A até H os valores numéricos são iguais aos afastamentos superiores dos símbolos correspondentes porém com sinal positivo. Para os furos de J a ZC, ver na Tabela 7.

dos furos: J, JS, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC, com eixo base h.

Em ambos os sistemas, furo base e eixo base, nos casos particulares de ajustes nos quais a qualidade do eixo é imediatamente precedente à qualidade do furo, podem ser permutadas entre si as letras designativas dos afastamentos sem alteração do ajuste, isto é, serão mantidas as folgas e as interferências. Exemplos:

$$\begin{aligned} G6 - n5 &= N6 - g5 \\ H6 - g5 &= G6 - h5 \\ H7 - n6 &= N7 - h6 \end{aligned}$$

14. *Ajustes com folga* — A folga destes ajustes acompanha a variação das dimensões das peças. Assim, é semelhante o comportamento de peças acopladas de dimensões diferentes. Para o cálculo da capacidade de carga admissível e para o julgamento das condições de lubrificação, é necessário considerar tanto a folga mínima como a máxima.

Considerando a permissão de livre escolha e utilização dos eixos e furos de qualidades diferentes, foram fixadas, inicialmente, as folgas mínimas correspondentes aos afastamentos mais vizinhos da linha zero, segundo as fórmulas indicadas nas Tabelas 5 e 7.

Em consequência, em ambos os sistemas, furo base e eixo base, num mesmo grupo de dimensões, todos os ajustes de igual letra têm a mesma folga mínima, independentemente da qualidade. Para ajustes de mesma letra e mesma qualidade, também são iguais as folgas máximas.

Em geral são os seguintes os critérios principais usados para a escolha de um ajuste com folga: precisão de locação do eixo, capacidade de carga do mancal, tranquilidade de marcha, temperaturas de repouso e de funcionamento, condições de lubrificação e velocidade de deslize. Note-se que a velocidade de deslize influi na escolha dos ajustes através dos fatores acima enumerados.

Os ajustes com folga previstos na presente Norma levam em conta as condições existentes nos mancais lubrificados. A classificação seguinte serve de orientação para a escolha de um determinado ajuste dessa classe:

a) Ajustes que dão acurada locação do eixo no furo e cujas folgas mínimas crescem lentamente com a dimensão, isto é, de acordo com a sua raiz cúbica. Exemplos: eixos g com furos H, eixos h com furos G.

b) Ajustes visando obtenção de máxima capacidade de carga com muito pequenas perdas por atrito e cujas folgas mínimas aumentam mais rapidamente do que no caso anterior. Pressupõe-se não serem grandes as variações de temperatura suscetíveis de afetar o ajuste. Exemplos: eixos f, e, d, associados a furos H, eixos h associados a furos F, E, D.

c) Ajustes visando obtenção de rotação sem vibração do eixo e redução ao mínimo das perdas por atrito, em máquinas de alta velocidade e cujas folgas mínimas aumentam proporcionalmente com a dimensão. Além do caso citado, esse tipo de ajuste é importante quando ocorrem grandes variações de temperatura. Exemplos: eixos c, b, a em furos H, eixos h em furos C, B, A.

d) Ajustes apropriados para peças que não giram continuamente ou são apenas sujeitas a rotações parciais. Para tais ajustes podem ser usados todos os campos de tolerâncias, segundo as condições existentes.

e) Ajustes para peças animadas de movimentos alternados ou guiados entre si. Também para tais ajustes podem ser usados todos os campos de tolerâncias, segundo as condições existentes.

Partindo de folgas mínimas fixadas é possível a formação, empregando diferentes tolerâncias, de grande número de campo de tolerância de eixos e furos com ajustes com folga. Entretanto, para limitação destes eixos, foi feita uma seleção de modo a atender às necessidades correntes da mecânica. Nas Tabelas 9 e 10 vêm indicados os eixos e furos escolhidos.

Nos casos particulares, ou em outras aplicações, podem ser calculados os afastamentos dos eixos e dos furos a partir das folgas mínimas fixadas e das tolerâncias da qualidade desejada. Entretanto, tais eixos e furos só devem ser empregados quando não são suficientes as combinações de ajustes indicadas nas Tabelas 9 e 10.

TABELA 9
Ajustes com folga — Furo base

FURO BASE	EIXO							
H5	h4	g4	f4 f5	e5	d5	—	—	—
H6	h5	g5	f6	e6 e7	d6 d7	—	—	—
H7	h6	g6	f7	e8 e9	d8 d9	c8 c9	b8 b9	a9
H8	h7 h8	g7	f8 f9	—	d10	—	—	—
H11	h11	—	—	—	d11	c11	b11	a11

TABELA 10
Ajustes com folga — Eixo base

EIXO BASE	FURO							
h4	H5	G5	F5	—	—	—	—	—
h5	H6	G6	F5	E5	—	—	—	—
h6	H7	G7	F6	E6 E7	D6 D7	—	—	—
h7	H8	—	F7	E8	D8 D9	C8 C9	B8 B9	A9
h8	H8 H9	G7	F8 F9	E9	D10	—	—	—
h9	H10	—	—	E10	—	—	—	—
h11	H11	—	—	—	D11	C11	B11	A11

15. *Ajustes incertos* — Para os ajustes incertos existem campos de tolerâncias apenas dos eixos das qualidades 4, 5, 6, 7 e 8.

Para os eixos *j* destas qualidades, os afastamentos inferiores respectivos foram fixados, experimentalmente, sem recurso a fórmula alguma.

Para os das qualidades *j5* e *j6* foram levadas em conta, sobretudo, as necessidades de montagem de rolamentos. Foi evitado o aumento dos afastamentos inferiores na mesma proporção verificada nos outros casos, a fim de limitar os esforços provenientes do acoplamento (Gráfico 3).

Os campos de tolerância para os eixos *js* e furos *JS*, respectivamente são dispostos simetricamente em relação à linha zero. No caso de eixos com tolerâncias de valores ímpares, acima de 10 μ a parte situada acima da linha zero é de 1 micron maior do que a situada abaixo e vice-versa para os furos por causa do arredondamento dos valores, a fim de ser evitado o emprego de fração de micron (0,5 micron).

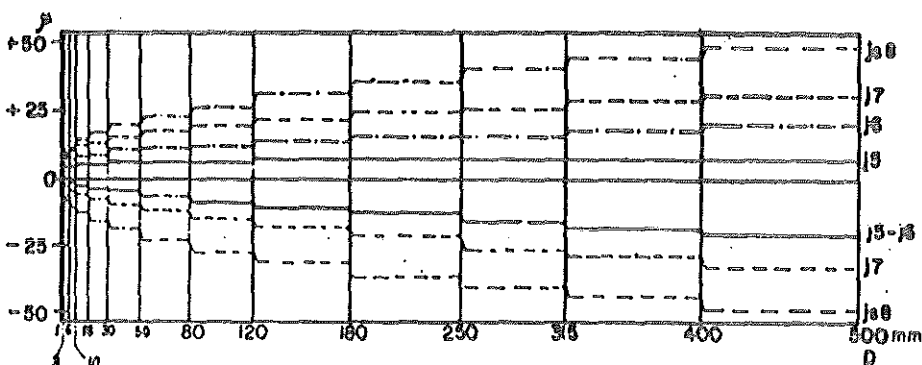
Os afastamentos dos furos foram fixados de modo que para os ajustes incertos correspondentes do sistema furo base e do sistema eixo base, resulte a mesma folga ou a mesma interferência máxima.

É admitido, então, que os furos para ajustes incertos sejam sempre combinados, nos dois casos, com um eixo de qualidade mais fina imediatamente precedente. Assim, o ajuste *M7/h6* corresponde ao ajuste *H7/m6* (Figura 7 e Tabela 11).

16. *Ajustes com interferência* — Sendo os ajustes com interferência usados para diversas capacidades de carga, tensões, materiais, rugosidades de superfícies, modos de montagem (sob pressão, à quente, etc.), não foi possível a fixação de suas interferências de acordo com ponto de vista único, como por exemplo, o referente à tensão admissível. Foi necessário ainda repartir do modo mais uniforme possível os campos de tolerâncias na gama de todas as interferências nos grupos de dimensões até 500 milímetros (Gráfico 4).

GRÁFICO 3

Posição dos afastamentos superiores e inferiores dos eixos *j*, dos grupos de dimensões até 500 milímetros

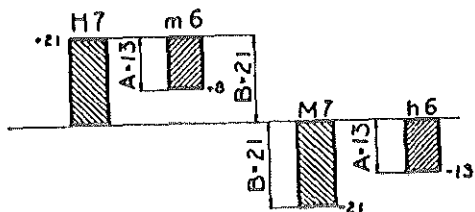


A idéia é de ser deixado um pequeno excesso de material nas peças, nos casos de dúvida. Caso os valores da tolerância estejam abaixo de 10 μ , deve ser evitado o emprego de frações centesimais de micron, usando procedimento análogo ao acima mencionado.

Nos ajustes incertos, os afastamentos superiores dos eixos foram calculados a partir dos afastamentos inferiores e das tolerâncias fundamentais.

Fig. 7

Correlação entre os ajustes incertos do sistema furo base e os do sistema eixo base.



▨ = Furo

▨ = Eixo

A = Folga máxima em μ

B = Interferência máxima em μ

Sendo usado um ajuste com interferência, é necessário verificar tanto a interferência mínima como a máxima. A primeira, em vista das forças longitudinais e do momento a transmitir, a segunda levando em consideração as tensões admissíveis do material, os esforços para a montagem e a desmontagem e as diferenças de temperaturas dos eixos e furos a serem associados. Para a obtenção de acoplamentos equivalentes em construções similares, mas de dimensões diversas, poderá vir a ser necessário escolher ajustes diferentes.

Os ajustes com interferência até a letra *zc* foram fixados como os ajustes incertos, a partir dos eixos de qualidade 6, associados com furos *H7*.

Partindo da interferência mínima, foi fixado o afastamento inferior dos eixos de modo a ser obtida, em relação ao afastamento superior do furo *H7*, uma determinada interferência mínima.

Essa interferência mínima é baseada na expressão

$$I_{\text{mín}} = nD$$

da qual resulta a seguinte fórmula para o afastamento inferior dos eixos com furo *H7*:

$$A_i = nD + IT$$

onde:

A_i = afastamento inferior, expresso em micron;

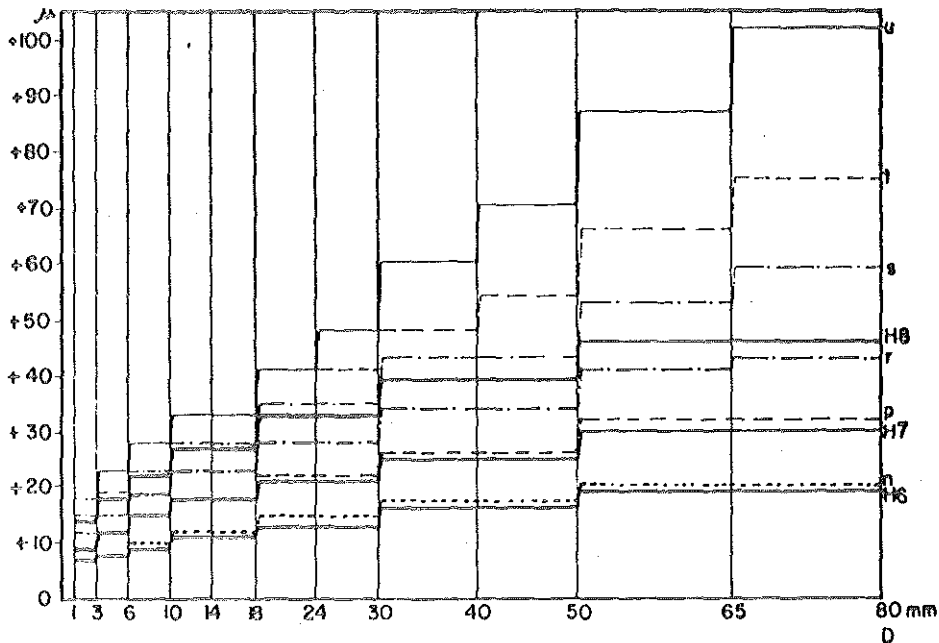
n = fator de grandeza determinada;

D = média geométrica dos dois valores extremos de cada grupo de dimensões, expressa em milímetros;

IT = tolerância e, ao mesmo tempo, afastamento superior do furo *H7*.

GRÁFICO 4

Posição dos afastamentos inferiores dos eixos com ajustes com interferência, relativamente aos afastamentos superiores dos furos H6, H7 e H8. Grupo de dimensões de 1 a 80 milímetros.



Os afastamentos inferiores dos eixos z_a , z_b e z_c são baseados nas fórmulas: $A_i = 3,15 D + IT8$, $A_i = 4 D + IT9$, $A_i = 5 D + IT10$, respectivamente.

Na qualidade 6, $p\ 6$ é o eixo de ajuste com interferência que apresenta interferência mínima, realizando, quando associado com furo $H\ 7$, um ajuste fixo. Ao serem estabelecidos os afastamentos desse eixo, foram tomados em consideração os afastamentos superiores do furo $H\ 7$; assim não é possível indicar um fator para n . Para os afastamentos inferiores dos eixos, s , t , u , x , z , e z_b , o fator n foi tomado da série $R\ 5$ dos Números Normalizados, formando série geométrica de razão igual a 1,6. Os eixos v , y , z_a e z_c foram intercalados, e o seu fator n é da série $R\ 10$ dos Números Normalizados.

Do acoplamento do eixo u com furo $H\ 7$ resulta interferência mínima igual a $D/1000$.

Do acoplamento do eixo $n\ 5$ com furo $H\ 6$ também resulta ajuste com interferência (Gráfico 4).

Por considerações de ordem prática, o presente sistema teórico dos ajustes com interferência foi modificado nos seguintes pontos:

a) nas pequenas dimensões foram um pouco aumentados os valores dos afastamentos inferiores resultantes das fórmulas, de um lado para evitar tornar nestes grupos muito densa a sequência e, de outro, para serem obtidos, mesmo nestas dimensões, ajustes com grande interferência. Assim, também é levado em consideração que, devido à rugosidade das superfícies, a interferência efetiva é sempre inferior à diferença das dimensões do eixo e do furo, e que este fato tem influência relativamente mais preponderante nas dimensões pequenas do que nas maiores;

b) o afastamento inferior do eixo s foi fixado de modo a ser sempre obtida uma interferência com o afastamento superior do furo $H\ 8$. Os eixos s a z_c associados a furos $H\ 8$ produzem, então, ajustes com interferência certa;

c) para não tornar muito densa a sucessão dos ajustes com interferência nos grupos das pequenas dimensões, a série dos afastamentos para t , u , e y , começa somente a partir de 24, 14 e 18 milímetros, respectivamente.

Como em cada grupo de dimensões os afastamentos são mantidos iguais, resulta, dentro de cada grupo, partindo da dimensão mínima e até a máxima, uma diminuição da relação entre a interferência e a dimensão nominal e, também, uma diminuição das tensões. Para ser evitado esse inconveniente, foi criada maior subdivisão dos grupos acima indicados.

Partindo dos afastamentos inferiores dos eixos de ajustes com interferência que devem ser considerados como valores básicos, foram calculados os seus afastamentos superiores pela adição das tolerâncias correspondentes.

Para os ajustes com interferência dos eixos das qualidades 5 e 7 foram adotados os afastamentos inferiores dos eixos de qualidade 6.

Os afastamentos dos furos para ajustes com interferência são calculados, como foi feito com os furos de ajustes incertos, de modo que ajustes correspondentes no sistema furo base e no sistema eixo base realizem iguais interferências mínima e máxima, na hipótese de que os eixos das qualidades 4, 5, 6, 7 e 8 sejam sempre combinados com um furo da qualidade imediatamente mais grosseira (5, 6, 7, 8 e 9) Tabela 11.

Como devem ser iguais em ambos os sistemas as interferências máximas de um ajuste com interferência, são também iguais entre si os afastamentos inferiores dos furos e aqueles superiores dos eixos de mesmo nome, mas de qualidade imediatamente precedente. Os afastamentos superiores dos furos com ajustes com interferência são obtidos pela soma algébrica dos valores de tolerância e do afastamento inferior.

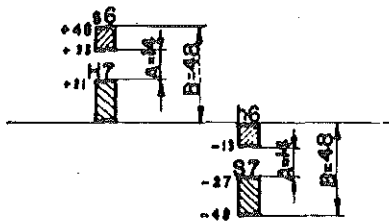
No sistema eixo base são obtidas, assim, as mesmas interferências mínimas do sistema furo base; resultam iguais, pois, os ajustes correspondentes nos dois sistemas (Figura 8 e Tabela 11).

17. *Correlação entre os ajustes com interferência do sistema furo base e os do sistema eixo base* — Os afastamentos dos furos para ajuste com interferência das qualidades 5, 6 e 7 são calculados a partir dos eixos de qualidades 4, 5 e 6.

Existe notável diferença entre os ajustes com folga e os ajustes com interferência. Nos primeiros, a folga mínima depende da diferença entre os afastamentos superiores do

eixo e o inferior do furo (linha zero no sistema furo base) e, assim, a qualidade do furo não tem influência sobre a folga mínima.

Fig. 8



▨ = Furo

▩ = Eixo

A = Interferência mínima em μ

B = Interferência máxima em μ

Nos ajustes com interferência, a interferência mínima depende da diferença entre os afastamentos inferior do eixo e superior do furo. Como este último (no sistema furo base) varia de acordo com a qualidade do furo, resulta que esta influi na interferência mínima e no caráter do ajuste. Assim, os eixos n, p e s só produzem nítida interferência quando associados com furos a partir das qualidades H6 H7 e H8, respectivamente. O acoplamento de eixos de qualidade duas vezes mais grosseira, por exemplo H8/r6 pode, ainda, resultar em folga, circunstância a ser considerada na escolha do tipo de ajuste (Gráfico 4).

18. *Ajustes recomendados* — Os Gráficos 5 e 6 e as Tabelas 27 a 37 anexas, indicam os ajustes recomendados. Somente em casos especiais e quando necessário, devem tais ajustes ser preteridos por outros, escolhidos sempre no sistema da presente Norma.

TABELA 11

Ajustes equivalentes

Ajustes com folga	Ajustes incertos	Ajustes com interferência
H7/a9 = A9/h7	H6/j5 = J6/h5	H5/n4 = N5/h4
H11/a11 = A11/h11	H7/j6 = J7/h6	H6/n5 = N6/h5
H7/b8 = B8/h7	H8/j7 = J8/h7	H5/p4 = P5/h4
H7/b9 = B9/h7	H5/k4 = K5/h4	H6/p5 = P6/h5
H11/b11 = B11/h11	H6/k5 = K6/h5	H7/p6 = P7/h6
H7/c8 = C8/h7	H7/k6 = K7/h6	H5/r4 = R5/h4
H7/c9 = C9/h7	H8/k7 = K8/h7	H6/r5 = R6/h5
H11/c11 = C11/h11	H5/m4 = M5/h4	H7/r6 = R7/h6
H6/d6 = D6/h6	H6/m5 = M6/h5	H8/r7 = R8/h7
H6/d7 = D7/h6	H7/m6 = M7/h6	H5/s4 = S5/h4
H7/d8 = D8/h7	H8/m7 = M8/h7	H6/s5 = S6/h5
H7/d9 = D9/h7	H7/n6 = N7/h6	H7/s6 = S7/h6
H8/d10 = D10/h8	H8/n7 = N8/h7	H8/s7 = S7/h8
H11/d11 = D11/h11	H8/p7 = P8/h7	H6/t5 = T6/h5
H5/e5 = E5/h5		H7/t6 = T7/h6
H6/e6 = E6/h6		H8/t7 = T7/h8
H6/e7 = E7/h6		H6/u5 = U6/h5
H7/e8 = E8/h7		H7/u6 = U7/h6
H8/e9 = E9/h8		H8/u7 = U7/h8
H10/e9 = E10/h9		H6/v5 = V6/h5
H5/f4 = F5/h4		H7/v6 = V7/h6
H5/f5 = F5/h5		H8/v7 = V7/h8
H6/f6 = F6/h6		H6/x5 = X6/h5
H7/f7 = F7/h7		H7/x6 = X7/h6
H8/f8 = F8/h8		H8/x7 = X7/h8
H8/f9 = F9/h8		H7/y6 = Y7/h6
H5/g4 = G5/h4		H8/y7 = Y7/h8
H6/g5 = G6/h5		H7/z6 = Z7/h6
H7/g6 = G7/h6		H8/z7 = Z8/h7
H8/g7 = G7/h8		H7/za6 = ZA7/h6
H5/h4 = H5/h4		H8/za7 = ZA8/h7
H6/h5 = H6/h5		H8/zb7 = ZB8/h7
H7/h6 = H7/h6		H8/zb8 = ZB8/h8
H8/h7 = H8/h7		H9/zb8 = ZB9/h8
H8/h8 = H8/h8		H8/zc7 = ZC8/h7
H11/h11 = H11/h11		H8/zc8 = ZC8/h8
		H9/zc8 = ZC9/h8

GRÁFICO 5
 FAMÍLIAS DE AJUSTES RECOMENDADOS (ISO)
 FURO BASE

■ FURO
 ■ EIXO
 □ Estes campos de tolerância não existem no grupo de dimensões representado

NOTA A representação gráfica diz respeito ao grupo de dimensões de mais de 18 até 24 mm

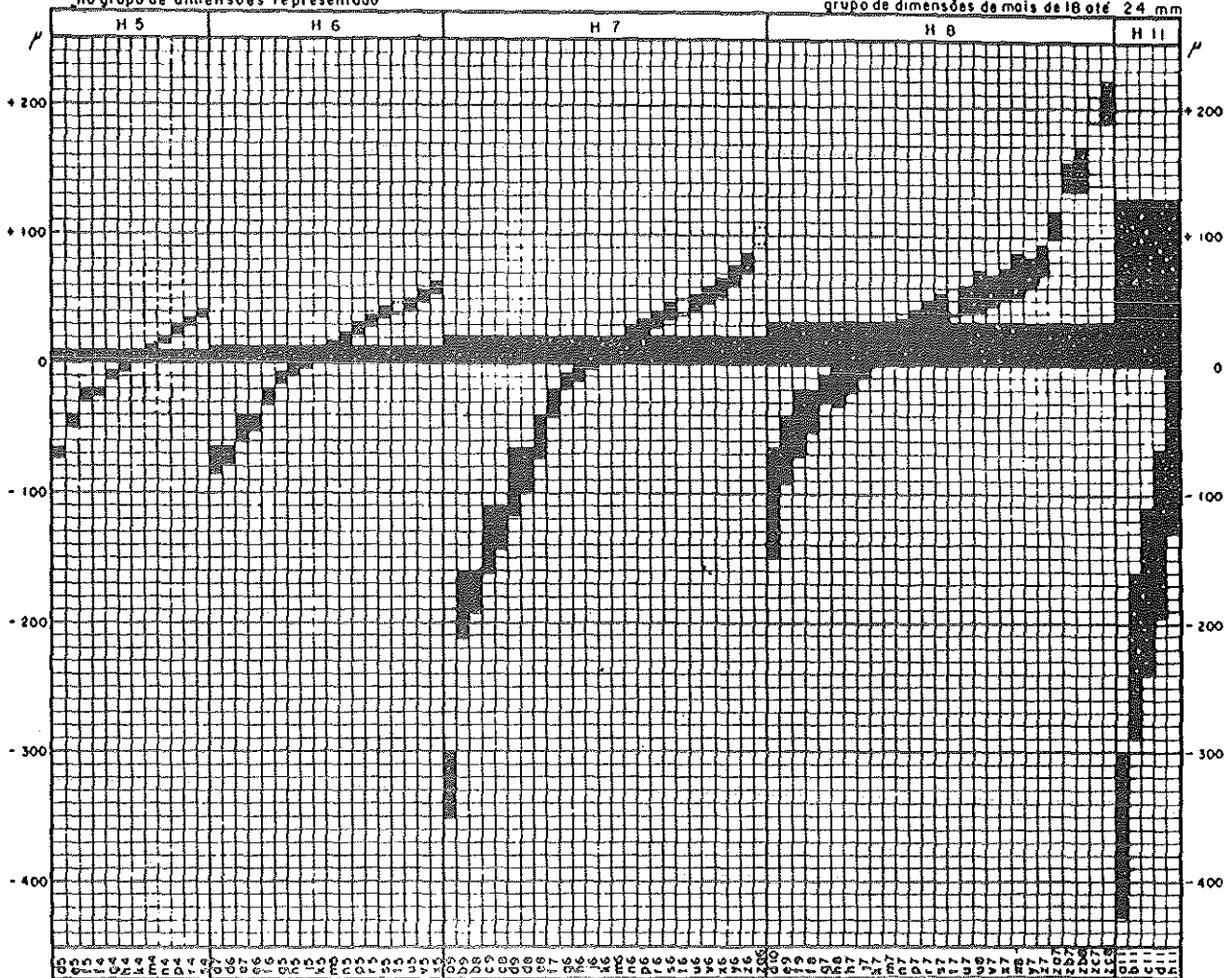
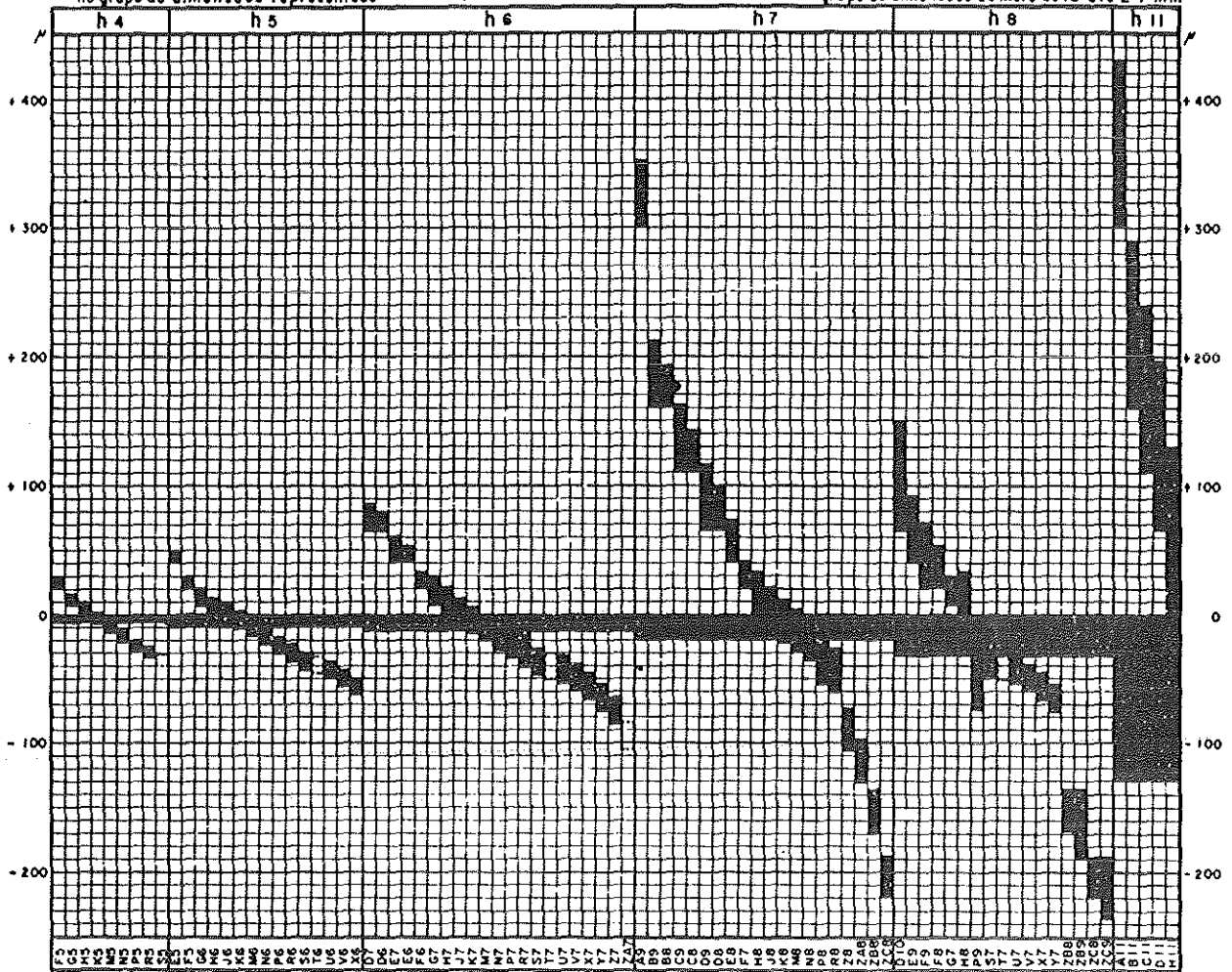


GRÁFICO 6
FAMÍLIAS DE AJUSTES RECOMENDADOS (ISO)
EIXO BASE

- EIXO
- FURO
- Estes campos de tolerância não existem no grupo de dimensões representado

NOTA: A representação gráfica diz respeito ao grupo de dimensões de mais de 18 até 24 mm



A N E X O

Extensão do sistema de 500 a 3150 milímetros

Unidade de tolerância — É calculada pela equação

$$I = 0,004D + 2,1$$

I = unidade de tolerância, expressa em μ ;

D = média geométrica dos dois valores extremos de cada grupo de dimensões, expressa em mm.

Grupo de dimensões — São fixados os da Tabela 1a.

Qualidade de trabalho — Tolerâncias fundamentais — São previstas onze qualidades de trabalho, designadas por IT6, IT7 ... IT16.

Estas onze qualidades constituem as tolerâncias fundamentais.

Os valores das tolerâncias fundamentais, em função da unidade de tolerância *I*, figuram na Tabela 2a.

T A B E L A 1 a

Grupos de dimensões

Os valores limites indicados em negrito subdividem os grupos e são aplicáveis para os casos de ajustes com grande interferência.

> 500 ≤ 560	> 1250 ≤ 1400
> 560 ≤ 630	> 1400 ≤ 1600
> 630 ≤ 710	> 1600 ≤ 1800
> 710 ≤ 800	> 1800 ≤ 2000
> 800 ≤ 900	> 2000 ≤ 2240
> 900 ≤ 1000	> 2240 ≤ 2500
> 1000 ≤ 1120	> 2500 ≤ 2800
> 1120 ≤ 1250	> 2800 ≤ 3150

T A B E L A 2 a

Tolerâncias fundamentais, em função de *I*

IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
10 <i>I</i>	16 <i>I</i>	25 <i>I</i>	40 <i>I</i>	64 <i>I</i>	100 <i>I</i>	160 <i>I</i>	250 <i>I</i>	400 <i>I</i>	640 <i>I</i>	1000 <i>I</i>

Na Tabela 3a figuram os valores numéricos das tolerâncias fundamentais.

Afastamentos de referência — Os valores dos afastamentos de referência são determinados segundo leis e fórmulas figuradas na Tabela 5a.

Os valores da Tabela 4a foram arredondados conforme indicado na Tabela 6a.

Os valores dos afastamentos de referência são contidos na Tabela 4a.

T A B E L A 3 a

Tolerâncias fundamentais

GRUPO DE DIMENSÕES mm	QUALIDADE (IT)										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	VALORES EM MICRONS						VALORES EM MM				
mais de 500 até 630	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4
mais de 630 até 800	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0
mais de 800 até 1000	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6
mais de 1000 até 1250	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6
mais de 1250 até 1600	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8
mais de 1600 até 2000	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2
mais de 2000 até 2500	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0
mais de 2500 até 3150	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5

TABELA 4 a

Valores do afastamento de referência

GRUPO DE DIMENSÕES mm	P O S I Ç Ã O														
	D	E	F	G	H	J _s	K	M	N	P	R	S	T	U	
	d	e	f	g	h	j _s	k	m	n	p	r	s	t	u	
mais de 500 até 560	260	146	76	22	0	IT	0	26	44	78	150	280	400	600	
mais de 560 até 630											155	310	450	660	
mais de 630 até 710	290	160	80	24	0	IT	0	30	50	88	175	340	500	740	
mais de 710 até 800											185	380	560	840	
mais de 800 até 900	320	170	86	26	0	IT	0	34	56	100	210	430	620	940	
mais de 900 até 1000											220	470	680	1050	
mais de 1000 até 1120	350	195	98	28	0	IT	0	40	66	120	250	520	780	1150	
mais de 1120 até 1250											260	580	840	1300	
mais de 1250 até 1400	390	220	110	30	0	IT	0	48	78	140	300	640	960	1450	
mais de 1400 até 1600											330	720	1050	1600	
mais de 1600 até 1800	430	240	120	32	0	IT	0	58	92	170	370	820	1200	1850	
mais de 1800 até 2000											400	920	1350	2000	
mais de 2000 até 2240	480	260	130	34	0	IT	0	68	110	195	440	1000	1500	2300	
mais de 2240 até 2500											460	1100	1650	2500	
mais de 2500 até 2800	520	290	140	38	0	IT	0	76	135	240	550	1250	1900	2900	
mais de 2800 até 3150											580	1400	2100	3100	

Para os eixos *d* até *h* e os furos *J_s* até *U* o afastamento de referência é o afastamento superior. Para os eixos *j_s* até *u* e os furos *D* até *H* é o afastamento inferior.

A posição do campo da letra *j_s* e *J_s* é simétrica à linha zero.

O afastamento dos eixos desde *d* até *h* e dos furos desde *K* até *U* é negativo, enquanto o afastamento dos furos *D* até *H* e dos eixos *k* até *u* é positivo.

TABELA 5 a

Fórmulas dos afastamentos de referência, em função da dimensão nominal

<i>d, D</i>	16 <i>D</i> ^{0,44}	<i>n, N</i>	0,04 <i>D</i> + 21
<i>e, E</i>	11 <i>D</i> ^{0,41}	<i>p, P</i> (*)	0,072 <i>D</i> + 37,8
<i>f, F</i>	5,5 <i>D</i> ^{0,41}	<i>r, R</i> (*)	Média geométrica entre os valores previstos para <i>p, P</i> e <i>s, S</i>
<i>g, G</i>	2,5 <i>D</i> ^{0,34}	<i>s, S</i> (*)	IT7 + 0,4 <i>D</i>
<i>h, H</i>	0	<i>t, T</i> (*)	IT7 + 0,63 <i>D</i>
<i>j_s, J_s</i>	0,5 IT _n	<i>u, U</i> (*)	IT7 + <i>D</i>
<i>k, K</i>	0		
<i>m, M</i>	0,024 <i>D</i> + 12,6		

NOTA — O afastamento de referência é o afastamento superior para eixos *d* a *h* e para furos *J_s* a *U*. O afastamento de referência é o afastamento inferior para eixos *j_s* a *u* e para os furos *D* a *H*.

(*) Deve-se supor que os eixos e os furos da mesma qualidade são associáveis (contrariamente ao admitido para as dimensões até 500 mm).

TABELA 6 a

Valores de arredondamento

Valores em μ	de até	—	60	100	200	500	1000	2000	5000	10000
		60	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000
arredondados em múltiplos de:		1	2	5	10	20	50	100	200	500

Tabela 12

Valor dos afastamentos para furos de qualidade 5

	E 5	F 5	C 5	H 5	JS 5	K 5	M 5	N 5	P 5	R 5	S 5
até 3	+14 +18	+6 +10	+2 +6	0 +4	-2 +2	-4 0	-	-8 -4	-10 -6	-14 -10	-18 -14
mais de 3 a 6	+20 +25	+10 +15	+4 +9	0 +5	-2,5 +2,5	-5 0	-8 -3	-12 -7	-16 -11	-19 -14	-
mais de 6 a 10	+25 +31	+13 +19	+5 +11	0 +6	-3 +3	-5 +1	-10 -4	-14 -8	-19 -13	-23 -17	-
mais de 10 a 18	+32 +40	+16 +24	+6 +14	0 +8	-4 +4	-6 +2	-12 -4	-17 -9	-23 -15	-28 -20	-
mais de 18 a 30	+40 +49	+20 +29	+7 +16	0 +9	-4,5 +4,5	-8 +1	-14 -5	-21 -12	-28 -19	-34 -25	-
mais de 30 a 50	+50 +61	+25 +36	+9 +20	0 +11	-6 +5	-9 +2	-16 -5	-24 -13	-33 -22	-41 -30	-
mais de 50 a 65	+60 +73	+30 +43	+10 +23	0 +13	-7 +6	-10 +3	-19 -6	-28 -15	-40 -27	-49 -36	-
mais de 65 a 80										-51 -38	-
mais de 80 a 100	+72 +87	+36 +51	+12 +27	0 +15	-8 +7	-13 +2	-23 -8	-33 -18	-47 -32	-61 -46	-
mais de 100 a 120										-64 -49	-
mais de 120 a 140										-75 -57	-
mais de 140 a 160	+85 +103	+43 +61	+14 +32	0 +18	-9 +9	-15 +3	-27 -9	-39 -21	-55 -37	-77 -59	-
mais de 160 a 180										-80 -62	-
mais de 180 a 200										-91 -71	-
mais de 200 a 225	+100 +120	+50 +70	+15 +35	0 +20	-10 +10	-18 +2	-31 -11	-45 -25	-64 -44	-94 -74	-
mais de 225 a 250										-98 -78	-
mais de 250 a 280	+110 +133	+56 +79	+17 +40	0 +23	-12 +11	-20 +3	-36 -13	-50 -27	-72 -49	-110 -87	-
mais de 280 a 315										-114 -91	-
mais de 315 a 355	+125 +150	+62 +87	+18 +43	0 +25	-13 +12	-22 +3	-39 -14	-55 -30	-80 -55	-126 -101	-
mais de 355 a 400										-132 -107	-
mais de 400 a 450	+135 +162	+68 +95	+20 +47	0 +27	-14 +13	-25 +2	-43 -16	-60 -33	-88 -61	-146 -119	-
mais de 450 a 500										-152 -125	-

Tabela 13

Valor dos afastamentos para furos de qualidade 6

	D 6	E 6	F 6	G 6	H 6	J 6	JS 6	K 6	M 6	N 6	P 6	R 6	S 6	T 6	U 6	V 6	X 6
até 1	+20	+14	+6	+2	0	-4	-3	-6	-	-10	-12	-16	-20	-	-	-	-26
mais de 1 a 3	+26	+20	+12	+8	+6	+2	+3	0	-	-4	-6	-10	-14	-	-24	-18	-20
mais de 3 a 6	+30 +38	+20 +28	+10 +18	+4 +12	0 +8	-3 +5	-4 +4	-6 +2	-9 -1	-13 -5	-17 -12	-20 -16	-24 -16	-	-28	-	-33 -25
mais de 6 a 10	+40 +49	+25 +34	+13 +22	+5 +14	0 +9	-4 +5	-4,5 +4,5	-7 +2	-12 -3	-16 -7	-21 -12	-25 -16	-29 -20	-	-34	-	-40 -31
mais de 10 a 14	+50 +61	+32 +43	+16 +27	+6 +17	0 +11	-5 +6	-6 +5	-9 +2	-15 -4	-20 -9	-26 -15	-31 -20	-38 -25	-	-41	-	-48 -37
mais de 14 a 18															-50	-56	-63
mais de 18 a 24	+65 +78	+40 +53	+20 +33	+7 +20	0 +13	-5 +8	-7 +6	-11 +2	-17 -4	-24 -11	-31 -18	-37 -24	-44 -31	-	-57	-43	-50
mais de 24 a 30															-59	-71	-79
mais de 30 a 40	+80 +96	+50 +66	+25 +41	+9 +25	0 +16	-6 +10	-8 +8	-13 +3	-20 -4	-28 -12	-37 -21	-45 -29	-54 -38	-	-65	-81	-92
mais de 40 a 50															-69	-85	-92
mais de 50 a 65	+100 +119	+60 +79	+30 +49	+10 +29	0 +19	-6 +13	-10 +9	-15 +4	-24 -5	-32 -14	-45 -26	-54 -35	-66 -47	-	-79	-100	-115
mais de 65 a 80															-56	-72	-88
mais de 80 a 100	+120 +142	+72 +94	+36 +58	+12 +34	0 +22	-6 +16	-11 +11	-18 +4	-28 -6	-38 -16	-52 -30	-66 -44	-86 -64	-	-106	-139	-171
mais de 100 a 120															-69	-94	-119
mais de 120 a 140															-47	-72	-97
mais de 140 a 160	+145 +170	+85 +110	+43 +68	+14 +39	0 +25	-7 +18	-13 +12	-21 +4	-33 -8	-45 -20	-61 -36	-81	-110	-140	-188	-220	-266
mais de 160 a 180															-56	-85	-115
mais de 180 a 200															-83	-118	-152
mais de 200 a 225	+170 +199	+100 +129	+50 +79	+15 +44	0 +29	-7 +22	-15 +14	-24 +5	-37 -8	-51 -22	-70 -41	-97	-142	-186	-256	-304	-370
mais de 225 a 250															-68	-113	-157
mais de 250 a 280	+190 +222	+110 +142	+56 +88	+17 +49	0 +32	-7 +25	-16 +16	-27 +5	-41 -9	-57 -25	-79 -47	-100	-150	-200	-278	-330	-405
mais de 280 a 315															-86	-126	-164
mais de 315 a 355	+210 +246	+125 +161	+62 +98	+18 +54	0 +36	-7 +29	-18 +18	-29 +7	-46 -10	-62 -26	-87 -51	-97	-142	-186	-256	-304	-370
mais de 355 a 400															-71	-121	-171
mais de 400 a 450	+230 +270	+135 +175	+68 +108	+20 +60	0 +40	-7 +33	-20 +20	-32 +8	-50 -10	-67 -27	-95 -55	-104	-160	-216	-294	-360	-445
mais de 450 a 500															-75	-131	-187
															-88	-126	-164
															-61	-101	-139
															-86	-126	-164
															-104	-160	-216
															-75	-131	-187
															-117	-161	-211
															-85	-149	-209
															-121	-193	-263
															-89	-161	-231
															-135	-215	-293
															-97	-179	-257
															-139	-233	-319
															-103	-197	-283
															-153	-259	-357
															-113	-219	-317
															-159	-279	-387
															-119	-239	-347
															-527	-647	-807

Tabela 14

Valor dos afastamentos para furos de qualidade 7

	D7	E7	F7	G7	H7	J7	JST	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	U7	V7	X7	Y7	Z7	ZA7
até 1	+20	+14	+6	+2	0	-6	-5	-10	-	-	-16	-20	-24	-	-	-30	-	-36	-42	-
mais de 1 a 3	+30	+24	+16	+12	+10	+4	+5	0	-	-	-6	-10	-14	-	-28	-	-20	-	-26	-32
mais de 3 a 6	+30	+20	+10	+4	0	-6	-6	-9	-12	-16	-20	-23	-27	-	-31	-	-36	-	-43	-50
mais de 6 a 10	+40	+25	+13	+9	0	-7	-8	-10	-15	-19	-24	-28	-32	-	-37	-	-43	-	-51	-61
mais de 10 a 14	+50	+32	+16	+6	0	-8	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	-	-44	-	-51	-	-61	-75
mais de 14 a 18	+68	+50	+34	+24	+18	+10	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	-	-26	-	-50	-	-71	-88
mais de 18 a 24	+65	+40	+20	+7	0	-9	-11	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-	-54	-60	-67	-76	-86	-
mais de 24 a 30	+86	+61	+41	+28	+21	+12	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	-	-54	-63	-68	-77	-88	-101
mais de 30 a 40	+80	+50	+25	+9	0	-11	-13	-18	-25	-33	-42	-50	-59	-	-64	-78	-84	-96	-110	-128
mais de 40 a 50	+105	+75	+50	+34	+25	+14	+12	+7	0	-8	-17	-25	-34	-	-70	-88	-97	-113	-130	-152
mais de 50 a 65	+100	+60	+30	+10	0	-12	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	-	-85	-106	-121	-141	-163	-191
mais de 65 a 80	+130	+90	+60	+40	+30	+18	+19	+9	0	-9	-21	-32	-48	-	-62	-78	-94	-121	-165	-229
mais de 80 a 100	+120	+72	+36	+12	0	-13	-18	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-	-113	-146	-168	-200	-236	-280
mais de 100 a 120	+155	+107	+71	+47	+35	+22	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-	-78	-111	-133	-165	-201	-245
mais de 120 a 140	+145	+85	+43	+14	0	-14	-20	-28	-40	-52	-68	-90	-125	-	-159	-215	-253	-305	-365	-440
mais de 140 a 160	+185	+125	+83	+54	+40	+26	+20	+12	0	-12	-28	-50	-85	-	-119	-175	-213	-265	-325	-400
mais de 160 a 180												-93	-133	-	-171	-235	-277	-335	-405	-490
mais de 180 a 200												-106	-151	-	-195	-265	-313	-379	-454	-549
mais de 200 a 225	+170	+100	+50	+15	0	-16	-23	-33	-46	-60	-79	-109	-159	-	-209	-287	-339	-414	-499	-604
mais de 225 a 250	+216	+146	+96	+61	+46	+30	+23	+13	0	-14	-33	-63	-113	-	-163	-241	-293	-368	-453	-558
mais de 250 a 280	+190	+110	+56	+17	0	-18	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-190	-	-250	-347	-417	-507	-612	-742
mais de 280 a 315	+242	+162	+108	+69	+52	+38	+26	+16	0	-14	-36	-74	-138	-	-198	-295	-365	-455	-560	-690
mais de 315 a 355	+210	+125	+62	+18	0	-18	-29	-40	-57	-73	-98	-144	-226	-	-304	-426	-511	-626	-766	-936
mais de 355 a 400	+267	+182	+119	+75	+57	+39	+28	+17	0	-16	-41	-87	-169	-	-247	-369	-454	-569	-709	-875
mais de 400 a 450	+230	+135	+68	+20	0	-20	-32	-45	-63	-80	-108	-166	-272	-	-370	-530	-635	-780	-960	-1140
mais de 450 a 500	+293	+198	+131	+83	+63	+43	+31	+18	0	-17	-45	-103	-209	-	-307	-467	-572	-717	-897	-1077

Tabela 15

Valor dos afastamentos para furos de qualidade 8

	B8	C8	D8	E8	F8	H8	J8	J8S	K8	M8	N8	P8	R8	Z8	ZA8	ZB8	ZC8
até 1	-	+60	+20	+14	+6	0	-8	-7	-14	-	-	-	-24	-40	-46	-54	-74
mais de 1 a 3	+140	+74	+34	+28	+20	+14	+6	+7	0	-	-	-	-10	-26	-32	-40	-60
mais de 3 a 6	+140	+70	+30	+20	+10	0	-8	-9	-13	-16	-20	-30	-33	-53	-60	-68	-98
mais de 6 a 10	+150	+80	+40	+25	+13	0	-10	-11	-16	-21	-25	-37	-41	-64	-74	-89	-119
mais de 10 a 14	+150	+95	+50	+32	+16	0	-12	-14	-19	-25	-30	-45	-50	-77	-91	-117	-157
mais de 14 a 18	+177	+122	+77	+59	+43	+27	+15	+13	+8	+2	-3	-18	-23	-60	-77	-108	-150
mais de 18 a 24	+160	+110	+65	+40	+20	0	-13	-17	-23	-29	-36	-55	-61	-106	-131	-169	-221
mais de 24 a 30	+193	+143	+98	+73	+53	+33	+20	+16	+10	+4	-3	-22	-28	-88	-118	-160	-218
mais de 30 a 40	+170	+120	+80	+50	+25	0	-15	-20	-27	-34	-42	-65	-73	-151	-187	-239	-
mais de 40 a 50	+180	+130	+119	+89	+64	+39	+24	+19	+12	+5	-3	-26	-34	-175	-219	-281	-
mais de 50 a 65	+190	+140	+100	+60	+30	0	-18	-23	-32	-41	-50	-78	-87	-218	-272	-346	-
mais de 65 a 80	+200	+150	+146	+106	+76	+46	+28	+23	+14	+5	-4	-32	-39	-256	-320	-406	-
mais de 80 a 100	+220	+170	+174	+126	+90	+54	+34	+27	+16	+6	-4	-37	-48	-312	-389	-	-
mais de 100 a 120	+274	+224	+208	+148	+106	+63	+41	+31	+20	+8	-4	-43	-58	-415	-	-	-
mais de 120 a 140	+260	+200	+208	+145	+85	+43	0	-22	-32	-43	-55	-67	-106	-478	-	-	-
mais de 140 a 160	+280	+210	+208	+148	+106	+63	+41	+31	+20	+8	-4	-43	-58	-528	-	-	-
mais de 160 a 180	+340	+240	+242	+172	+122	+72	+47	+36	+22	+9	-5	-50	-68	-465	-	-	-
mais de 180 a 200	+412	+312	+260	+170	+100	+50	0	-25	-36	-50	-63	-77	-122	-520	-	-	-
mais de 200 a 225	+380	+260	+242	+172	+122	+72	+47	+36	+22	+9	-5	-50	-68	-575	-	-	-
mais de 225 a 250	+452	+332	+420	+280	+492	+352								-712	-	-	-
mais de 250 a 280	+480	+300	+561	+381	+190	+110	+56	0	-26	-41	-56	-72	-86	-791	-	-	-
mais de 280 a 315	+540	+330	+621	+411	+271	+191	+137	+81	+55	+40	+25	+9	-5	-871	-	-	-
mais de 315 a 355	+600	+360	+689	+449	+210	+125	+62	0	-29	-45	-61	-78	-94	-989	-	-	-
mais de 355 a 400	+680	+400	+769	+489	+299	+214	+151	+89	+60	+44	+28	+11	-5	-1089	-	-	-
mais de 400 a 450	+760	+440	+857	+537	+320	+232	+165	+97	+66	+48	+29	+11	-6	-1197	-	-	-
mais de 450 a 500	+840	+480	+937	+577	+420	+320	+232	+165	+97	+66	+48	+29	+11	-1347	-	-	-

Tabela 16

Valor dos afastamentos para furos de qualidade 9

	A9	B9	C9	D9	E9	F9	H9	J9	M9	P9	ZB9	ZC9
até 1	-	-	+60	+20	+14	+6	0	-13	-	-	-	-
mais de 1 a 3	+270	+140	+85	+45	+39	+31	+25	+12	-	-	-65	-85
	+295	+165									-40	-60
mais de 3 a 6	+270	+140	+70	+30	+20	+10	0	-15	-30	-42	-80	-110
	+300	+170	+100	+60	+50	+40	+30	+15	0	-12	-50	-80
mais de 6 a 10	+280	+150	+80	+40	+25	+13	0	-18	-36	-51	-103	-133
	+316	+186	+116	+76	+61	+49	+36	+18	0	-15	-67	-97
mais de 10 a 14	+290	+150	+95	+50	+32	+16	0	-22	-43	-61	-133	-173
	+333	+193	+138	+93	+75	+59	+43	+21	0	-18	-90	-130
mais de 14 a 18											-151	-193
											-108	-150
mais de 18 a 24	+300	+160	+110	+65	+40	+20	0	-26	-52	-74	-188	-240
	+352	+212	+162	+117	+92	+72	+52	+26	0	-22	-136	-188
mais de 24 a 30											-212	-270
											-160	-218
mais de 30 a 40	+310	+170	+120								-262	-336
	+372	+232	+182	+80	+50	+25	0	-31	-62	-88	-200	-274
mais de 40 a 50	+320	+180	+130	+142	+112	+87	+62	+31	0	-26	-304	-387
	+382	+242	+192								-242	-325
mais de 50 a 65	+340	+190	+140								-374	-479
	+414	+264	+214	+100	+60	+30	0	-37	-74	-106	-300	-405
mais de 65 a 80	+360	+200	+150	+174	+134	+104	+74	+37	0	-32	-434	-554
	+434	+274	+224								-360	-480
mais de 80 a 100	+380	+220	+170								-532	-
	+467	+307	+257	+120	+72	+36	0	-44	-87	-124	-445	
mais de 100 a 120	+410	+240	+180	+207	+159	+123	+87	+43	0	-37	-612	-
	+497	+327	+267								-525	
mais de 120 a 140	+460	+260	+200									
	+560	+360	+300									
mais de 140 a 160	+529	+280	+210	+145	+85	+43	0	-50	-100	-143	-	-
	+620	+380	+310	+245	+185	+143	+100	+50	0	-43		
mais de 160 a 180	+580	+310	+230									
	+680	+410	+330									
mais de 180 a 200	+660	+340	+240									
	+775	+455	+355									
mais de 200 a 225	+740	+380	+260	+170	+100	+50	0	-58	-115	-165	-	-
	+855	+495	+375	+285	+215	+165	+115	+57	0	-50		
mais de 225 a 250	+820	+420	+280									
	+935	+535	+395									
mais de 250 a 280	+920	+480	+300									
	+1050	+610	+430	+190	+110	+56	0	-65	-130	-186	-	-
mais de 280 a 315	+1050	+540	+330	+320	+240	+186	+130	+65	0	-56		
	+1180	+670	+460									
mais de 315 a 355	+1200	+600	+360									
	+1340	+740	+500	+210	+125	+62	0	-70	-140	-202	-	-
mais de 355 a 400	+1350	+680	+400	+350	+265	+202	+140	+70	0	-62		
	+1490	+820	+540									
mais de 400 a 450	+1500	+760	+440									
	+1655	+915	+595	+230	+135	+68	0	-78	-155	-223	-	-
mais de 450 a 500	+1650	+840	+480	+385	+290	+223	+155	+77	0	-68		
	+1805	+995	+635									

Tabela 17

Valor dos afastamentos para furos de qualidade 10

	D10	E10	H10	J10	F10
até 1	-	-	0	-20	-
mais de 1 a 3	+20	+14	+40	+20	-
	+60	+54			
mais de 3 a 6	+30	-	0	-24	-
	+78		+48	+24	
mais de 6 a 10	+40	-	0	-29	-58
	+98		+58	+29	0
mais de 10 a 18	+50	-	0	-35	-70
	+120		+70	+35	0
mais de 18 a 30	+65	-	0	-42	-84
	+149		+84	+42	0
mais de 30 a 50	+80	-	0	-50	-100
	+180		+100	+50	0
mais de 50 a 80	+100	-	0	-60	-120
	+220		+120	+60	0
mais de 80 a 120	+120	-	0	-70	-140
	+260		+140	+70	0
mais de 120 a 180	+145	-	0	-80	-160
	+305		+160	+80	0
mais de 180 a 250	+170	-	0	-93	-185
	+355		+185	+92	0
mais de 250 a 315	+190	-	0	-105	-210
	+400		+210	+105	0
mais de 315 a 400	+210	-	0	-115	-230
	+440		+230	+115	0
mais de 400 a 500	+230	-	0	-125	-250
	+480		+250	+125	0

Tabela 20

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 5

	d 5	e 5	f 5	g 5	h 5	j 5	ja 5	k 5	a 5	n 5	p 5	r 5	s 5	t 5	u 5	v 5	x 5	
até 1														+18				
mais de 1 a 3		-14	-6	-8	0	+2	+2	+4	-	+8	+10	+14	+14	-	-	-	-	
		-18	-10	-6	-4	-2	-2	0		+4	+6	+10	-		+22			
mais de 3 a 6		-30	-20	-10	-4	0	+3	+2,5	+6	+9	+13	+17	+20	+24	-	+28	-	+33
		-35	-25	-15	-9	-5	-2	-2,5	+1	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28
mais de 6 a 10		-40	-25	-13	-5	0	+4	+3	+7	+12	+16	+21	+25	+29	-	+34	-	+40
		-46	-31	-19	-11	-6	-2	-3	+1	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34
mais de 10 a 14		-50	-32	-16	-6	0	+5	+4	+9	+15	+20	+26	+31	+36	-	+41	-	+48
		-58	-40	-24	-14	-8	-3	-4	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	+47	+53
mais de 14 a 18																+39	+45	
																+50	+56	
mais de 18 a 24		-65	-40	-20	-7	0	+5	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44	-	+41	+47	+54
		-74	-49	-29	-16	-9	-4	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+50	+57	+64	+73
mais de 24 a 30															+41	+48	+55	+64
															+59	+71	+79	+91
mais de 30 a 40		-80	-50	-25	-9	0	+6	+6	+13	+20	+28	+37	+45	+54	+59	+60	+68	+80
		-91	-61	-36	-20	-11	-5	-5	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+65	+81	+92	+108
mais de 40 a 50															+54	+70	+81	+97
															+54	+66	+79	+100
mais de 50 a 65		-100	-60	-30	-10	0	+6	+7	+15	+24	+33	+45	+54	+66	+79	+100	+115	+135
		-113	-73	-43	-23	-13	-7	-6	+2	+11	+20	+32	+41	+52	+66	+87	+102	+122
mais de 65 a 80															+56	+72	+88	+113
															+43	+59	+75	+102
mais de 80 a 100															+66	+86	+106	+139
															+66	+86	+106	+139
mais de 100 a 120		-120	-72	-36	-12	0	+6	+8	+18	+28	+38	+52	+61	+71	+91	+124	+146	+178
		-135	-87	-51	-27	-15	-9	-7	+3	+13	+23	+37	+45	+54	+69	+94	+119	+159
mais de 120 a 140															+54	+79	+104	+144
															+81	+110	+140	+188
mais de 140 a 160		-145	-85	-43	-14	0	+7	+9	+21	+33	+45	+61	+83	+118	+152	+208	+246	+298
		-163	-103	-61	-32	-18	-11	-9	+3	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280
mais de 160 a 180															+86	+126	+164	+228
															+68	+108	+146	+210
mais de 180 a 200															+97	+142	+186	+256
															+77	+122	+166	+236
mais de 200 a 225		-170	-100	-50	-15	0	+7	+10	+24	+37	+51	+70	+100	+150	+200	+278	+350	+405
		-190	-120	-70	-35	-20	-13	-10	+4	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+250	+310	+385
mais de 225 a 250															+104	+160	+216	+304
															+84	+140	+196	+284
mais de 250 a 280															+117	+181	+241	+338
															+94	+158	+218	+315
mais de 280 a 315		-190	-110	-56	-17	0	+7	+12	+27	+43	+57	+79	+121	+193	+263	+373	+448	+548
		-213	-133	-79	-40	-23	-16	-11	+4	+20	+34	+56	+98	+170	+240	+350	+425	+525
mais de 315 a 355															+133	+215	+293	+415
															+133	+215	+293	+415
mais de 355 a 400		-210	-125	-62	-18	0	+7	+13	+29	+46	+62	+87	+139	+233	+319	+460	+555	+660
		-235	-150	-87	-43	-25	-18	-12	+4	+21	+37	+62	+114	+208	+294	+435	+530	+660
mais de 400 a 450															+153	+259	+357	+517
															+126	+232	+330	+490
mais de 450 a 500		-230	-135	-68	-20	0	+7	+14	+32	+50	+67	+95	+159	+279	+387	+567	+687	+847
		-257	-162	-95	-47	-27	-20	-13	+5	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+540	+660	+820

Tabela 21

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 6

	d6	e6	f6	g6	h6	j6	ja6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	v6	x6	y6	z6	za6
até 1	-20	-14	-6	-2	0	+4	+3	+6	-	+10	+12	+16	+20	-	-	-	+26	-	-	-
mais de 1 a 3	-26	-20	-12	-8	-6	-2	-3	0	-	+4	+6	+10	+14	-	+24	-	+20	-	-	-
mais de 3 a 6	-30	-20	-10	-4	0	+6	+4	+9	+12	+16	+20	+23	+27	-	+31	-	+36	-	+43	+50
mais de 6 a 10	-40	-25	-13	-5	0	+7	+4,5	+10	+15	+19	+24	+28	+32	-	+37	-	+43	-	+51	+61
mais de 10 a 14	-49	-34	-22	-14	-9	-2	-4,5	+1	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52
mais de 14 a 18	-50	-32	-16	-6	0	+8	+6	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-	+44	-	+51	-	+61	+75
mais de 18 a 24	-61	-43	-27	-17	-11	-3	-5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	+50	+56	-	+71	+88
mais de 24 a 30	-65	-40	-20	-7	0	+9	+7	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-	+54	+60	+67	+76	+86	-
mais de 30 a 40	-78	-53	-33	-20	-13	-4	-6	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54	+61	+68	+77	+88	+101	-
mais de 40 a 50	-80	-50	-25	-9	0	+11	+8	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64	+76	+84	+96	+110	+128	-
mais de 50 a 65	-96	-66	-41	-25	-16	-5	-8	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+70	+86	+97	+113	+130	+152
mais de 65 a 80	-100	-60	-30	-10	0	+12	+10	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+85	+106	+121	+141	+163	+191	-
mais de 80 a 100	-119	-79	-49	-29	-19	-7	-9	+2	+11	+20	+32	+43	+59	+73	+93	+113	+146	+168	+200	+236
mais de 100 a 120	-120	-72	-36	-12	0	+13	+11	+25	+35	+45	+59	+71	+91	+101	+126	+166	+194	+232	+276	+332
mais de 120 a 140	-142	-94	-58	-34	-22	-9	-11	+3	+13	+23	+37	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	-
mais de 140 a 160	-145	-85	-43	-14	0	+14	+13	+28	+40	+52	+68	+88	+117	+147	+195	+227	+273	+325	+390	-
mais de 160 a 180	-170	-110	-68	-39	-25	-11	-12	+3	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	-
mais de 180 a 200	-170	-100	-50	-15	0	+16	+15	+33	+46	+60	+79	+106	+151	+195	+265	+313	+379	+454	+549	-
mais de 200 a 225	-199	-129	-79	-44	-29	-13	-14	+4	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	-
mais de 225 a 250	-190	-110	-56	-17	0	+16	+16	+36	+52	+66	+88	+109	+159	+209	+287	+339	+414	+499	+604	-
mais de 250 a 280	-222	-142	-88	-49	-32	-16	-16	+4	+20	+34	+56	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	-
mais de 280 a 315	-210	-125	-62	-18	0	+18	+18	+40	+57	+73	+98	+113	+169	+225	+313	+369	+454	+549	+669	-
mais de 315 a 355	-246	-161	-98	-54	-36	-18	-18	+4	+21	+37	+62	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	-
mais de 355 a 400	-190	-110	-56	-17	0	+16	+16	+36	+52	+66	+88	+126	+190	+250	+347	+417	+507	+612	+742	-
mais de 400 a 450	-222	-142	-88	-49	-32	-16	-16	+4	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	-
mais de 450 a 500	-220	-135	-68	-20	0	+20	+20	+45	+63	+80	+108	+130	+202	+272	+382	+457	+557	+682	+822	-
mais de 500 a 550	-270	-175	-108	-60	-40	-20	-20	+5	+23	+40	+68	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	-
mais de 550 a 600	-210	-125	-62	-18	0	+18	+18	+40	+57	+73	+98	+144	+226	+304	+426	+511	+626	+766	+936	-
mais de 600 a 650	-246	-161	-98	-54	-36	-18	-18	+4	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	-
mais de 650 a 700	-210	-125	-62	-18	0	+18	+18	+40	+57	+73	+98	+150	+244	+330	+471	+566	+696	+856	+1036	-
mais de 700 a 750	-210	-125	-62	-18	0	+18	+18	+40	+57	+73	+98	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	-
mais de 750 a 800	-230	-135	-68	-20	0	+20	+20	+45	+63	+80	+108	+166	+272	+370	+530	+635	+780	+960	+1140	-
mais de 800 a 850	-270	-175	-108	-60	-40	-20	-20	+5	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	-
mais de 850 a 900	-270	-175	-108	-60	-40	-20	-20	+5	+23	+40	+68	+172	+292	+400	+580	+700	+860	+1040	+1290	-
mais de 900 a 950	-270	-175	-108	-60	-40	-20	-20	+5	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	-

Tabela 22

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 7

	d7	e7	f7	g7	h7	j7	ka7	l7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7	x7	y7	z7	aa7	ab7	ac7	
até 1	-20	-14	-6	-	0	+6	+3	+10	-	-	+16	+20	+24	-	-	+30	-	+36	+42	+50	+70		
mais de 1 a 3	-30	-24	-16	-	-10	-4	-5	0	-	-	+6	+10	+14	-	+28	+18	+20	-	+26	+32	+40	+60	
mais de 3 a 6	-30	-20	-10	-	0	+8	+6	+13	+16	+20	+24	+27	+31	-	+35	-	+40	-	+47	+54	+62	+92	
mais de 6 a 10	-40	-25	-13	-	0	+10	+8	+16	+21	+25	+30	+34	+38	-	+43	-	+49	-	+57	+67	+82	+112	
mais de 10 a 14	-50	-32	-16	-6	0	+12	+9	+19	+25	+30	+36	+41	+46	-	+51	-	+40	-	+58	+68	+82	+108	
mais de 14 a 18	-60	-30	-34	-24	-18	-6	-9	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	+57	+63	-	+78	+95	+120	+150	
mais de 18 a 24	-65	-40	-20	-7	0	+13	+11	+23	+29	+36	+43	+49	+56	-	+41	+47	+54	+63	+98	+109	+139	+181	
mais de 24 a 30	-86	-61	-43	-28	-21	-8	-10	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+62	+69	+76	+83	+98	+109	+139	+181		
mais de 30 a 40	-80	-50	-25	-9	0	+15	+13	+27	+34	+42	+51	+59	+68	+73	+85	+93	+105	+119	+137	+173			
mais de 40 a 50	-105	-75	-50	-34	-25	-10	-12	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+43	+79	+93	+106	+122	+139	+161	+205		
mais de 50 a 65	-100	-60	-30	-10	0	+10	+15	+32	+41	+50	+62	+71	+83	+86	+105	+117	+132	+152	+174	+202			
mais de 65 a 80	-130	-90	-60	-40	-30	-12	-15	+2	+11	+20	+32	+41	+53	+75	+89	+105	+132	+150	+176	+206	+240		
mais de 80 a 100	-120	-72	-36	-12	0	+20	+18	+38	+48	+58	+72	+81	+91	+91	+124	+146	+178	+214	+258				
mais de 100 a 120	-155	-107	-71	-47	-35	-15	-17	+7	+13	+23	+37	+43	+54	+89	+114	+139	+179	+207	+245	+289	+345		
mais de 120 a 140														+103	+132	+162	+210	+242	+288	+340	+405		
mais de 140 a 160	-145	-85	-43	-14	0	+22	+20	+43	+55	+67	+83	+105	+140	+65	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365		
mais de 160 a 180	-185	-125	-83	-54	-40	-18	-20	+5	+15	+27	+43	+65	+100	+108	+148	+186	+250	+292	+350	+420	+505		
mais de 180 a 200														+123	+168	+212	+282	+330	+396	+471	+566		
mais de 200 a 225	-170	-100	-50	-15	0	+25	+23	+50	+63	+77	+96	+126	+176	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520		
mais de 225 a 250	-216	-146	-96	-61	-46	-21	-23	+6	+17	+31	+50	+80	+130	+130	+166	+242	+330	+386	+471	+566	+686		
mais de 250 a 280	-190	-110	-56	-17	0	+26	+26	+56	+72	+86	+108	+146	+210	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640		
mais de 280 a 315	-242	-162	-108	-69	-52	-26	-26	+8	+20	+34	+56	+94	+158	+130	+222	+292	+402	+477	+571	+702	+848		
mais de 315 a 355	-210	-125	-62	-18	0	+29	+29	+61	+78	+94	+119	+165	+247	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900		
mais de 355 a 400	-267	-182	-119	-75	-57	-28	-28	+8	+21	+37	+62	+171	+265	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000		
mais de 400 a 450	-230	-135	-68	-20	0	+31	+32	+68	+86	+103	+131	+189	+295	+189	+295	+393	+555	+658	+803	+983	+1163		
mais de 450 a 500	-293	-198	-131	-83	-63	-32	-31	+5	+23	+40	+68	+132	+252	+195	+315	+423	+603	+723	+883	+1063	+1313		

Tabela 23

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 8

	b 8	c 8	d 8	e 8	f 8	h 8	j a 8	u 8	x 8	a b 8	s o 8
até 1	-	-60	-20	-14	-6	0	+7	-	+34	+54	+74
mais de 1 a 3	-140	-74	-34	-28	-20	-14	-7	+32	+20	+40	+60
	-154							+18			
mais de 3 a 6	-140	-70	-30	-20	-10	0	+9	+41	+46	+68	+98
	-158	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+50	+80
mais de 6 a 10	-150	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+89	+119
	-172	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+67	+97
mais de 10 a 14	-150	-95	-50	-32	-16	0	+14	+60	+67	+117	+157
	-177	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+40	+90	+130
mais de 14 a 18									+72	+133	+177
									+45	+108	+150
mais de 18 a 24	-160	-110	-65	-40	-20	0	+17	+74	+87	+169	+221
	-193	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+136	+188
mais de 24 a 30								+81	+97	+193	+251
								+48	+64	+160	+216
mais de 30 a 40	-170	-120	-80	-50	-25	0	+20	+99	+119	+239	-
	-209	-159						+60	+80	+200	
mais de 40 a 50	-180	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+281	
	-219	-169						+70	+97	+242	
mais de 50 a 65	-190	-140	-100	-60	-30	0	+23	+133	+168	+346	-
	-236	-186						+87	+122	+300	
mais de 65 a 80	-200	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+406	-
	-246	-196						+102	+146	+360	
mais de 80 a 100	-220	-170	-120	-72	-36	0	+27	+178	+232	-	-
	-274	-224						+124	+178		
mais de 100 a 120	-240	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	-	-
	-294	-234						+144	+210		
mais de 120 a 140	-260	-200						+233	+311	-	-
	-323	-263						+170	+248		
mais de 140 a 160	-280	-210	+145	-85	-43	0	+32	+253	+343	-	-
	-343	-273	-208	-148	-106	-63	-31	+190	+280		
mais de 160 a 180	-310	-230						+273	+373	-	-
	-373	-293						+210	+310		
mais de 180 a 200	-340	-240						+308	+422	-	-
	-412	-312						+236	+350		
mais de 200 a 225	-380	-260	-170	-100	-50	0	+36	+330	+457	-	-
	-452	-332	-242	-172	-122	-72	-36	+258	+385		
mais de 225 a 250	-420	-280						+356	+497	-	-
	-492	-352						+284	+425		
mais de 250 a 280	-480	-300						+396	+556	-	-
	-561	-381	-190	-110	-56	0	+41	+315	+475		
mais de 280 a 315	-540	-330	-271	-191	-137	-81	-40	+431	+606	-	-
	-621	-421						+350	+525		
mais de 315 a 355	-600	-360	-210	-125	-62	0	+45	+479	+679	-	-
	-689	-449	-299	-214	-151	-89	-44	+390	+590		
mais de 355 a 400	-660	-400						+424	+749	-	-
	-769	-489						+435	+660		
mais de 400 a 450	-760	-440	-230	-135	-68	0	+49	+587	+837	-	-
	-837	-537	-327	-232	-165	-97	-48	+490	+740		
mais de 450 a 500	-840	-480						+637	+917	-	-
	-937	-577						+540	+820		

Tabela 24

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 9

	a 9	b 9	c 9	d 9	e 9	f 9	h 9	j a 9
até 1	-	-	-60	-20	-14	-6	0	+13
mais de 1 a 3	-270	-140	-85	-45	-39	-31	-25	-12
mais de 3 a 6	-270	-140	-70	-30	-20	-10	0	+15
mais de 6 a 10	-300	-170	-100	-60	-50	-40	-30	-15
mais de 10 a 18	-280	-150	-80	-40	-25	-13	0	+18
mais de 18 a 30	-316	-186	-116	-76	-61	-49	-36	-18
mais de 30 a 40	-290	-150	-95	-50	-32	-16	0	+22
mais de 40 a 50	-333	-193	-138	-93	-75	-59	-43	-21
mais de 50 a 65	-300	-160	-110	-65	-40	-20	0	+26
mais de 65 a 80	-352	-212	-162	-117	-92	-72	-52	-26
mais de 80 a 100	-310	-170	-120	-80	-50	-25	0	+31
mais de 100 a 120	-372	-232	-182	-142	-112	-87	-62	-31
mais de 120 a 140	-320	-180	-130	-100	-60	-30	0	+37
mais de 140 a 160	-382	-242	-192	-174	-134	-104	-74	-37
mais de 160 a 180	-340	-190	-140	-100	-60	-30	0	+37
mais de 180 a 200	-414	-264	-214	-174	-134	-104	-74	-37
mais de 200 a 225	-360	-200	-150	-100	-60	-30	0	+37
mais de 225 a 250	-434	-274	-224	-174	-134	-104	-74	-37
mais de 250 a 280	-380	-220	-170	-120	-72	-36	0	+34
mais de 280 a 315	-467	-307	-257	-207	-159	-123	-87	-43
mais de 315 a 355	-410	-240	-180	-145	-85	-43	0	+50
mais de 355 a 400	-497	-327	-267	-245	-185	-143	-100	-50
mais de 400 a 450	-460	-260	-200	-170	-100	-50	0	+50
mais de 450 a 500	-560	-360	-300	-285	-215	-165	-115	-57
mais de 500 a 550	-520	-280	-210	-190	-110	-56	0	+65
mais de 550 a 600	-620	-380	-310	-320	-240	-186	-130	-65
mais de 600 a 650	-580	-310	-230	-210	-125	-62	0	+70
mais de 650 a 700	-680	-410	-330	-350	-265	-202	-140	-70
mais de 700 a 750	-660	-340	-240	-230	-110	-68	0	+78
mais de 750 a 800	-775	-455	-355	-385	-290	-223	-155	-77
mais de 800 a 850	-740	-380	-260	-230	-110	-68	0	+78
mais de 850 a 900	-855	-495	-375	-350	-265	-202	-140	-70
mais de 900 a 950	-820	-420	-280	-230	-110	-68	0	+78
mais de 950 a 1000	-935	-535	-395	-350	-265	-202	-140	-70

Tabela 25

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 10

	d10	h10	ja10
até 1	-	0	+20
mais de 1 a 3	+20	-40	-20
mais de 3 a 6	-30	0	+24
mais de 6 a 10	-78	-48	-24
mais de 10 a 18	-40	0	+29
mais de 18 a 30	-98	-58	-29
mais de 30 a 50	-50	0	+35
mais de 50 a 80	-120	-70	-35
mais de 80 a 120	-65	0	+42
mais de 120 a 180	-149	-84	-42
mais de 180 a 250	-80	0	+50
mais de 250 a 350	-180	-100	-50
mais de 350 a 500	-100	0	+60
mais de 500 a 800	-220	-120	-60
mais de 800 a 1200	-120	0	+70
mais de 1200 a 1800	-260	-140	-70
mais de 1800 a 2500	-145	0	+80
mais de 2500 a 3500	-305	-160	-80
mais de 3500 a 5000	-170	0	+93
mais de 5000 a 7000	-355	-185	-92
mais de 7000 a 10000	-190	0	+105
mais de 10000 a 15000	-400	-210	-105
mais de 15000 a 20000	-210	0	+115
mais de 20000 a 30000	-440	-230	-115
mais de 30000 a 40000	-230	0	+125
mais de 40000 a 50000	-480	-250	-125

Tabela 26

Valor dos afastamentos para eixos de qualidade 11

	all	b11	c11	d11	h11	ja11
até 3	-	-	-	-	0	+30
mais de 3 a 6	-270	-140	-70	-30	-60	-30
mais de 6 a 10	-345	-215	-145	-105	-75	-37
mais de 10 a 18	-280	-150	-80	-40	0	+45
mais de 18 a 30	-370	-240	-170	-130	-90	-45
mais de 30 a 40	-290	-150	-95	-50	0	+55
mais de 40 a 50	-400	-260	-205	-160	-110	-59
mais de 50 a 65	-300	-160	-110	-65	0	+65
mais de 65 a 80	-430	-290	-240	-195	-130	-65
mais de 80 a 100	-310	-170	-120	-80	0	+80
mais de 100 a 120	-470	-330	-280	-240	-160	-80
mais de 120 a 140	-320	-180	-130	-100	0	+95
mais de 140 a 160	-480	-340	-290	-240	-160	-80
mais de 160 a 180	-340	-190	-140	-100	0	+95
mais de 180 a 200	-530	-380	-330	-290	-190	-95
mais de 200 a 225	-360	-200	-150	-290	-190	-95
mais de 225 a 250	-550	-390	-340	-300	-200	-100
mais de 250 a 280	-380	-220	-170	-120	0	+110
mais de 280 a 315	-600	-440	-390	-340	-220	-110
mais de 315 a 355	-410	-240	-180	-140	-100	-60
mais de 355 a 400	-630	-460	-400	-300	-200	-120
mais de 400 a 450	-460	-260	-200	-140	-100	-60
mais de 450 a 500	-710	-510	-450	-350	-250	-150
mais de 500 a 600	-520	-280	-210	-145	-105	-65
mais de 600 a 700	-770	-530	-460	-395	-250	-125
mais de 700 a 800	-580	-310	-230	-170	-120	-80
mais de 800 a 900	-830	-560	-480	-380	-280	-180
mais de 900 a 1000	-660	-340	-240	-180	-130	-90
mais de 1000 a 1200	-950	-630	-530	-430	-330	-230
mais de 1200 a 1400	-740	-380	-260	-170	-120	-80
mais de 1400 a 1600	-1030	-670	-550	-460	-360	-260
mais de 1600 a 1800	-820	-420	-280	-170	-120	-80
mais de 1800 a 2000	-1110	-710	-570	-470	-370	-270
mais de 2000 a 2250	-920	-480	-300	-200	-150	-100
mais de 2250 a 2500	-1240	-800	-620	-510	-410	-310
mais de 2500 a 2800	-1050	-540	-330	-210	-160	-110
mais de 2800 a 3150	-1370	-860	-650	-540	-440	-340
mais de 3150 a 3550	-1200	-600	-360	-220	-170	-120
mais de 3550 a 4000	-1560	-960	-720	-600	-500	-400
mais de 4000 a 4500	-1350	-680	-400	-270	-210	-160
mais de 4500 a 5000	-1710	-1040	-760	-640	-540	-440
mais de 5000 a 5500	-1500	-760	-440	-300	-240	-190
mais de 5500 a 6000	-1900	-1160	-840	-700	-600	-500
mais de 6000 a 6500	-1650	-840	-480	-360	-300	-240
mais de 6500 a 7000	-2050	-1240	-880	-740	-640	-540

Tabela 27

Ajustes recomendados (ISO)

Puro base H5

	Puro H5	Eixos																							
		d 5		e 5		f 5		f 4		g 4		h 4		k 4		m 4		n 4		p 4		r 4		s 4	
		afast. inf.	afast. super.	folga mín.	folga super.	afast. inf.	afast. super.	folga mín.	folga super.	afast. inf.	afast. super.	folga mín.	folga super.	afast. inf.	afast. super.	folga mín.	folga super.	afast. inf.	afast. super.	folga mín.	folga super.	afast. inf.	afast. super.	folga mín.	folga super.
até 1	0 +4	-	-	-14 -18	14 22	-6 -10	6 14	-6 -9	6 13	-2 -5	2 9	0 -3	0 7	+3 0	3 4	+5 +2	5 2	+7 +4	7 0	-	-	-	-	-	-
mais de 3 a 6	0 +5	-30 -35	30 40	-20 -25	20 30	-10 -15	10 20	-10 -14	10 19	-4 -8	4 13	0 -4	0 9	+5 +1	5 4	+8 +4	8 1	+12 +8	12 3	+16 +12	16 7	+19 +15	19 10	+23 +19	23 14
mais de 6 a 10	0 +6	-40 -46	40 52	-25 -31	25 37	-13 -19	13 25	-13 -17	13 23	-5 -9	5 15	0 -4	0 10	+5 +1	5 5	+10 +6	10 0	+14 +10	14 4	+19 +15	19 9	+23 +19	23 13	+27 +23	27 17
mais de 10 a 18	0 +8	-50 -58	50 66	-32 -40	32 48	-16 -24	16 32	-16 -21	16 29	-6 -11	6 19	0 -5	0 13	+6 +1	6 7	+12 +7	12 1	+17 +12	17 4	+23 +18	23 10	+28 +23	28 15	+33 +28	33 20
mais de 18 a 30	0 +9	-65 -74	65 83	-40 -49	40 58	-20 -29	20 38	-20 -26	20 35	-7 -13	7 22	0 -6	0 15	+8 +2	8 7	+14 +8	14 1	+21 +15	21 6	+28 +22	28 13	+34 +28	34 19	+41 +35	41 26
mais de 30 a 50	0 +11	-80 -91	80 102	-50 -61	50 72	-25 -36	25 47	-25 -32	25 43	-9 -16	9 27	0 -7	0 18	+9 +2	9 9	+16 +9	16 2	+24 +17	24 6	+33 +26	33 15	+41 +34	41 23	+50 +43	50 32
mais de 50 a 65	0 +13	-100 -113	100 126	-60 -73	60 86	-30 -43	30 56	-30 -38	30 51	-10 -18	10 31	0 -8	0 21	+10 +2	10 11	+19 +11	19 2	+28 +20	28 7	+40 +32	40 19	+49 +41	49 28	+61 +53	61 40
mais de 65 a 80																					+51 +43	51 30	+67 +59	67 46	
mais de 80 a 100	0 +15	-120 -135	120 150	-72 -87	72 102	-36 -51	36 66	-36 -46	36 61	-12 -22	12 37	0 -10	0 25	+13 +3	13 12	+23 +13	23 2	+33 +23	33 8	+47 +37	47 22	+61 +54	61 39	+81 +79	81 64
mais de 100 a 120																						+75 +63	75 45	+104 +92	104 74
mais de 120 a 140	0 +18	-145 -163	145 181	-85 -103	85 121	-43 -61	43 79	-43 -55	43 75	-14 -26	14 44	0 -12	0 30	+15 +3	15 15	+27 +15	27 3	+39 +27	39 9	+55 +43	55 25	+77 +65	77 47	+112 +100	112 82
mais de 140 a 160																						+80 +68	80 50	+120 +108	120 90
mais de 160 a 180																						+91 +77	91 57	+136 +122	136 102
mais de 180 a 200	0 +20	-170 -190	170 210	-100 -120	100 140	-50 -70	50 90	-50 -64	50 84	-15 -29	15 49	0 -14	0 34	+18 +4	18 16	+31 +17	31 3	+45 +31	45 11	+64 +50	64 30	+94 +80 +98 +84	94 60 98 64	+144 +130 +154 +140	144 110 154 120
mais de 200 a 225																						+110 +94 +114 +98	110 71 114 75	+174 +158 +186 +170	174 135 186 147
mais de 225 a 250																						+126 +108 +132 +114	126 83 132 89	+208 +190 +226 +208	208 165 226 183
mais de 250 a 280	0 +23	-190 -213	190 236	-110 -133	110 156	-56 -79	56 102	-56 -72	56 95	-17 -33	17 56	0 -16	0 39	+20 +4	20 19	+36 +20	36 3	+50 +34	50 11	+72 +56	72 33	+110 +94 +114 +98	110 71 114 75	+174 +158 +186 +170	174 135 186 147
mais de 280 a 315																						+126 +108 +132 +114	126 83 132 89	+208 +190 +226 +208	208 165 226 183
mais de 315 a 355	0 +25	-210 -233	210 260	-125 -150	125 175	-62 -87	62 112	-62 -80	62 105	-18 -36	18 61	0 -18	0 43	+22 +4	22 21	+39 +21	39 4	+55 +37	55 12	+80 +62	80 37	+126 +108 +132 +114	126 83 132 89	+208 +190 +226 +208	208 165 226 183
mais de 355 a 400																						+146 +126 +152 +132	146 99 152 105	+252 +232 +272 +252	252 205 272 225
mais de 400 a 450	0 +27	-230 -257	230 284	-135 -162	135 189	-68 -95	68 122	-68 -88	68 115	-20 -40	20 67	0 -20	0 47	+25 +5	25 22	+43 +23	43 4	+60 +40	60 13	+88 +68	88 41	+146 +126 +152 +132	146 99 152 105	+252 +232 +272 +252	252 205 272 225
mais de 450 a 500																									

x) interferência máx. e folga máx.

Tabela 28
Ajustes recomendados (ISO) furo base H6

PARTE I

	Para		Eixos																
	R 6	d 7	d 6	e 7	e 6	f 6	g 5	h 5	j 5	k 5									
	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	folga mín. máx.	afast. inf. máx.	afast. x) sup. inf.	afast. x) sup. inf.	
até 3	0	-20	20	-20	20	-14	14	-14	14	-6	6	-2	2	0	0	+2	2	+4	4
mais de 3 a 6	+6	-30	36	-26	32	-24	30	-20	26	-12	18	-6	12	-4	10	-2	8	0	6
mais de 6 a 10	0	-30	30	-30	30	-20	20	-20	20	-10	10	-4	4	0	0	+3	3	+6	6
mais de 10 a 14	+8	-42	50	-38	46	-32	40	-28	36	-18	26	-9	17	-5	13	-2	10	+1	7
mais de 14 a 18	0	-40	40	-40	40	-25	25	-25	25	-13	13	-5	5	0	0	+4	4	+7	7
mais de 18 a 24	+2	-55	64	-49	58	-40	49	-34	43	-22	31	-11	20	-6	15	-2	11	+1	8
mais de 24 a 30	0	-50	50	-50	50	-32	32	-32	32	-16	16	-6	6	0	0	+5	5	+9	9
mais de 30 a 40	+11	-68	79	-61	72	-50	61	-43	54	-27	38	-14	25	-8	19	-3	14	+1	10
mais de 40 a 50	0	-65	65	-65	65	-40	40	-40	40	-20	20	-7	7	0	0	+5	5	+11	11
mais de 50 a 65	+13	-86	99	-78	91	-61	74	-53	66	-33	46	-16	29	-9	22	-4	17	+2	11
mais de 65 a 80	0	-80	80	-80	80	-50	50	-50	50	-25	25	-9	9	0	0	+6	6	+13	13
mais de 80 a 100	+16	-105	121	-96	112	-75	91	-66	82	-41	57	-20	36	-11	27	-5	21	+2	14
mais de 100 a 120	0	-100	100	-100	100	-60	60	-60	60	-30	30	-10	10	0	0	+6	6	+15	15
mais de 120 a 140	+19	-130	149	-119	138	-90	109	-79	98	-49	68	-23	42	-13	32	-7	26	+2	17
mais de 140 a 160	0	-120	120	-120	120	-72	72	-72	72	-36	36	-12	12	0	0	+6	6	+18	18
mais de 160 a 180	+22	-155	177	-142	164	-107	129	-94	116	-58	80	-27	49	-15	37	-9	31	+3	19
mais de 180 a 200	0	-145	145	-145	145	-85	85	-85	85	-43	43	-14	14	0	0	+7	7	+21	21
mais de 200 a 225	+25	-185	210	-170	195	-125	150	-110	135	-68	93	-32	57	-18	43	-11	36	+3	22
mais de 225 a 250	0	-170	170	-170	170	-100	100	-100	100	-50	50	-15	15	0	0	+7	7	+24	24
mais de 250 a 280	+29	-216	243	-199	228	-146	175	-129	158	-79	108	-35	64	-20	49	-13	42	+4	25
mais de 280 a 315	0	-190	190	-190	190	-110	110	-110	110	-56	56	-17	17	0	0	+7	7	+27	27
mais de 315 a 355	+32	-242	274	-222	254	-162	194	-142	174	-83	120	-40	72	-23	55	-16	48	+4	28
mais de 355 a 400	0	-210	210	-210	210	-125	125	-125	125	-62	62	-18	18	0	0	+7	7	+29	29
mais de 400 a 450	+36	-267	303	-246	282	-182	218	-161	197	-98	134	-43	79	-25	61	-18	54	+4	32
mais de 450 a 500	0	-230	230	-230	230	-135	135	-135	135	-68	68	-20	20	0	0	+7	7	+32	32
mais de 500 a 550	+40	-293	333	-270	310	-198	238	-175	215	-108	148	-47	87	-27	67	-20	60	+5	35

x) interferencia e folga máx.

xx) folga máx.

Tabela 28
Ajustes recomendados (ISO) furo base H6

PARTE II

	Eixos																	
	m 5		n 5		p 5		r 5		s 5		t 5		u 5		v 5		x 5	
	afast. sup. inf.	x) sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. mín.	
até 2	-	-	-	8 xx)	+10	10	+14	14	+18	18	-	-	-	-	-	-	-	
mais de 2 a 3	-	-	+8	8 xx)	+10	10	+14	14	+18	18	-	-	-	-	-	-	-	
mais de 3 a 6	+9	9	+13	13	+17	17	+20	20	+24	24	-	-	+22	22	-	-	+33	33
mais de 6 a 10	+12	12	+16	16	+21	21	+25	25	+29	29	-	-	+28	28	-	-	+40	40
mais de 10 a 14	+15	15	+20	20	+26	26	+31	31	+36	36	-	-	+34	34	-	-	+48	48
mais de 14 a 18	+17	17	+22	22	+28	28	+34	34	+40	40	-	-	+38	38	-	-	+58	58
mais de 18 a 24	+17	17	+24	24	+31	31	+37	37	+44	44	-	-	+41	41	-	-	+63	63
mais de 24 a 30	+18	18	+25	25	+33	33	+40	40	+48	48	-	-	+46	46	-	-	+73	73
mais de 30 a 40	+20	20	+28	28	+37	37	+45	45	+54	54	-	-	+52	52	-	-	+80	80
mais de 40 a 50	+21	21	+29	29	+38	38	+46	46	+56	56	-	-	+54	54	-	-	+91	91
mais de 50 a 65	+24	24	+33	33	+43	43	+52	52	+62	62	-	-	+60	60	-	-	+108	108
mais de 65 a 80	+25	25	+34	34	+44	44	+54	54	+66	66	-	-	+64	64	-	-	+127	127
mais de 80 a 100	+26	26	+35	35	+45	45	+56	56	+68	68	-	-	+66	66	-	-	+148	148
mais de 100 a 120	+27	27	+36	36	+46	46	+58	58	+70	70	-	-	+68	68	-	-	+170	170
mais de 120 a 140	+28	28	+37	37	+47	47	+60	60	+72	72	-	-	+70	70	-	-	+193	193
mais de 140 a 160	+29	29	+38	38	+48	48	+61	61	+74	74	-	-	+72	72	-	-	+217	217
mais de 160 a 180	+30	30	+39	39	+49	49	+62	62	+76	76	-	-	+74	74	-	-	+242	242
mais de 180 a 200	+31	31	+40	40	+50	50	+63	63	+78	78	-	-	+76	76	-	-	+268	268
mais de 200 a 225	+32	32	+41	41	+51	51	+64	64	+80	80	-	-	+78	78	-	-	+295	295
mais de 225 a 250	+33	33	+42	42	+52	52	+65	65	+82	82	-	-	+80	80	-	-	+323	323
mais de 250 a 280	+34	34	+43	43	+53	53	+66	66	+84	84	-	-	+82	82	-	-	+352	352
mais de 280 a 315	+35	35	+44	44	+54	54	+67	67	+86	86	-	-	+84	84	-	-	+383	383
mais de 315 a 355	+36	36	+45	45	+55	55	+68	68	+88	88	-	-	+86	86	-	-	+415	415
mais de 355 a 400	+37	37	+46	46	+56	56	+69	69	+90	90	-	-	+88	88	-	-	+448	448
mais de 400 a 450	+38	38	+47	47	+57	57	+70	70	+92	92	-	-	+90	90	-	-	+483	483
mais de 450 a 500	+39	39	+48	48	+58	58	+71	71	+94	94	-	-	+92	92	-	-	+520	520

x) interferencia e folga máx.
xx) folga máx.

Tabela 29

Ajustes recomendados (ISO) furo base H7

PARTE I

	Furo		Eixo															
	H 7	a 9	b 9		b 8		c 9		c 8		d 9		d 8		e 8			
	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	
até 1	0	-	-	-	-	-	-60	60	-60	60	-20	20	-20	20	-14	14		
mais de 1 a 3	+10	-270	270	-140	140	-140	140	-85	95	-74	84	-45	55	-34	44	-28	38	
		-295	305	-165	175	-154	164											
mais de 3 a 6	0	-270	270	-140	140	-140	140	-70	70	-70	70	-30	30	-30	30	-20	20	
	+12	-300	312	-170	182	-158	170	-100	112	-88	100	-60	72	-48	60	-38	50	
mais de 6 a 10	0	-280	280	-150	150	-150	150	-80	80	-80	80	-40	40	-40	40	-25	25	
	+15	-316	331	-186	201	-172	187	-116	131	-102	117	-76	91	-62	77	-47	62	
mais de 10 a 14	0	-290	290	-150	150	-150	150	-95	95	-95	95	-50	50	-50	50	-32	32	
	+18	-333	351	-193	211	-177	195	-138	156	-122	140	-93	111	-77	95	-59	77	
mais de 18 a 24	0	-300	300	-160	160	-160	160	-110	110	-110	110	-65	65	-65	65	-40	40	
	+21	-352	373	-212	233	-193	214	-162	183	-143	164	-117	138	-98	119	-73	94	
mais de 30 a 40	0	-310	310	-170	170	-170	170	-120	120	-120	120	-80	80	-80	80	-50	50	
	+25	-372	397	-232	257	-209	234	-182	207	-159	184	-142	167	-119	144	-89	114	
mais de 40 a 50	0	-320	320	-180	180	-180	180	-130	130	-130	130	-90	90	-90	90	-60	60	
	+30	-382	407	-242	267	-219	244	-192	217	-169	194	-142	167	-119	144	-89	114	
mais de 50 a 65	0	-340	340	-190	190	-190	190	-140	140	-140	140	-100	100	-100	100	-60	60	
	+30	-414	448	-264	294	-236	266	-214	244	-186	216	-174	204	-146	176	-106	136	
mais de 65 a 80	0	-360	360	-200	200	-200	200	-150	150	-150	150	-110	110	-110	110	-70	70	
	+35	-434	464	-274	304	-246	276	-224	254	-196	226	-184	214	-156	186	-116	146	
mais de 80 a 100	0	-380	380	-220	220	-220	220	-170	170	-170	170	-120	120	-120	120	-80	80	
	+40	-467	502	-307	342	-274	309	-257	292	-224	259	-207	242	-174	209	-126	161	
mais de 100 a 120	0	-420	420	-240	240	-240	240	-180	180	-180	180	-130	130	-130	130	-90	90	
	+40	-507	542	-327	362	-294	329	-267	302	-234	269	-217	252	-184	219	-146	181	
mais de 120 a 140	0	-460	460	-260	260	-260	260	-200	200	-200	200	-145	145	-145	145	-95	95	
	+40	-550	600	-360	400	-323	363	-300	340	-263	303	-245	285	-208	248	-148	188	
mais de 140 a 160	0	-520	520	-280	280	-280	280	-210	210	-210	210	-160	160	-160	160	-110	110	
	+40	-620	660	-380	420	-343	383	-310	350	-273	313	-255	295	-218	258	-168	208	
mais de 160 a 180	0	-580	580	-310	310	-310	310	-230	230	-230	230	-180	180	-180	180	-130	130	
	+40	-680	720	-410	450	-373	413	-330	370	-293	333	-275	315	-238	278	-188	228	
mais de 180 a 200	0	-660	660	-340	340	-340	340	-240	240	-240	240	-190	190	-190	190	-140	140	
	+46	-772	821	-455	501	-412	458	-355	401	-312	358	-295	341	-258	304	-218	264	
mais de 200 a 225	0	-740	740	-380	380	-380	380	-260	260	-260	260	-210	210	-210	210	-160	160	
	+46	-855	901	-495	541	-452	498	-375	421	-332	378	-315	361	-278	324	-238	284	
mais de 225 a 250	0	-820	820	-420	420	-420	420	-280	280	-280	280	-230	230	-230	230	-180	180	
	+46	-935	981	-535	581	-492	538	-395	441	-352	398	-335	381	-298	344	-258	304	
mais de 250 a 280	0	-920	920	-480	480	-480	480	-300	300	-300	300	-250	250	-250	250	-200	200	
	+52	-1050	1102	-610	662	-561	613	-430	482	-381	433	-365	417	-328	380	-288	340	
mais de 280 a 315	0	-1050	1050	-540	540	-540	540	-330	330	-330	330	-280	280	-280	280	-230	230	
	+52	-1180	1232	-670	722	-621	673	-460	512	-411	463	-395	447	-358	410	-318	370	
mais de 315 a 355	0	-1200	1200	-600	600	-600	600	-360	360	-360	360	-310	310	-310	310	-260	260	
	+57	-1340	1397	-740	797	-689	746	-500	557	-449	506	-435	492	-398	455	-358	415	
mais de 355 a 400	0	-1350	1350	-680	680	-680	680	-400	400	-400	400	-350	350	-350	350	-300	300	
	+57	-1490	1547	-820	877	-769	826	-540	597	-489	546	-475	532	-438	495	-398	455	
mais de 400 a 450	0	-1500	1500	-760	760	-760	760	-440	440	-440	440	-390	390	-390	390	-340	340	
	+63	-1650	1718	-915	978	-857	920	-595	658	-537	600	-523	586	-486	549	-446	509	
mais de 450 a 500	0	-1650	1650	-840	840	-840	840	-480	480	-480	480	-430	430	-430	430	-380	380	
	+63	-1805	1868	-995	1058	-937	1000	-635	698	-577	640	-563	626	-526	589	-486	549	

x) interferencia e folga máx.

Tabela 29
Ajustes recomendados (ISO) furo base H7

PARTE II

	Eixos																	
	f 7		g 6		h 6		j 6		k 6		m 6		n 6		p 6		r 6	
	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx. x)	afast. sup. inf.	folga mín. máx. x)	afast. sup. inf.	folga mín. máx. x)	afast. sup. inf.	folga mín. máx. x)	afast. sup. inf.	interf. mín. máx.	afast. sup. inf.	interf. mín. máx.
até 1	-6	6	-2	2	0	0	+4	4	+6	6	-	-	+10	10	+12	12	+16	16
mais de 1 a 3	-16	26	-8	18	-6	16	-2	12	0	10	-	-	+4	6	+6	4	+10	0
mais de 3 a 6	-10	10	-4	4	0	0	+6	6	+9	9	+12	12	+16	16	+20	20	+23	23
mais de 6 a 10	-22	34	-12	24	-8	20	-2	14	+1	11	+4	8	+8	4	+12	0	+15	3
mais de 10 a 14	-13	13	-5	5	0	0	+7	7	+10	10	+15	15	+19	19	+24	24	+28	28
mais de 14 a 18	-28	43	-14	29	-9	24	-2	17	+1	14	+6	9	+10	5	+15	0	+19	4
mais de 18 a 24	-16	16	-6	6	0	0	+8	8	+12	12	+18	18	+23	23	+29	29	+34	34
mais de 24 a 30	-34	52	-17	35	-11	29	-3	21	+1	17	+7	11	+12	6	+18	0	+23	5
mais de 30 a 40	-20	20	-7	7	0	0	+9	9	+15	15	+21	21	+28	28	+35	35	+41	41
mais de 40 a 50	-41	62	-20	41	-13	34	-4	25	+2	19	+8	13	+15	6	+22	1	+28	7
mais de 50 a 65	-25	25	-9	9	0	0	+11	11	+18	18	+25	25	+33	33	+42	42	+50	50
mais de 65 a 80	+50	75	-25	50	-16	41	-3	30	+2	23	+9	16	+17	8	+26	1	+34	9
mais de 80 a 100	-30	30	-10	10	0	0	+12	12	+21	21	+30	30	+39	39	+51	51	+60	60
mais de 100 a 120	-60	90	-29	59	-19	49	-7	37	+2	28	+11	19	+20	10	+32	2	+41	11
mais de 120 a 140	-36	36	-12	12	0	0	+13	13	+25	25	+35	35	+45	45	+59	59	+62	62
mais de 140 a 160	-71	106	-34	69	-22	57	-9	44	+3	32	+13	22	+23	12	+37	2	+43	13
mais de 160 a 180	-43	43	-14	14	0	0	+14	14	+28	28	+40	40	+52	52	+68	68	+73	73
mais de 180 a 200	-83	123	-39	79	-25	65	-11	51	+3	37	+15	25	+27	13	+43	3	+51	16
mais de 200 a 225	-43	43	-14	14	0	0	+14	14	+28	28	+40	40	+52	52	+68	68	+73	73
mais de 225 a 250	-83	123	-39	79	-25	65	-11	51	+3	37	+15	25	+27	13	+43	3	+51	16
mais de 250 a 280	-56	56	-17	17	0	0	+16	16	+36	36	+52	52	+66	66	+88	88	+94	94
mais de 280 a 315	-108	160	-49	101	-32	84	-16	68	+4	48	+20	32	+34	18	+56	4	+65	25
mais de 315 a 355	-62	68	-18	18	0	0	+18	18	+40	40	+57	57	+73	73	+98	98	+93	93
mais de 355 a 400	-119	176	-54	111	-36	93	-18	75	+4	53	+21	36	+37	20	+62	5	+68	28
mais de 400 a 450	-68	68	-20	20	0	0	+20	20	+45	45	+63	63	+80	80	+108	108	+106	106
mais de 450 a 500	-131	194	-60	123	-40	103	-20	83	+5	58	+23	40	+40	23	+68	5	+77	31

x) interferencia e folga máx.

Tabela 29
Ajustes recomendados (ISO) furo base H7

PARTE III

	Eixos															
	a 6		t 6		u 6		v 6		x 6		y 6		s 6		sa 6	
	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. máx. inf.	interf. máx. mín.
até 1	+20	20	-	-	-	-	-	-	+26	26	-	-	-	-	-	-
mais de 1 a 3	+14	4	-	-	+24	24	-	-	+20	10	-	-	-	-	-	-
mais de 3 a 6	+27	27	-	-	+31	31	-	-	+36	36	-	-	+43	43	+50	50
mais de 6 a 10	+19	7	-	-	+23	11	-	-	+28	16	-	-	+35	23	+42	30
mais de 10 a 14	+32	32	-	-	+37	37	-	-	+43	43	-	-	+51	51	+61	61
mais de 14 a 18	+23	8	-	-	+28	15	-	-	+34	19	-	-	+42	27	+52	37
mais de 18 a 24	+39	39	-	-	+44	44	-	-	+51	51	-	-	+61	61	+75	75
mais de 24 a 30	+28	10	-	-	+33	15	+50	50	+40	22	-	-	+50	32	+64	46
mais de 30 a 40	+40	40	-	-	+54	54	+60	60	+45	27	+76	76	+86	86	-	-
mais de 40 a 50	+35	14	+54	54	+61	61	+68	68	+54	33	+63	42	+73	52	-	-
mais de 50 a 65	+41	20	+41	20	+48	27	+55	34	+77	77	+88	88	+101	101	-	-
mais de 65 a 80	+59	59	+64	64	+76	76	+84	84	+96	96	+110	110	+128	128	-	-
mais de 80 a 100	+43	18	+48	23	+60	35	+68	43	+80	55	+94	69	+112	87	-	-
mais de 100 a 120	+72	72	+70	70	+86	86	+97	97	+113	113	+130	130	+152	152	-	-
mais de 120 a 140	+54	29	+54	29	+70	45	+81	56	+97	72	+114	89	+136	111	-	-
mais de 140 a 160	+72	72	+85	85	+106	106	+121	121	+141	141	+163	163	+191	191	-	-
mais de 160 a 180	+53	23	+66	36	+87	57	+102	72	+122	92	+144	114	+172	142	-	-
mais de 180 a 200	+78	78	+94	94	+121	121	+139	139	+165	165	+193	193	+229	229	-	-
mais de 200 a 225	+59	29	+75	45	+102	72	+120	90	+146	116	+174	144	+210	180	-	-
mais de 225 a 250	+93	93	+113	113	+146	146	+168	168	+200	200	+236	236	+280	280	-	-
mais de 250 a 280	+36	36	+91	56	+124	89	+146	111	+178	143	+214	179	+258	223	-	-
mais de 280 a 315	+101	101	+126	126	+166	166	+194	194	+232	232	+278	276	+332	332	-	-
mais de 315 a 355	+79	44	+104	69	+144	109	+172	137	+210	175	+254	219	+310	275	-	-
mais de 355 a 400	+117	117	+147	147	+195	195	+227	227	+273	273	+325	325	+390	390	-	-
mais de 400 a 450	+92	52	+122	82	+170	130	+202	162	+248	208	+300	260	+365	325	-	-
mais de 450 a 500	+125	125	+159	159	+215	215	+253	253	+305	305	+365	365	+440	440	-	-
mais de 500 a 560	+100	60	+134	94	+190	150	+228	188	+280	240	+340	300	+415	375	-	-
mais de 560 a 630	+133	133	+171	171	+235	235	+277	277	+335	335	+405	405	+490	490	-	-
mais de 630 a 710	+108	68	+146	106	+210	170	+252	212	+310	270	+380	340	+465	425	-	-
mais de 710 a 800	+151	151	+195	195	+263	263	+313	313	+379	379	+454	454	+549	549	-	-
mais de 800 a 900	+122	76	+166	120	+236	190	+284	238	+350	304	+425	379	+520	474	-	-
mais de 900 a 1000	+159	159	+209	209	+287	287	+339	339	+414	414	+499	499	+604	604	-	-
mais de 1000 a 1120	+130	84	+180	134	+258	212	+310	264	+385	339	+470	424	+575	529	-	-
mais de 1120 a 1250	+169	169	+225	225	+313	313	+369	369	+454	454	+549	549	+669	669	-	-
mais de 1250 a 1400	+140	94	+196	150	+284	238	+340	294	+425	379	+520	474	+640	594	-	-
mais de 1400 a 1560	+190	190	+250	250	+347	347	+417	417	+507	507	+612	612	+742	742	-	-
mais de 1560 a 1740	+158	106	+218	166	+319	263	+385	333	+475	423	+580	528	+710	658	-	-
mais de 1740 a 1940	+202	202	+272	272	+382	382	+457	457	+557	557	+682	682	+822	822	-	-
mais de 1940 a 2160	+170	118	+240	188	+350	298	+425	373	+525	473	+650	598	+790	738	-	-
mais de 2160 a 2400	+226	226	+304	304	+426	426	+511	511	+626	626	+766	766	+936	936	-	-
mais de 2400 a 2660	+190	133	+268	211	+390	333	+475	418	+590	533	+730	673	+900	843	-	-
mais de 2660 a 2940	+244	244	+330	330	+471	471	+566	566	+696	696	+856	856	+1036	1036	-	-
mais de 2940 a 3240	+208	151	+294	237	+435	378	+530	473	+660	603	+820	763	+1000	943	-	-
mais de 3240 a 3560	+272	272	+370	370	+530	530	+635	635	+780	780	+960	960	+1140	1140	-	-
mais de 3560 a 3900	+232	169	+330	267	+490	427	+595	532	+740	677	+920	857	+1100	1037	-	-
mais de 3900 a 4260	+292	292	+400	400	+580	580	+700	700	+860	860	+1040	1040	+1290	1290	-	-
mais de 4260 a 4640	+252	189	+360	297	+540	477	+660	597	+820	757	+1000	937	+1250	1187	-	-

x) interferencia e folga máx.

Tabela 30
Ajustes recomendados (ISO) furo base H8

PARTE I

	Furo				Eixo																
	H 8		d 10		e 9		f 9		f 8		g 7		h 8		h 7		j 7		k 7		
	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.
até 1	0	-	-	-14	14	-6	6	-6	6	-	-	0	0	0	0	+6	6	+10	10		
mais de 1 a 3	+14	-20	20	-39	53	-31	45	-20	34	-	-	-14	28	-10	24	-4	18	0	14		
		-60	74																		
mais de 3 a 6	0	-30	30	-20	20	-10	10	-10	10	-	-	0	0	0	0	+8	8	+13	13		
	+18	-78	96	-50	68	-40	58	-28	46	-	-	-18	36	-12	30	-4	22	+1	17		
mais de 6 a 10	0	-40	40	-25	25	-13	13	-13	13	-	-	0	0	0	0	+10	10	+16	16		
	+22	-98	120	-61	83	-49	71	-35	57	-	-	-22	44	-15	37	-5	27	+1	21		
mais de 10 a 14	0	-50	50	-32	32	-16	16	-16	16	-6	6	0	0	0	0	+12	12	+19	19		
	+27	-120	147	-75	102	-59	86	-43	70	-24	31	-27	54	-18	45	-6	33	+1	26		
mais de 14 a 18																					
mais de 18 a 24	0	-65	65	-40	40	-20	20	-20	20	-7	7	0	0	0	0	+13	13	+23	23		
	+33	-149	182	-92	125	-72	105	-53	86	-28	61	-33	66	-21	54	-8	41	+2	31		
mais de 24 a 30																					
mais de 30 a 40	0	-80	80	-50	50	-25	25	-25	25	-9	9	0	0	0	0	+15	15	+27	27		
	+39	-180	219	-112	151	-87	126	-64	103	-34	73	-39	78	-25	64	-10	49	+2	37		
mais de 40 a 50																					
mais de 50 a 65	0	-100	100	-60	60	-30	30	-30	30	-10	10	0	0	0	0	+18	18	+32	32		
	+46	-220	266	-134	180	-104	150	-76	122	-40	86	-46	92	-30	76	-12	58	+2	44		
mais de 65 a 80																					
mais de 80 a 100	0	-120	120	-72	72	-36	36	-36	36	-12	12	0	0	0	0	+20	20	+38	38		
	+54	-260	314	-159	213	-123	177	-90	144	-47	101	-54	108	-35	89	-15	69	+3	51		
mais de 100 a 120																					
mais de 120 a 140																					
mais de 140 a 160	0	-145	145	-85	85	-43	43	-43	43	-14	14	0	0	0	0	+22	22	+43	43		
	+63	-305	368	-185	248	-143	206	-106	169	-54	117	-63	126	-40	103	-18	81	+3	60		
mais de 160 a 180																					
mais de 180 a 200																					
mais de 200 a 225	0	-170	170	-100	100	-50	50	-50	50	-15	15	0	0	0	0	+25	25	+50	50		
	+72	-355	427	-215	287	-165	237	-122	194	-61	133	-72	144	-46	118	-21	93	+4	68		
mais de 225 a 250																					
mais de 250 a 280	0	-190	190	-110	110	-56	56	-56	56	-17	17	0	0	0	0	+26	26	+56	56		
	+81	-400	481	-240	321	-186	267	-137	218	-69	150	-81	162	-52	133	-26	107	+4	77		
mais de 280 a 315																					
mais de 315 a 355	0	-210	210	-125	125	-62	62	-62	62	-18	18	0	0	0	0	+29	29	+61	61		
	+89	-440	529	-265	354	-202	291	-151	240	-75	164	-89	178	-57	146	-28	117	+4	85		
mais de 355 a 400																					
mais de 400 a 450	0	-230	230	-135	135	-68	68	-68	68	-20	20	0	0	0	0	+31	31	+68	68		
	+97	-480	577	-290	387	-223	320	-165	262	-83	180	-97	194	-63	160	-32	129	+5	92		
mais de 450 a 500																					

x) interferencia e folga máx.

Tabela 30
Ajustes recomendados (ISO) furo base H8

PARTE II

	Eixos																	
	u 7		n 7		p 7		r 7		s 7		t 7		u 7		v 8		v 7	
	afast. sup. inf.	x) sup. inf.	afast. sup. inf.	x) sup. inf.	afast. sup. inf.	x) sup. inf.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.
até 1	-	-	-	-	+16	16	+30	20	+24	24	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 1 a 3	-	-	-	-	+6	6	+10	4	+14	0	-	-	+28	28	+32	32	-	-
mais de 3 a 6	+16	16	+20	20	+24	24	+27	27	+31	31	-	-	+35	35	+41	41	-	-
mais de 6 a 10	+21	21	+25	25	+30	30	+34	34	+38	38	-	-	+43	43	+50	50	-	-
mais de 10 a 14	+25	25	+30	30	+36	36	+41	41	+46	46	-	-	+51	51	+60	60	-	-
mais de 14 a 18	+7	20	+12	15	+16	9	+23	4	+28	1	-	-	+33	6	+33	6	+57	57
mais de 18 a 24	+29	29	+36	36	+43	43	+49	49	+56	56	-	-	+62	62	+74	74	+68	68
mais de 24 a 30	+8	25	+15	18	+22	11	+28	5	+35	2	+62	62	+69	69	+81	81	+76	76
mais de 30 a 40	+34	34	+42	42	+51	51	+59	59	+68	68	+48	73	+60	85	+60	99	+68	93
mais de 40 a 50	+9	30	+17	22	+26	13	+34	5	+43	4	+79	79	+95	95	+109	109	+106	106
mais de 50 a 65	+41	41	+50	50	+62	62	+71	71	+83	83	+86	96	+107	117	+133	133	+132	132
mais de 65 a 80	+11	35	+20	26	+32	14	+43	7	+53	7	+66	20	+87	41	+87	41	+102	56
mais de 80 a 100	+40	40	+58	58	+72	72	+86	86	+106	106	+109	105	+132	132	+148	148	+150	150
mais de 100 a 120	+13	41	+23	31	+37	17	+51	3	+69	89	+91	37	+124	70	+124	70	+146	92
mais de 120 a 140					+103	103	+123	103	+148	148	+122	126	+159	159	+178	178	+181	181
mais de 140 a 160	+55	55	+67	67	+83	83	+105	105	+140	140	+122	59	+170	107	+170	107	+202	139
mais de 160 a 180	+15	48	+27	36	+43	20	+65	2	+100	37	+134	71	+190	127	+190	127	+228	165
mais de 180 a 200					+108	108	+128	108	+148	148	+186	186	+250	250	+273	273	+292	292
mais de 200 a 225	+63	63	+77	77	+96	96	+123	123	+168	168	+160	94	+236	164	+236	164	+330	330
mais de 225 a 250	+17	55	+31	41	+50	22	+77	5	+122	50	+160	94	+236	164	+236	164	+330	330
mais de 250 a 280	+72	72	+86	86	+108	108	+146	146	+210	210	+270	270	+367	367	+396	396	+437	437
mais de 280 a 315	+20	61	+34	47	+56	25	+94	13	+158	77	+218	137	+315	234	+315	234	+477	477
mais de 315 a 355	+78	78	+94	94	+119	119	+165	165	+247	247	+325	325	+447	447	+479	479	+532	532
mais de 355 a 400	+21	68	+37	52	+62	27	+108	19	+190	101	+266	179	+390	301	+390	301	+575	575
mais de 400 a 450	+86	86	+103	103	+131	131	+189	189	+295	295	+393	393	+553	553	+587	587	+658	658
mais de 450 a 500	+23	74	+40	57	+68	29	+126	29	+232	135	+330	233	+490	393	+490	393	+599	498

x) interferencia e folga máx.

Tabela 30
Ajustes recomendados (ISO) furo base H8
PARTE III

	Fixos																	
	x7		x8		y7		s7		sa7		sb7		sb8		sa8			
	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.	afast. sup. inf.	interf. máx. mín.		
até 1	+30	30	+34	34	-	-	+36	36	+42	42	+50	50	+54	54	+70	70	+74	74
mais de 1 a 3	+20	6	+20	6	-	-	+28	12	+32	18	+40	26	+40	26	+60	46	+60	46
mais de 3 a 6	+40	40	+46	46	-	-	+47	47	+54	54	+62	62	+68	68	+92	92	+98	98
mais de 6 a 10	+28	10	+28	10	-	-	+35	17	+42	24	+50	32	+50	32	+80	62	+80	62
mais de 10 a 14	+49	49	+56	56	-	-	+57	57	+67	67	+82	82	+89	89	+112	112	+119	119
mais de 14 a 18	+34	12	+34	12	-	-	+42	20	+52	30	+67	42	+67	42	+97	75	+97	75
mais de 18 a 24	+58	58	+67	67	-	-	+68	68	+82	82	+108	108	+117	117	-	-	+157	157
mais de 24 a 30	+40	15	+40	15	-	-	+50	23	+64	37	+90	65	+90	65	-	-	+130	103
mais de 30 a 40	+63	63	+72	72	-	-	+78	78	+95	95	+126	126	+155	135	-	-	+177	177
mais de 40 a 50	+45	18	+45	18	-	-	+60	33	+77	50	+108	81	+108	81	-	-	+150	123
mais de 50 a 65	+75	75	+87	87	+84	84	+94	94	+119	119	+157	157	+169	169	-	-	+221	221
mais de 65 a 80	+54	21	+54	21	+63	30	+73	40	+98	65	+136	103	+136	103	-	-	+188	155
mais de 80 a 100	+85	85	+97	97	+96	96	+108	109	+139	139	+181	181	+193	193	-	-	+251	251
mais de 100 a 120	+64	31	+64	31	+75	42	+88	55	+118	85	+160	127	+160	127	-	-	+218	185
mais de 120 a 140	+105	105	+119	119	+119	119	+137	137	+173	173	-	-	+239	239	-	-	-	-
mais de 140 a 160	+80	41	+80	41	+94	55	+112	75	+148	109	-	-	+200	161	-	-	-	-
mais de 160 a 180	+122	122	+136	136	+139	139	+161	161	+205	205	-	-	+281	281	-	-	-	-
mais de 180 a 200	+97	58	+97	58	+114	75	+136	97	+180	141	-	-	+242	208	-	-	-	-
mais de 200 a 225	+152	152	+168	168	+174	174	+202	202	-	-	-	-	+346	346	-	-	-	-
mais de 225 a 250	+122	78	+122	78	+144	98	+172	126	-	-	-	-	+300	254	-	-	-	-
mais de 250 a 280	+176	176	+192	192	+204	204	+240	240	-	-	-	-	+406	406	-	-	-	-
mais de 280 a 315	+146	100	+146	100	+174	128	+210	164	-	-	-	-	+360	314	-	-	-	-
mais de 315 a 355	+213	213	+232	232	+249	249	+293	293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 355 a 400	+178	124	+178	124	+214	160	+258	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 400 a 450	+245	245	+264	264	+289	289	+345	345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 450 a 500	+210	156	+210	156	+254	200	+310	256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 500 a 560	+288	288	+311	311	+340	340	+405	405	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 560 a 630	+248	185	+248	185	+300	237	+365	302	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 630 a 720	+320	320	+343	343	+380	380	+455	455	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 720 a 840	+280	217	+280	217	+340	277	+415	352	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 840 a 1000	+350	350	+373	373	+420	420	+505	505	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 1000 a 1250	+310	247	+310	247	+380	317	+465	402	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 1250 a 1600	+396	396	+422	422	+471	471	+566	566	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 1600 a 2000	+350	278	+350	278	+425	353	+520	448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 2000 a 2500	+431	431	+457	457	+516	516	+621	621	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 2500 a 3150	+385	313	+385	313	+470	398	+575	503	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 3150 a 4000	+471	471	+497	497	+566	566	+688	688	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 4000 a 5000	+425	353	+425	353	+520	448	+640	568	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 5000 a 6300	+527	527	+556	556	+632	632	+762	762	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 6300 a 8000	+475	394	+475	394	+580	499	+710	629	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 8000 a 10000	+577	577	+606	606	+702	702	+842	842	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 10000 a 12500	+525	444	+525	444	+650	569	+790	709	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 12500 a 16000	+647	647	+679	679	+787	787	+957	957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 16000 a 20000	+590	501	+590	501	+730	641	+900	811	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 20000 a 25000	+717	717	+749	749	+877	877	+1057	1057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 25000 a 31500	+680	571	+680	571	+820	731	+1000	911	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 31500 a 40000	+803	803	+837	837	+983	983	+1163	1163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 40000 a 50000	+740	643	+740	643	+920	823	+1100	1003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 50000 a 63000	+883	883	+917	917	+1063	1063	+1313	1313	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 63000 a 80000	+820	723	+820	723	+1000	903	+1250	1153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

x) interferencia e folga máx.

Tabela 31

Ajustes recomendados (ISO) fare base E 11

	Eixos											
	E 11		a 11		b 11		c 11		d 11		h 11	
	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	
até 3	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
mais de 3 a 6	+75	-270	270	-140	140	-70	70	-30	30	0	0	
mais de 6 a 10	+90	-280	280	-150	150	-80	80	-40	40	0	0	
mais de 10 a 15	+110	-290	290	-150	150	-95	95	-50	50	0	0	
mais de 15 a 30	+130	-300	300	-160	160	-110	110	-65	65	0	0	
mais de 30 a 40	0	-310	310	-170	170	-120	120	-80	80	0	0	
mais de 40 a 50	+160	-320	320	-180	180	-130	130	-240	400	-160	320	
mais de 50 a 65	0	-340	340	-190	190	-140	140	-100	100	0	0	
mais de 65 a 80	+190	-350	350	-200	200	-150	150	-290	480	-190	380	
mais de 80 a 100	0	-380	380	-220	220	-170	170	-120	120	0	0	
mais de 100 a 120	+220	-410	410	-240	240	-180	180	-340	560	-220	440	
mais de 120 a 140	0	-460	460	-260	260	-200	200	-145	145	0	0	
mais de 140 a 160	+250	-520	520	-280	280	-210	210	-395	645	-250	500	
mais de 160 a 180	0	-580	580	-310	310	-230	230	-480	750	-360	720	
mais de 180 a 200	0	-660	660	-340	340	-240	240	-170	170	0	0	
mais de 200 a 225	+290	-740	740	-380	380	-260	260	-480	750	-290	580	
mais de 225 a 250	0	-820	820	-420	420	-280	280	-570	860	-360	720	
mais de 250 a 280	+320	-920	920	-480	480	-300	300	-190	190	0	0	
mais de 280 a 315	0	-1030	1030	-540	540	-330	330	-510	830	-320	640	
mais de 315 a 355	+360	-1200	1200	-600	600	-360	360	-210	210	0	0	
mais de 355 a 400	0	-1560	1560	-960	960	-720	720	-570	930	-360	720	
mais de 400 a 450	0	-1900	1900	-1160	1160	-840	840	-650	1030	-400	800	
mais de 450 a 500	+400	-2050	2050	-1240	1240	-880	880	-760	1120	-400	800	

Tabela 32

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h 4

	Eixos																	
	h 4		F 5		G 5		H 5		K 5		L 5		P 5		R 5		S 5	
	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. sup. inf.	folga mín. máx.
até 3	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mais de 3 a 6	+10	-10	10	+10	-10	10	+10	-10	10	+10	-10	10	+10	-10	10	+10	-10	10
mais de 6 a 10	+15	-15	15	+15	-15	15	+15	-15	15	+15	-15	15	+15	-15	15	+15	-15	15
mais de 10 a 15	+24	-24	24	+24	-24	24	+24	-24	24	+24	-24	24	+24	-24	24	+24	-24	24
mais de 15 a 30	+29	-29	29	+29	-29	29	+29	-29	29	+29	-29	29	+29	-29	29	+29	-29	29
mais de 30 a 50	+36	-36	36	+36	-36	36	+36	-36	36	+36	-36	36	+36	-36	36	+36	-36	36
mais de 50 a 65	+45	-45	45	+45	-45	45	+45	-45	45	+45	-45	45	+45	-45	45	+45	-45	45
mais de 65 a 80	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51
mais de 80 a 100	+56	-56	56	+56	-56	56	+56	-56	56	+56	-56	56	+56	-56	56	+56	-56	56
mais de 100 a 120	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51	+51	-51	51
mais de 120 a 140	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61
mais de 140 a 160	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61
mais de 160 a 180	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61	+61	-61	61
mais de 180 a 200	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70
mais de 200 a 225	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70	+70	-70	70
mais de 225 a 250	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79
mais de 250 a 280	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79	+79	-79	79
mais de 280 a 315	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87
mais de 315 a 355	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87	+87	-87	87
mais de 355 a 400	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95
mais de 400 a 450	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95
mais de 450 a 500	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95	+95	-95	95

Tabola 33

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h 5

	Eixo		Furos																												
			F 5		C 6		H 6		J 6		K 6		M 6		N 6		P 6		R 6		S 6		T 6		U 6		V 6		X 6		
	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	inf. sup.	
até 1	0	+14	14	+6	6	+2	2	0	0	-4	4	-6	6	-	-	-10	10	-12	12	-16	16	-20	20	-	-	-24	24	-	-	-26	26
mais de 1 a 3	-4	+18	22	+10	14	+8	12	+6	10	+2	6	0	4	-	-	-4	0	-6	2	-10	6	-14	10	-	-	-18	14	-	-	-20	16
mais de 3 a 6	0	+20	20	+10	10	+4	4	0	0	-3	3	-6	6	-9	9	-13	13	-17	17	-20	20	-24	24	-	-	-28	28	-	-	-33	33
mais de 6 a 10	0	+25	25	+13	13	+5	5	0	0	-4	4	-7	7	-12	12	-16	16	-21	21	-25	25	-29	29	-	-	-34	34	-	-	-40	40
mais de 10 a 14	0	+32	32	+16	16	+6	6	0	0	-5	5	-9	9	-15	15	-20	20	-26	26	-31	31	-36	36	-	-	-41	41	-	-	-48	48
mais de 14 a 18	-6	+40	48	+24	32	+17	25	+11	19	+6	14	+2	10	-4	4	-9	1	-15	7	-20	12	-25	17	-	-	-30	22	-47	47	-53	53
mais de 18 a 24	0	+40	40	+20	20	+7	7	0	0	-5	5	-11	11	-17	17	-24	24	-31	31	-37	37	-44	44	-	-	-50	50	-56	56	-63	63
mais de 24 a 30	-9	+49	58	+29	38	+20	29	+13	22	+8	17	+2	11	-4	5	-11	2	-18	9	-24	15	-31	22	-50	50	-57	57	-64	64	-73	73
mais de 30 a 40	0	+50	50	+25	25	+9	9	0	0	-6	6	-13	13	-20	20	-28	28	-37	37	-45	45	-54	54	-	-	-59	59	-71	71	-79	79
mais de 40 a 50	-11	+61	72	+36	47	+25	36	+16	27	+10	21	+3	14	-4	7	-12	1	-21	10	-29	18	-38	27	-43	32	-55	41	-65	52	-75	64
mais de 50 a 65	0	+60	60	+30	30	+10	10	0	0	-6	6	-15	15	-24	24	-33	33	-45	45	-54	54	-66	66	-79	79	-100	100	-115	115	-135	135
mais de 65 a 80	-13	+73	86	+43	56	+29	42	+19	32	+13	26	+6	17	-5	8	-14	1	-26	13	-37	24	-50	40	-60	38	-88	54	-115	65	-133	81
mais de 80 a 100	0	+72	72	+36	36	+12	12	0	0	-6	6	-18	18	-28	28	-38	38	-52	52	-66	66	-86	86	-106	106	-139	139	-161	161	-193	193
mais de 100 a 120	-15	+87	102	+51	66	+34	49	+22	37	+16	31	+4	19	-6	9	-16	1	-30	15	-44	29	-64	49	-84	69	-117	102	-139	124	-171	156
mais de 120 a 140																															
mais de 140 a 160	0	+85	85	+43	43	+14	14	0	0	-7	7	-21	21	-33	33	-45	45	-61	61	-81	81	-110	110	-140	140	-188	188	-220	220	-266	266
mais de 160 a 180	-18	+103	121	+61	79	+39	57	+25	43	+18	36	+4	22	-8	10	-20	2	-36	18	-56	38	-85	67	-115	97	-163	145	-195	177	-241	223
mais de 180 a 200																															
mais de 200 a 225	0	+100	100	+50	50	+15	15	0	0	-7	7	-24	24	-37	37	-51	51	-70	70	-97	97	-142	142	-186	186	-256	256	-304	304	-370	370
mais de 225 a 250	-20	+120	140	+70	90	+44	64	+29	49	+22	42	+5	25	-8	12	-22	2	-41	21	-68	48	-113	93	-157	137	-227	207	-275	255	-341	321
mais de 250 a 280	0	+110	110	+56	56	+17	17	0	0	-7	7	-27	27	-41	41	-57	57	-79	79	-100	100	-150	150	-200	200	-278	278	-330	330	-405	405
mais de 280 a 315	-23	+133	156	+79	102	+49	72	+32	55	+25	48	+5	28	-9	14	-25	2	-47	24	-71	51	-121	101	-171	151	-249	229	-301	281	-376	356
mais de 315 a 355	0	+125	125	+62	62	+18	18	0	0	-7	7	-29	29	-46	46	-62	62	-87	87	-104	104	-160	160	-216	216	-304	304	-360	360	-445	445
mais de 355 a 400	-25	+150	175	+87	112	+54	79	+36	61	+29	54	+7	32	-10	15	-26	1	-51	26	-75	55	-131	111	-187	167	-275	255	-331	311	-416	396
mais de 400 a 450	0	+135	135	+68	68	+20	20	0	0	-7	7	-32	32	-50	50	-67	67	-95	95	-117	117	-181	181	-241	241	-338	338	-408	408	-498	498
mais de 450 a 500	-27	+162	189	+95	122	+60	87	+40	67	+33	60	+8	35	-10	17	-27	0	-55	28	-85	62	-149	126	-209	186	-306	283	-376	353	-466	443

Tabela 34

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h6

PARTE I

	Eixo		Furos													
	h 6		D 7		D 6		E 7		E 6		F 6		G 7		H 7	
	afast. sup. inf.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	afast. min. sup. máx.	
até 1	0	+20	20	+20	20	+14	14	+14	14	+6	6	+2	2	0	0	
mais de 1 a 3	-6	+30	36	+26	32	+24	30	+20	26	+12	18	+12	18	+10	16	
mais de 3 a 6	0	+30	30	+30	30	+20	20	+20	20	+10	10	+4	4	0	0	
mais de 6 a 10	-8	+42	50	+38	46	+32	40	+28	36	+18	26	+16	24	+12	20	
mais de 10 a 14	0	+40	40	+40	40	+25	25	+25	25	+13	13	+5	5	0	0	
mais de 14 a 18	-9	+55	64	+49	58	+40	49	+34	43	+22	31	+20	29	+15	24	
mais de 18 a 24	0	+50	50	+50	50	+32	32	+32	32	+16	16	+6	6	0	0	
mais de 24 a 30	-11	+68	79	+61	72	+50	61	+43	54	+27	38	+24	35	+18	29	
mais de 30 a 40	0	+65	65	+65	65	+40	40	+40	40	+20	20	+7	7	0	0	
mais de 40 a 50	-13	+86	99	+78	91	+61	74	+53	66	+33	46	+28	41	+21	34	
mais de 50 a 65	0	+80	80	+80	80	+50	50	+50	50	+25	25	+9	9	0	0	
mais de 65 a 80	-16	+105	121	+96	112	+75	91	+66	82	+41	57	+34	50	+25	41	
mais de 80 a 100	0	+100	100	+100	100	+60	60	+60	60	+30	30	+10	10	0	0	
mais de 100 a 120	-19	+130	149	+119	138	+90	109	+79	98	+49	68	+40	59	+30	49	
mais de 120 a 140	0	+120	120	+120	120	+72	72	+72	72	+36	36	+12	12	0	0	
mais de 140 a 160	-22	+155	177	+142	164	+107	129	+94	116	+58	80	+47	69	+35	57	
mais de 160 a 180	0	+145	145	+145	145	+85	85	+85	85	+43	43	+14	14	0	0	
mais de 180 a 200	-25	+185	210	+170	195	+125	150	+110	135	+68	93	+54	79	+40	65	
mais de 200 a 225	0	+170	170	+170	170	+100	100	+100	100	+50	50	+15	15	0	0	
mais de 225 a 250	-29	+216	245	+199	228	+146	175	+129	158	+79	108	+61	90	+46	75	
mais de 250 a 280	0	+190	190	+190	190	+110	110	+110	110	+56	56	+17	17	0	0	
mais de 280 a 315	-32	+242	274	+222	254	+162	194	+142	174	+88	120	+69	101	+52	84	
mais de 315 a 355	0	+210	210	+210	210	+125	125	+125	125	+62	62	+18	18	0	0	
mais de 355 a 400	-36	+267	303	+246	282	+182	218	+161	197	+98	134	+75	111	+57	93	
mais de 400 a 450	0	+230	230	+230	230	+135	135	+135	135	+68	68	+20	20	0	0	
mais de 450 a 500	-40	+293	333	+270	310	+198	238	+175	215	+108	148	+83	123	+63	103	

Tabela 34

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h6

PARTE II

	Furos													
	J 7		K 7		M 7		N 7		P 7		R 7		S 7	
	afast. inf. sup.	interf. e folga máx.	afast. inf. sup.	interf. e folga máx.	afast. inf. sup.	interf. e folga máx.	afast. inf. sup.	interf. e folga máx.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.
até 1	-6	6	-10	10	-	-	-	-	-16	16	-20	20	-24	24
mais de 1 a 3	+4	10	0	6	-	-	-	-	-6	0	-10	4	-14	8
mais de 3 a 6	-6	6	-9	9	-12	12	-16	16	-20	20	-23	23	-27	27
	+6	14	+3	11	0	8	-4	4	-8	0	-11	5	-15	7
mais de 6 a 10	-7	7	-10	10	-15	15	-19	19	-24	24	-28	28	-32	32
	+8	17	+5	14	0	9	-4	5	-9	0	-13	4	-17	8
mais de 10 a 14	-8	8	-12	12	-18	18	-23	23	-29	29	-34	34	-39	39
mais de 14 a 18	+10	21	+6	17	0	11	-5	6	-11	0	-16	5	-21	10
mais de 18 a 24	-9	9	-15	15	-21	21	-28	28	-35	35	-41	41	-48	48
mais de 24 a 30	+12	25	+6	19	0	13	-7	6	-14	1	-20	7	-27	14
mais de 30 a 40	-11	11	-18	18	-25	25	-33	33	-42	42	-50	50	-59	59
mais de 40 a 50	+14	30	+7	23	0	16	-8	8	-17	1	-25	9	-34	18
mais de 50 a 65	-12	12	-21	21	-30	30	-39	39	-51	51	-60	60	-72	72
mais de 65 a 80	+18	37	+9	28	0	19	-9	10	-21	2	-30	11	-42	23
											-62	62	-78	78
											-32	13	-48	29
mais de 80 a 100	-13	13	-25	25	-35	35	-45	45	-59	59	-73	73	-93	93
mais de 100 a 120	+22	44	+10	32	0	22	-10	12	-24	2	-38	16	-58	36
											-76	76	-101	101
											-41	19	-66	44
mais de 120 a 140											-88	88	-117	117
											-48	23	-77	52
mais de 140 a 160	-14	14	-28	28	-40	40	-52	52	-68	68	-90	90	-125	125
mais de 160 a 180	+26	51	+12	37	0	25	-12	13	-28	3	-50	25	-85	60
											-93	93	-133	133
											-53	28	-93	68
mais de 180 a 200											-106	106	-151	151
											-60	31	-105	76
mais de 200 a 225	-16	16	-33	33	-46	46	-60	60	-79	79	-109	109	-159	159
mais de 225 a 250	+30	59	+13	42	0	29	-14	15	-33	4	-63	34	-113	84
											-113	113	-169	169
											-67	38	-123	94
mais de 250 a 280	-16	16	-36	36	-52	52	-66	66	-88	88	-126	126	-190	190
mais de 280 a 315	+36	68	+16	48	0	32	-14	18	-36	4	-74	42	-158	106
											-130	130	-202	202
											-78	46	-150	118
mais de 315 a 355	-18	18	-40	40	-57	57	-73	73	-98	98	-144	144	-226	226
mais de 355 a 400	+39	75	+17	53	0	36	-16	20	-41	5	-97	51	-169	133
											-150	150	-244	244
											-93	57	-187	151
mais de 400 a 450	-20	20	-45	45	-63	63	-80	80	-108	108	-166	166	-272	272
mais de 450 a 500	+43	83	+18	58	0	40	-17	23	-45	5	-103	63	-209	169
											-172	172	-292	292
											-109	69	-229	189

Tabela 34
Ajustes recomendados (ISO) eixo base h6

PARTE III

	Puros															
	T 7		U 7		V 7		X 7		Y 7		Z 7		ZA 7			
	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.	afast. inf. sup.	interf. máx. mín.		
até 1	-	-	-	-	-	-	-30	50	-	-	-36	36	-42	42		
mais de 1 a 3	-	-	-28	28	-	-	-20	14	-	-	-26	20	-32	26		
mais de 3 a 6	-	-	-31	31	-	-	-36	36	-	-	-43	43	-50	50		
mais de 6 a 10	-	-	-37	37	-	-	-43	43	-	-	-51	51	-61	61		
mais de 10 a 14	-	-	-44	44	-	-	-51	51	-	-	-61	61	-75	75		
mais de 14 a 18	-	-	-26	15	-50	30	-36	36	-	-	-43	43	-50	50		
mais de 18 a 24	-	-	-54	54	-60	60	-67	67	-76	76	-86	86	-	-		
mais de 24 a 30	-54	54	-61	61	-68	68	-77	77	-88	88	-101	101	-	-		
mais de 30 a 40	-64	64	-76	76	-84	84	-96	96	-110	110	-128	128	-	-		
mais de 40 a 50	-70	70	-86	86	-97	97	-113	113	-130	130	-152	152	-	-		
mais de 50 a 65	-85	85	-106	106	-121	121	-141	141	-163	163	-191	191	-	-		
mais de 65 a 80	-94	94	-121	121	-139	139	-165	165	-193	193	-229	229	-	-		
mais de 80 a 100	-113	113	-146	146	-168	168	-200	200	-236	236	-280	280	-	-		
mais de 100 a 120	-126	126	-166	166	-194	194	-232	232	-276	276	-332	332	-	-		
mais de 120 a 140	-147	147	-195	195	-227	227	-273	273	-325	325	-390	390	-	-		
mais de 140 a 160	-159	159	-215	215	-253	253	-305	305	-365	365	-440	440	-	-		
mais de 160 a 180	-171	171	-235	235	-277	277	-335	335	-405	405	-490	490	-	-		
mais de 180 a 200	-195	195	-265	265	-313	313	-379	379	-454	454	-549	549	-	-		
mais de 200 a 225	-209	209	-287	287	-339	339	-414	414	-499	499	-604	604	-	-		
mais de 225 a 250	-225	225	-313	313	-369	369	-454	454	-549	549	-669	669	-	-		
mais de 250 a 280	-250	250	-347	347	-417	417	-507	507	-612	612	-742	742	-	-		
mais de 280 a 315	-272	272	-382	382	-457	457	-557	557	-682	682	-822	822	-	-		
mais de 315 a 355	-304	304	-426	426	-511	511	-626	626	-766	766	-936	936	-	-		
mais de 355 a 400	-370	370	-530	530	-635	635	-780	780	-960	960	-1140	1140	-	-		
mais de 400 a 450	-400	400	-580	580	-700	700	-860	860	-1040	1040	-1290	1290	-	-		
mais de 450 a 500	-400	400	-580	580	-700	700	-860	860	-1040	1040	-1290	1290	-	-		

Tabela 35

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h7

PARTE I

	Furos															
	h 7		A 9		B 9		B 8		C 9		C 8		D 9		D 8	
	afast. sup.	afast. inf.	folga mín.	afast. sup.	afast. inf.	folga mín.	afast. sup.	afast. inf.	folga mín.	afast. sup.	afast. inf.	folga mín.	afast. sup.	afast. inf.	folga mín.	afast. sup.
até 0	0	-	-	-	-	-	-	-	+60	60	+60	60	+20	20	+20	20
mais de 0 a 3	-10	+270	270	+140	140	+140	140	+85	95	+74	84	+45	55	+34	44	
		+225	305	+165	175	+154	164									
mais de 3 a 6	0	+270	270	+140	140	+140	140	+70	70	+70	70	+30	30	+30	30	
	-12	+300	312	+170	182	+158	170	+100	112	+88	100	+60	72	+48	60	
mais de 6 a 10	0	+280	280	+150	150	+150	150	+80	80	+80	80	+40	40	+40	40	
	-15	+316	331	+186	201	+172	187	+116	131	+102	117	+76	91	+62	77	
mais de 10 a 14	0	+290	290	+150	150	+150	150	+95	95	+95	95	+50	50	+50	50	
	-18	+355	351	+193	211	+177	195	+138	156	+122	140	+93	111	+77	95	
mais de 18 a 24	0	+300	300	+160	160	+160	160	+110	110	+110	110	+65	65	+65	65	
	-21	+352	373	+212	233	+193	214	+162	183	+143	164	+117	138	+98	119	
mais de 30 a 40	0	+310	310	+170	170	+170	170	+120	120	+120	120	+80	80	+80	80	
	-25	+372	397	+232	257	+209	234	+182	207	+159	184	+142	167	+119	144	
mais de 40 a 50		+320	320	+180	180	+180	180	+130	130	+130	130					
		+382	407	+242	267	+219	244	+192	217	+169	194					
mais de 50 a 65	0	+340	340	+190	190	+190	190	+140	140	+140	140	+100	100	+100	100	
	-30	+414	444	+264	294	+236	266	+214	244	+186	216	+174	204	+146	176	
mais de 65 a 80		+360	360	+200	200	+200	200	+150	150	+150	150					
		+434	464	+274	304	+246	276	+224	254	+196	226					
mais de 80 a 100	0	+380	380	+220	220	+220	220	+170	170	+170	170	+120	120	+120	120	
	-35	+467	502	+307	342	+274	309	+257	292	+224	259	+207	242	+174	209	
mais de 100 a 120		+410	410	+240	240	+240	240	+180	180	+180	180					
		+497	532	+327	362	+294	329	+267	302	+234	269					
mais de 120 a 140		+460	460	+260	260	+260	260	+200	200	+200	200					
		+560	600	+360	400	+323	363	+300	340	+263	303					
mais de 140 a 160	0	+520	520	+280	280	+280	280	+210	210	+210	210	+145	145	+145	145	
	-40	+620	660	+380	420	+343	383	+310	350	+273	313	+242	282	+208	248	
mais de 160 a 180		+580	580	+310	310	+310	310	+230	230	+230	230					
		+680	720	+410	450	+373	413	+330	370	+293	333					
mais de 180 a 200		+660	660	+340	340	+340	340	+240	240	+240	240					
		+775	821	+455	501	+412	458	+355	401	+312	358					
mais de 200 a 225	0	+740	740	+380	380	+380	380	+260	260	+260	260	+170	170	+170	170	
	-46	+855	901	+495	541	+452	498	+375	421	+332	378	+285	331	+242	288	
mais de 225 a 250		+820	820	+420	420	+420	420	+280	280	+280	280					
		+935	981	+535	581	+492	538	+395	441	+352	398					
mais de 250 a 280	0	+920	920	+480	480	+480	480	+300	300	+300	300	+190	190	+190	190	
	-52	+1050	1102	+610	662	+561	613	+430	482	+381	433	+320	372	+271	323	
mais de 280 a 315		+1050	1050	+540	540	+540	540	+330	330	+330	330					
		+1180	1232	+670	722	+621	673	+460	512	+411	463					
mais de 315 a 355	0	+1200	1200	+600	600	+600	600	+360	360	+360	360	+210	210	+210	210	
	-57	+1340	1397	+740	797	+689	746	+500	557	+449	506	+350	407	+299	356	
mais de 355 a 400		+1350	1350	+680	680	+680	680	+400	400	+400	400					
		+1490	1547	+820	877	+769	826	+540	597	+489	546					
mais de 400 a 450	0	+1500	1500	+760	760	+760	760	+440	440	+440	440	+230	230	+230	230	
	-63	+1655	1718	+915	978	+857	920	+595	658	+537	600	+385	448	+327	390	
mais de 450 a 500		+1650	1650	+840	840	+840	840	+480	480	+480	480					
		+1805	1868	+995	1058	+937	1000	+635	698	+577	640					

Tabela 35
Ajustes recomendados (ISO) eixo base h7

PARTE II

	Puros													
	E 6		F 7		H 8		J 8		K 8		M 8		N 8	
	afast. inf. sup. máx.	folga mín. sup. máx.	afast. inf. sup. máx.	folga mín. sup. máx.	afast. inf. sup. máx.	folga mín. sup. máx.	afast. inf. sup. máx.	interf. folga sup. máx.	afast. inf. sup. máx.	interf. folga sup. máx.	afast. inf. sup. máx.	interf. folga sup. máx.	afast. inf. sup. máx.	interf. folga sup. máx.
até 3	+14	14	+6	6	0	0	-8	8	-14	14	-	-	-	-
mais de 3 a 6	+28	38	+16	26	+14	24	+6	16	0	10	-	-	-	-
mais de 6 a 10	+20	20	+10	10	0	0	-8	8	-13	13	-16	16	-20	20
	+38	50	+22	34	+18	30	+10	22	+5	17	+2	14	+2	10
mais de 10 a 14	+25	25	+13	13	0	0	-10	10	-16	16	-21	21	-25	25
	+47	62	+28	43	+22	37	+12	27	+6	21	+1	16	-3	12
mais de 14 a 18	+32	32	+16	16	0	0	-12	12	-19	19	-25	25	-30	30
	+59	77	+34	52	+27	45	+15	33	+8	26	+2	20	-3	15
mais de 18 a 24	+40	40	+20	20	0	0	-13	13	-23	23	-29	29	-36	36
	+73	94	+41	62	+33	54	+20	41	+10	31	+4	25	-3	18
mais de 24 a 30	+50	50	+25	25	0	0	-15	15	-27	27	-34	34	-42	42
	+89	114	+50	75	+39	64	+24	49	+12	37	+5	30	-3	22
mais de 30 a 40	+60	60	+30	30	0	0	-18	18	-32	32	-41	41	-50	50
	+106	136	+60	90	+46	76	+28	58	+14	44	+5	35	-4	26
mais de 40 a 50	+72	72	+36	36	0	0	-20	20	-38	38	-48	48	-58	58
	+126	161	+71	106	+54	89	+34	69	+16	51	+6	41	-4	31
mais de 50 a 65	+85	85	+43	43	0	0	-22	22	-43	43	-55	55	-67	67
	+148	188	+83	123	+63	103	+41	81	+20	60	+8	48	-4	36
mais de 65 a 80	+100	100	+50	50	0	0	-25	25	-50	50	-63	63	-77	77
	+172	218	+96	142	+72	118	+47	93	+22	68	+9	55	-5	41
mais de 80 a 100	+110	110	+56	56	0	0	-26	26	-56	56	-72	72	-86	86
	+193	243	+108	160	+81	133	+55	107	+23	77	+9	61	-5	47
mais de 100 a 120	+125	125	+62	62	0	0	-29	29	-61	61	-78	78	-94	94
	+214	271	+119	176	+89	146	+60	117	+28	83	+11	68	-5	52
mais de 120 a 140	+135	135	+68	68	0	0	-31	31	-68	68	-86	86	-103	103
	+232	293	+131	194	+97	160	+66	129	+29	92	+11	74	-6	57
mais de 140 a 160	+148	148	+74	74	0	0	-31	31	-74	74	-94	94	-112	112
	+252	322	+146	216	+105	175	+72	147	+31	101	+12	80	-6	60
mais de 160 a 180	+160	160	+80	80	0	0	-33	33	-80	80	-102	102	-122	122
	+272	352	+160	232	+114	194	+81	165	+33	105	+12	82	-6	62
mais de 180 a 200	+172	172	+86	86	0	0	-34	34	-86	86	-110	110	-132	132
	+292	382	+172	264	+123	203	+90	183	+34	107	+12	84	-6	64
mais de 200 a 225	+180	180	+90	90	0	0	-35	35	-90	90	-118	118	-142	142
	+312	402	+180	272	+132	212	+99	199	+35	109	+12	86	-6	66
mais de 225 a 250	+190	190	+95	95	0	0	-36	36	-95	95	-126	126	-152	152
	+332	432	+190	292	+141	221	+108	219	+36	111	+12	88	-6	68
mais de 250 a 280	+200	200	+100	100	0	0	-37	37	-100	100	-134	134	-162	162
	+362	472	+200	302	+150	230	+117	247	+37	113	+12	90	-6	70
mais de 280 a 315	+210	210	+105	105	0	0	-38	38	-105	105	-142	142	-172	172
	+392	502	+210	312	+159	249	+126	267	+38	115	+12	92	-6	72
mais de 315 a 355	+220	220	+110	110	0	0	-39	39	-110	110	-150	150	-182	182
	+422	542	+220	342	+168	258	+135	297	+39	117	+12	94	-6	74
mais de 355 a 400	+230	230	+115	115	0	0	-40	40	-115	115	-158	158	-192	192
	+452	592	+230	372	+177	267	+144	317	+40	119	+12	96	-6	76
mais de 400 a 450	+240	240	+120	120	0	0	-41	41	-120	120	-166	166	-202	202
	+482	632	+240	402	+186	276	+153	337	+41	121	+12	98	-6	78
mais de 450 a 500	+250	250	+125	125	0	0	-42	42	-125	125	-174	174	-212	212
	+512	662	+250	432	+195	285	+162	357	+42	123	+12	100	-6	80

Tabela 35

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h7

PARTE III

	Puros											
	P 8		R 8		Z 8		ZA 8		ZB 8		ZC 8	
	fast. inf. sup.	interf. máx. mín.	fast. inf. sup.	interf. máx. mín.	fast. inf. sup.	interf. máx. mín.	fast. inf. sup.	interf. máx. mín.	fast. inf. sup.	interf. máx. mín.	fast. inf. sup.	interf. máx. mín.
até 1	-	-	-24	24	-40	40	-46	46	-54	54	-74	74
mais de 1 a 3			-10	0	-26	16	-32	22	-40	30	-60	50
mais de 3 a 6	-30	30	-33	33	-53	53	-60	60	-68	68	-98	98
	-12	0	-15	3	-32	23	-42	30	-50	38	-80	68
mais de 6 a 10	-37	37	-41	41	-64	64	-74	74	-89	89	-119	119
	-15	0	-19	4	-42	27	-52	37	-67	52	-97	82
mais de 10 a 14	-45	45	-50	50	-77	77	-91	91	-117	117	-157	157
	-18	0	-23	5	-50	32	-64	46	-90	72	-130	112
mais de 14 a 18					-87	87	-104	104	-135	135	-177	177
					-60	42	-77	59	-108	90	-150	132
mais de 18 a 24	-55	55	-61	61	-106	106	-131	131	-169	169	-221	221
	-22	1	-28	7	-73	52	-98	77	-136	115	-188	167
mais de 24 a 30					-121	121	-151	151	-193	193	-251	251
					-88	67	-118	97	-160	139	-218	197
mais de 30 a 40	-65	65	-73	73	-151	151	-187	187	-239	239	-	-
	-26	1	-34	9	-112	87	-148	123	-200	175	-	-
mais de 40 a 50					-175	175	-219	219	-281	281	-	-
					-136	111	-180	155	-242	217	-	-
mais de 50 a 63	-78	78	-87	87	-218	218	-272	272	-346	346	-	-
	-32	2	-41	11	-172	142	-226	196	-300	270	-	-
mais de 63 a 80			-89	89	-256	256	-320	320	-406	406	-	-
			-43	13	-210	180	-274	244	-360	330	-	-
mais de 80 a 100	-91	91	-105	105	-312	312	-389	389	-	-	-	-
	-37	2	-51	16	-258	223	-335	300	-	-	-	-
mais de 100 a 120			-108	108	-364	364	-454	454	-	-	-	-
			-34	19	-310	275	-400	365	-	-	-	-
mais de 120 a 140			-126	126	-428	428	-	-	-	-	-	-
			-63	23	-365	325	-	-	-	-	-	-
mais de 140 a 160	-106	106	-128	128	-478	478	-	-	-	-	-	-
	-43	3	-65	25	-415	375	-	-	-	-	-	-
mais de 160 a 180			-131	131	-528	528	-	-	-	-	-	-
			-63	28	-465	425	-	-	-	-	-	-
mais de 180 a 200			-149	149	-592	592	-	-	-	-	-	-
			-77	31	-520	474	-	-	-	-	-	-
mais de 200 a 225	-122	122	-152	152	-647	647	-	-	-	-	-	-
	-50	4	-80	34	-575	529	-	-	-	-	-	-
mais de 225 a 250			-156	156	-712	712	-	-	-	-	-	-
			-84	38	-640	594	-	-	-	-	-	-
mais de 250 a 280	-137	137	-175	175	-792	792	-	-	-	-	-	-
	-36	4	-94	42	-710	658	-	-	-	-	-	-
mais de 280 a 315			-179	179	-873	873	-	-	-	-	-	-
			-98	46	-790	738	-	-	-	-	-	-
mais de 315 a 355	-151	151	-197	197	-985	985	-	-	-	-	-	-
			-108	51	-900	843	-	-	-	-	-	-
mais de 355 a 400	-62	5	-203	203	-1083	1083	-	-	-	-	-	-
			-114	57	-1000	943	-	-	-	-	-	-
mais de 400 a 450	-165	165	-223	223	-1197	1197	-	-	-	-	-	-
	-68	5	-126	63	-1100	1037	-	-	-	-	-	-
mais de 450 a 500			-229	229	-1347	1347	-	-	-	-	-	-
			-132	69	-1250	1187	-	-	-	-	-	-

Tabela 36

Ajustes recomendados (ISO) eixo base h 8

	Eixos																																
	Furos																																
	h 8	D 10		E 9		F 9		F 8		G 7		H 8		P 9		S 7		T 7		U 7		V 7		X 7		Y 7		Z B 8	Z B 9	Z C 8	Z C 9		
afast. sup. inf.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	afast. inf. mín.	folga mín. máx.	
até 1	0	-	-	+14	14	+6	6	+6	6	+2	2	0	0	-	-	-24	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
mais de 1 a 3	-14	+20	20	+39	53	+31	45	+20	34	+12	26	+14	28	-	-	-14	0	-	-	-28	28	-	-	-20	20	-	-	-54	54	-	-	-74	74
mais de 3 a 6	0	+30	30	+20	20	+10	10	+10	10	+4	4	0	0	-42	42	-27	27	-	-	-31	31	-	-	-36	36	-	-	-68	68	-80	80	-98	98
mais de 6 a 10	0	+40	40	+25	25	+15	15	+13	13	+5	5	0	0	-51	51	-32	32	-	-	-37	37	-	-	-43	43	-	-	-89	89	-103	103	-119	119
mais de 10 a 14	0	+50	50	+32	32	+16	16	+16	16	+6	6	0	0	-61	61	-39	39	-	-	-44	44	-	-	-51	51	-	-	-117	117	-133	133	-157	157
mais de 14 a 18	-27	+120	147	+75	102	+59	86	+43	70	+24	51	+27	54	-18	9	-21	6x)	-	-	-26	1x)	-	-	-50	50	-	-	-135	135	-151	151	-177	177
mais de 18 a 24	0	+65	65	+40	40	+20	20	+20	20	+7	7	0	0	-74	74	-48	48	-	-	-54	54	-	-	-60	60	-	-	-76	76	-169	169	-188	188
mais de 24 a 30	-33	+149	182	+92	125	+72	105	+53	86	+28	61	+33	66	-22	11	-27	6x)	-54	54	-33	0	-39	6	-46	15	-55	22	-136	103	-156	103	-188	155
mais de 30 a 40	0	+80	80	+50	50	+25	25	+25	25	+9	9	0	0	-88	88	-59	59	-	-	-64	64	-	-	-84	84	-	-	-96	96	-110	110	-239	239
mais de 40 a 50	-39	+180	219	+112	151	+87	126	+64	103	+34	73	+39	78	-26	13	-34	5x)	-70	70	-39	0	-51	12	-59	20	-71	32	-85	46	-200	161	-200	161
mais de 50 a 65	0	+100	100	+60	60	+30	30	+30	30	+10	10	0	0	-106	106	-72	72	-85	85	-106	106	-121	121	-141	141	-163	163	-346	346	-374	374	-	-
mais de 65 a 80	-46	+220	266	+134	180	+104	150	+76	122	+40	86	+46	92	-32	14	-78	7x)	-84	84	-94	94	-121	121	-139	139	-165	165	-193	193	-406	406	-434	434
mais de 80 a 100	0	+120	120	+72	72	+36	36	+36	36	+12	12	0	0	-124	124	-93	93	-113	113	-146	146	-168	168	-200	200	-236	236	-	-	-532	532	-	-
mais de 100 a 120	-54	+260	314	+159	213	+123	177	+90	144	+47	101	+54	108	-37	17	-58	4	-78	24	-111	57	-133	79	-165	111	-201	147	-	-	-445	391	-	-
mais de 120 a 140	0	+145	145	+85	85	+43	43	+43	43	+14	14	0	0	-143	143	-117	117	-147	147	-195	195	-227	227	-273	273	-325	325	-	-	-	-	-	-
mais de 140 a 160	-63	+305	368	+185	248	+143	206	+106	169	+54	117	+63	126	-43	20	-85	22	-119	56	-175	112	-213	150	-265	202	-325	262	-	-	-	-	-	-
mais de 160 a 180	0	+160	160	+90	90	+45	45	+45	45	+15	15	0	0	-160	160	-133	133	-171	171	-235	235	-277	277	-335	335	-405	405	-	-	-	-	-	-
mais de 180 a 200	0	+180	180	+100	100	+50	50	+50	50	+15	15	0	0	-180	180	-151	151	-195	195	-265	265	-313	313	-379	379	-454	454	-	-	-	-	-	-
mais de 200 a 225	-72	+355	427	+215	287	+165	237	+122	194	+61	133	+72	144	-50	22	-159	159	-209	209	-287	287	-339	339	-414	414	-499	499	-	-	-	-	-	-
mais de 225 a 250	0	+200	200	+100	100	+50	50	+50	50	+15	15	0	0	-200	200	-169	169	-225	225	-313	313	-369	369	-454	454	-549	549	-	-	-	-	-	-
mais de 250 a 280	0	+190	190	+110	110	+56	56	+56	56	+17	17	0	0	-186	186	-190	190	-250	250	-347	347	-417	417	-507	507	-612	612	-	-	-	-	-	-
mais de 280 a 315	-81	+400	481	+240	321	+186	267	+137	218	+69	150	+81	162	-56	25	-202	202	-272	272	-382	382	-457	457	-557	557	-682	682	-	-	-	-	-	-
mais de 315 a 355	0	+210	210	+125	125	+62	62	+62	62	+18	18	0	0	-202	202	-226	226	-304	304	-426	426	-511	511	-626	626	-766	766	-	-	-	-	-	-
mais de 355 a 400	-89	+440	529	+265	354	+202	291	+151	240	+75	164	+89	178	-62	27	-169	80	-247	158	-369	369	-471	471	-566	566	-696	696	-856	856	-	-	-	-
mais de 400 a 450	0	+230	230	+135	135	+68	68	+68	68	+20	20	0	0	-223	223	-272	272	-370	370	-530	530	-635	635	-780	780	-960	960	-	-	-	-	-	-
mais de 450 a 500	-97	+480	577	+290	387	+223	320	+165	262	+83	180	+97	194	-68	29	-209	112	-307	210	-467	370	-572	475	-717	620	-897	800	-	-	-	-	-	-

x) folga máx.

Tabela 37

Ajustes recomendados (ISO) para eixo base h 11

	Furos										
	Eixo										
	h 11	A 11		B 11		C 11		D 11		E 11	
	afast. sup. inf.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.	afast. inf. sup.	folga mín. máx.
até 3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
mais de 3 a 6	-60	-	-	-	-	-	-	-	-	+60	120
	0	+270	270	+140	140	+70	70	+30	30	0	0
mais de 6 a 10	-75	+345	420	+215	290	+145	220	+105	180	+75	150
	0	+280	280	+150	150	+80	80	+40	40	0	0
mais de 10 a 18	-90	+370	460	+240	330	+170	260	+130	220	+90	180
	0	+290	290	+150	150	+95	95	+50	50	0	0
mais de 18 a 30	-110	+400	510	+260	370	+205	315	+160	270	+110	220
	0	+300	300	+160	160	+110	110	+65	65	0	0
mais de 30 a 40	-130	+430	560	+290	420	+240	370	+195	325	+130	260
	0	+310	310	+170	170	+120	120	+80	80	0	0
mais de 40 a 50	-160	+470	630	+330	490	+280	440	+240	400	+160	320
	0	+320	320	+180	180	+130	130	+80	80	0	0
mais de 50 a 65	-190	+530	720	+380	570	+330	520	+290	480	+190	380
	0	+340	340	+190	190	+140	140	+100	100	0	0
mais de 65 a 80	-220	+600	820	+440	660	+390	610	+340	560	+220	440
	0	+380	380	+220	220	+170	170	+120	120	0	0
mais de 80 a 100	-250	+630	850	+460	680	+400	620	+340	560	+250	500
	0	+410	410	+240	240	+180	180	+145	145	0	0
mais de 100 a 120	-290	+710	960	+510	760	+450	700	+395	645	+290	590
	0	+460	460	+260	260	+200	200	+145	145	0	0
mais de 120 a 140	-320	+820	1020	+530	780	+460	710	+395	645	+320	640
	0	+520	520	+280	280	+210	210	+145	145	0	0
mais de 140 a 160	-360	+950	1180	+600	840	+500	740	+430	670	+360	720
	0	+580	580	+310	310	+230	230	+170	170	0	0
mais de 160 a 180	-400	+1080	1380	+680	920	+560	800	+480	720	+400	800
	0	+660	660	+340	340	+240	240	+170	170	0	0
mais de 180 a 200	-440	+1240	1540	+760	1000	+640	880	+540	780	+440	880
	0	+740	740	+380	380	+260	260	+170	170	0	0
mais de 200 a 225	-480	+1400	1700	+840	1080	+700	940	+580	820	+480	960
	0	+820	820	+420	420	+280	280	+170	170	0	0
mais de 225 a 250	-520	+1560	1860	+920	1160	+780	1020	+640	880	+520	1040
	0	+920	920	+480	480	+300	300	+190	190	0	0
mais de 250 a 280	-560	+1720	2020	+1000	1240	+840	1080	+700	940	+560	1120
	0	+1050	1050	+540	540	+330	330	+210	210	0	0
mais de 280 a 315	-600	+1880	2180	+1080	1320	+900	1140	+760	1000	+600	1200
	0	+1110	1110	+560	560	+350	350	+230	230	0	0
mais de 315 a 355	-640	+2040	2340	+1160	1400	+980	1220	+800	1040	+640	1280
	0	+1200	1200	+600	600	+400	400	+270	270	0	0
mais de 355 a 400	-680	+2200	2500	+1240	1480	+1060	1300	+860	1100	+680	1360
	0	+1350	1350	+680	680	+440	440	+300	300	0	0
mais de 400 a 450	-720	+2360	2660	+1320	1560	+1140	1380	+920	1160	+720	1440
	0	+1500	1500	+760	760	+480	480	+330	330	0	0
mais de 450 a 500	-760	+2520	2820	+1400	1640	+1220	1460	+980	1220	+760	1520
	0	+1650	1650	+840	840	+520	520	+360	360	0	0
	0	+2050	2450	+1240	1640	+880	1280	+630	1030	+400	800

Tabela 38

Tolerâncias de peças isoladas
Afastamento dos furos de qualidade 12 à 16

	H 12	JS 12	H 13	JS 13	H 14	JS 14	H 15	JS 15	H 16	JS 16
	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.
até 3	+100	+50	+140	+70	+250	+125	+400	+200	+600	+300
	0	-50	0	-70	0	-125	0	-200	0	-300
mais de 3 a 6	+120	+60	+180	+90	+300	+150	+480	+240	+750	+375
	0	-60	0	-90	0	-150	0	-240	0	-375
mais de 6 a 10	+150	+75	+220	+110	+360	+180	+580	+290	+900	+450
	0	-75	0	-110	0	-180	0	-290	0	-450
mais de 10 a 18	+180	+90	+270	+135	+430	+215	+700	+350	+1100	+550
	0	-90	0	-135	0	-215	0	-350	0	-550
mais de 18 a 30	+210	+105	+330	+165	+520	+260	+840	+420	+1300	+650
	0	-105	0	-165	0	-260	0	-420	0	-650
mais de 30 a 50	+250	+125	+390	+195	+620	+310	+1000	+500	+1600	+800
	0	-125	0	-195	0	-310	0	-500	0	-800
mais de 50 a 80	+300	+150	+460	+230	+740	+370	+1200	+600	+1900	+950
	0	-150	0	-230	0	-370	0	-600	0	-950
mais de 80 a 120	+350	+175	+540	+270	+870	+435	+1400	+700	+2200	+1100
	0	-175	0	-270	0	-435	0	-700	0	-1100
mais de 120 a 180	+400	+200	+630	+315	+1000	+500	+1600	+800	+2500	+1250
	0	-200	0	-315	0	-500	0	-800	0	-1250
mais de 180 a 250	+460	+230	+720	+360	+1150	+575	+1850	+925	+2900	+1450
	0	-230	0	-360	0	-575	0	-925	0	-1450
mais de 250 a 315	+520	+260	+810	+405	+1300	+650	+2100	+1050	+3200	+1600
	0	-260	0	-405	0	-650	0	-1050	0	-1600
mais de 315 a 400	+570	+285	+890	+445	+1400	+700	+2300	+1150	+3600	+1800
	0	-285	0	-445	0	-700	0	-1150	0	-1800
mais de 400 a 500	+630	+315	+970	+485	+1550	+775	+2500	+1250	+4000	+2000
	0	-315	0	-485	0	-775	0	-1250	0	-2000

Nota: As qualidades 12 a 16 são previstas somente para peças isoladas.

Tabela 39
Tolerâncias de peças isoladas
Afastamento dos eixos de qualidade 12 à 16

	h 12	js 12	h 13	js 13	h 14	js 14	h 15	js 15	h 16	js 16
	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.
até 3	0 -100	+50 -50	0 -140	+70 -70	0 -250	+125 -125	0 -400	+200 -200	0 -600	+300 -300
mais de 3 a 6	0 -120	+60 -60	0 -180	+90 -90	0 -300	+150 -150	0 -480	+240 -240	0 -750	+375 -375
mais de 6 a 10	0 -150	+75 -75	0 -220	+110 -110	0 -360	+180 -180	0 -580	+290 -290	0 -900	+450 -450
mais de 10 a 18	0 -180	+90 -90	0 -270	+135 -135	0 -430	+215 -215	0 -700	+350 -350	0 -1100	+550 -550
mais de 18 a 30	0 -210	+105 -105	0 -330	+165 -165	0 -520	+260 -260	0 -840	+420 -420	0 -1300	+650 -650
mais de 30 a 50	0 -250	+125 -125	0 -390	+195 -195	0 -620	+310 -310	0 -1000	+500 -500	0 -1600	+800 -800
mais de 50 a 80	0 -300	+150 -150	0 -460	+230 -230	0 -740	+370 -370	0 -1200	+600 -600	0 -1900	+950 -950
mais de 80 a 120	0 -350	+175 -175	0 -540	+270 -270	0 -870	+435 -435	0 -1400	+700 -700	0 -2200	+1100 -1100
mais de 120 a 180	0 -400	+200 -200	0 -630	+315 -315	0 -1000	+500 -500	0 -1600	+800 -800	0 -2500	+1250 -1250
mais de 180 a 250	0 -460	+230 -230	0 -720	+360 -360	0 -1150	+575 -575	0 -1850	+925 -925	0 -2900	+1450 -1450
mais de 250 a 315	0 -520	+260 -260	0 -810	+405 -405	0 -1300	+650 -650	0 -2100	+1050 -1050	0 -3200	+1600 -1600
mais de 315 a 400	0 -570	+285 -285	0 -890	+445 -445	0 -1400	+700 -700	0 -2300	+1150 -1150	0 -3600	+1800 -1800
mais de 400 a 500	0 -630	+315 -315	0 -970	+485 -485	0 -1550	+775 -775	0 -2500	+1250 -1250	0 -4000	+2000 -2000

Nota: As qualidades 12 a 16 são previstas somente para peças isoladas.

Tabela 40
Valor dos afastamentos dos eixos para as qualidades 7,8,9,10 e 11 de 500 à 1000 mm.

	qualidade 7											qualidade 8					qualidade 9				qualidade 10		qual. 11		
	g 7	h 7	j 7	k 7	m 7	n 7	p 7	r 7	s 7	t 7	u 7	e 8	f 8	h 8	j 8	k 8	e 9	f 9	h 9	j 9	d 10	h 10	j 10	h 11	j 11
	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.
mais de 500a560	-22	0	+35	+70	+96	+114	+118	+220	+350	+470	+670	-155	-78	0	+85	+110	-135	-78	0	+88	-260	0	+140	0	+220
mais de 560a630	-92	-70	-35	0	+26	+44	+78	+225	+380	+520	+730	-265	-188	-110	-55	0	-330	-253	-175	-87	-540	-280	-140	-140	-220
mais de 630a710	-28	0	+40	+80	+110	+130	+168	+175	+340	+500	+740	-175	-88	0	+63	+25	-175	-88	0	+100	-300	0	+160	0	+250
mais de 710a800	-108	-80	-40	0	+30	+50	+88	+265	+460	+640	+920	-300	-213	-125	-62	0	-375	-288	-200	-100	-620	-320	-160	-500	-250
mais de 800a900	-36	0	+45	+90	+124	+146	+190	+300	+520	+710	+1030	-200	-180	0	+70	+140	-200	-100	0	+115	-340	0	+180	0	+280
mais de 900a1000	-126	-90	-45	0	+34	+56	+100	+220	+470	+680	+1050	-340	-240	-140	-70	0	-430	-330	-230	-115	-700	-360	-180	-560	-280

Tabela 41
Valor dos afastamentos dos furos para as qualidades 7,8,9,10 e 11 de 500 à 1000 mm.

	qualidade 7											qualidade 8				qualidade 9				qualidade 10		qual. 11						
	G 7	H 7	J 7				P 7	R 7	S 7	T 7	U 7	X 8	F 8	H 8	J 8	E 9	F 9	H 9	J 9	D 10	H 10	J 10	H 11	J 11				
	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.				afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.	afast. sup. inf.				
mais de 500a560	+92	+70	+35				-150	-280	-400	-600	-78	-220	-350	-470	-670	+265	+188	+110	+55	+330	+253	+175	+87	+540	+280	+140	+140	+220
mais de 560a630	+22	0	-35				-148	-155	-310	-450	-660	+155	+78	0	-55	+155	+78	0	-88	+260	0	-140	0	-140	0	-220		
mais de 630a710	+108	+80	+40				-88	-175	-340	-500	-740	+300	+213	+125	+62	+375	+288	+200	+100	+620	+320	+160	+500	+250				
mais de 710a800	+28	0	-40				-168	-185	-380	-560	-840	+175	+88	0	-63	+175	+88	0	-100	+300	0	-160	0	-250				
mais de 800a900	+126	+90	+45				-100	-210	-430	-620	-940	+340	+240	+140	+70	+430	+330	+230	+115	+700	+360	+180	+560	+280				
mais de 900a1000	+36	0	-45				-190	-220	-470	-680	-1050	+200	+100	0	-70	+200	+100	0	-115	+340	0	-180	0	-280				



1. OBJETIVO

1.1 Esta Norma tem por finalidade definir os elementos, classificar os parâmetros e fornecer os símbolos gráficos da rugosidade das superfícies.

1.2 Ela abrange: a) Definições dos elementos geométricos e parâmetros que caracterizam a rugosidade das superfícies; b) Símbolos que indicam, nos desenhos, a rugosidade exigida; c) Classificação da rugosidade por parâmetros normalizados; d) Apêndice indicando outros parâmetros, também adotados em outras normas.

1.3 Nesta Norma é adotado o «Sistema M» que tem por base a linha média, adiante definida. (*)

2. GENERALIDADES

2.1 As superfícies das peças, por mais perfeitas que sejam, sempre apresentam irregularidades em relação à superfície geométrica (ideal).

2.2 A rugosidade influe no comportamento das superfícies em várias de suas utilizações como, por exemplo, nas citadas a seguir: atrito, ajuste, desgaste, corrosão, aparência, resistência à fadiga, propriedades óticas, escoamento de fluidos (paredes de tubos e dutos), superfícies de medição (blocos padrões, micrômetros, perquímetros) e aderência da pintura.

2.3 Os desvios da superfície real em relação à geométrica podem ser considerados:

(*) Existe também o «Sistema E» que se baseia na linha envoltória e do qual são dadas noções no Apêndice.

a) Erros Macrogeométricos (erros de forma) que podem ser medidos com instrumentos de medição convencionais.

b) Erros Microgeométricos (rugosidade) que só podem ser avaliados com o auxílio de aparelhos especiais (rugosímetros, perfilógrafos, perfiloscópios, etc.). A separação entre os erros macro e microgeométricos é arbitrária.

2.4 Sendo impraticável a determinação dos erros de todos os pontos de uma superfície, faz-se a determinação ao longo de linhas que constituem os perfis da superfície examinada.

2.5 Quando não for indicada uma direção para a medição da rugosidade subentende-se que ela deve ser medida na direção que fornece a rugosidade máxima.

3. DEFINIÇÕES

3.1 Os termos e expressões usados nesta Norma são definidos como indicado a seguir:

Superfície real — Superfície que limita um corpo e o separa do meio ambiente.

Superfície geométrica — Superfície ideal prescrita no projeto na qual não existem erros de forma e de acabamento. Exemplos: superfície plana; superfície cilíndrica; superfície esférica.

Superfície efetiva — Superfície obtida por meio de instrumentos analisadores de superfície.

Perfil real — Interseção da superfície real com um plano perpendicular à superfície geométrica.

Perfil geométrico — Interseção da superfície geométrica com um plano a ela perpendicular.

Perfil efetivo — Interseção da superfície efetiva com um plano perpendicular à superfície geométrica.

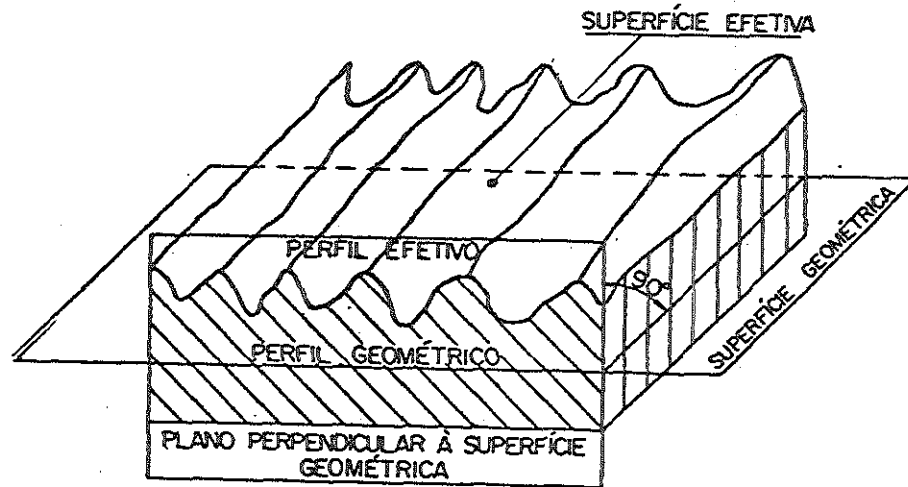


Fig. 1

Irregularidade das superfícies — Saliências e reentrâncias existentes na superfície real.

Passo das irregularidades — Média das distâncias entre as saliências mais pronunciadas do perfil efetivo, situadas num comprimento de amostragem (critério válido somente quando as irregularidades apresentam uma certa periodicidade).

Comprimento de amostragem — L — Comprimento, medido na direção geral do perfil, suficiente para a avaliação dos parâmetros da rugosidade (fig. 2 e fig. 9).

Linha média — Linha paralela à direção geral do perfil, no comprimento de amostragem, colocada de tal modo que a soma das áreas superiores compreendidas entre ela e o

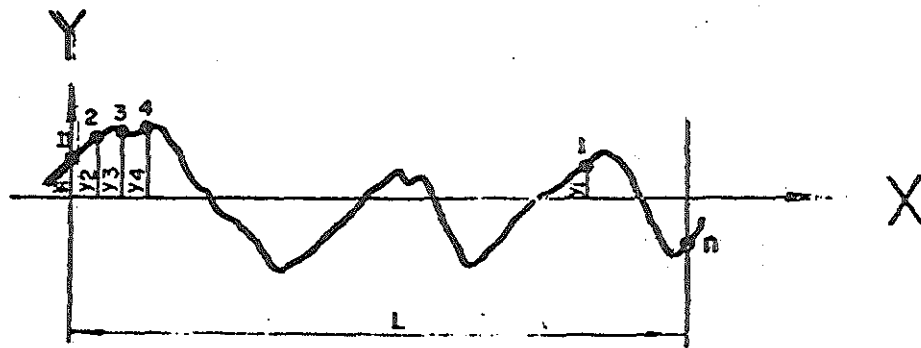


Fig. 2



perfil efetivo seja igual à soma das áreas inferiores (fig. 2).

Desvio médio aritmético — R_a — (CLA) (*)
média dos valores absolutos das ordenadas do perfil efetivo em relação à linha média, num comprimento de amostragem.

$$R_a = 1/L \int_0^L |y| dx$$

ou aproximadamente

$$R_a = 1/n \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Avaliação da rugosidade — Nesta Norma a rugosidade é avaliada pelo valor do parâmetro R_a .

4. CLASSIFICAÇÃO DA RUGOSIDADE — PARÂMETROS NORMALIZADOS

4.1 A fim de limitar o número de valores dos parâmetros a serem usados nos desenhos e especificações, esta Norma recomenda os seguintes valores de R_a , baseados na NB-71.

PARAMETROS NORMALIZADOS		
R_a (micron)		
0,008	0,20	5,0
0,010	0,25	6,3
0,012	0,32	8,0
0,016	0,40	10,0
0,020	0,50	12,5
0,025	0,63	16,0
0,032	0,80	20,0
0,040	1,00	25,0
0,050	1,25	32,0
0,063	1,60	40,0
0,080	2,00	50,0
0,100	2,50	63,0
0,125	3,20	80,0
0,160	4,00	100,0

PARA A medição da rugosidade são recomendados os seguintes valores mínimos de comprimento de amostragem:

(*) CLA — Center Line Average.

Rugosidade, R_a (micron)	Mínimo comprimento de amostragem, L (mm)
De 0 até 0,3	0,25
Maior que 0,3 até 3,0	0,80
Maior que 3,0	2,50

5. SIMBOLOGIA

5.1 Para a indicação, nos desenhos, da rugosidade das superfícies, deve ser usado o símbolo da fig. 3 com as proporções aproximadamente iguais às indicadas na fig. 4.

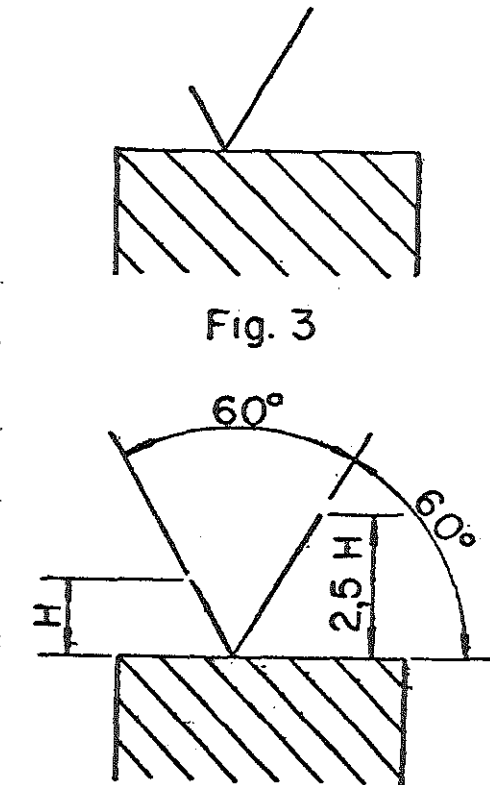


Fig. 3

Fig. 4



5.2 A indicação da rugosidade da superfície sempre expressa em microns, deve ser colocada no interior do símbolo, conforme mostra a figura 5.

5.3 Para as indicações complementares, deve ser acrescentada uma linha horizontal ao traço maior do símbolo, fig. 6 e 7. Sobre essa linha será indicado o tipo de usinagem ou acabamento (exemplos: tornear, retificar, jato de areia, polir etc.). Abaixo da horizontal será indicada a orientação preferencial dos sulcos, conforme mostra a tabela 1.

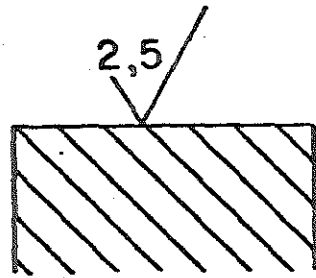


Fig. 5

Símbolo gráfico indicando uma rugosidade correspondente a um desvio médio aritmético $R_a = 2,5$ micron.

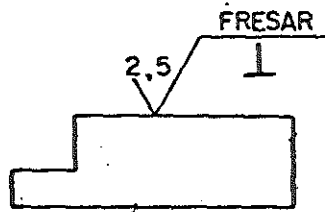


Fig. 6

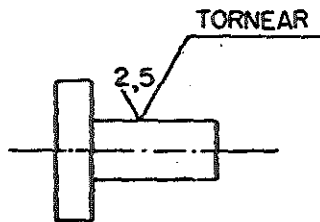


Fig. 7

Símbolos convencionais	Perspectiva esquemática	Indicação no desenho	Orientação dos sulcos	Direção da medição da rugosidade ou do plano do perfil
=			Os sulcos devem ser orientados paralelamente ao traço da superfície sobre o qual o símbolo se apoia, no desenho.	Perpendicular à direção dos sulcos.
⊥			Os sulcos devem ser orientados em direção normal ao traço da superfície sobre o qual o símbolo se apoia no desenho.	Perpendicular à direção dos sulcos.
X			Os sulcos devem ser orientados segundo duas direções cruzadas.	Segundo a bissetriz dos ângulos formados pelas direções dos sulcos.
M			Os sulcos devem ser orientados segundo várias direções. (Sulcos multidirecionais).	Em qualquer direção.
C			Os sulcos devem ser aproximadamente concêntricos com o centro da superfície à qual o símbolo se refere.	Radial.
R			Os sulcos devem ser orientados segundo direções aproximadamente radiais em relação ao centro da superfície à qual o símbolo se refere.	Normal a um raio



APÊNDICE

A seguir são indicados outros parâmetros que também servem para caracterizar a rugosidade das superfícies:

Desvio médio quadrático — R_q — (RMS) (*) raiz quadrada da média dos quadrados das ordenadas do perfil efetivo em relação à linha média num comprimento de amostragem (fig. 2).

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y^2 dx}$$

ou aproximadamente

$$R_q = \sqrt{\frac{\sum_1^n y_i^2}{n}}$$

Altura das irregularidades dos 10 pontos — R_z — diferença entre o valor médio das orde-

nadas dos cinco pontos mais salientes e o valor médio das ordenadas dos 5 pontos mais reentrantes medidas a partir de uma linha paralela à linha média, não interceptando o perfil e no comprimento de amostragem (Fig. 8).

$$R_z = \frac{R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9}{5} - \frac{R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10}}{5}$$

Altura máxima das irregularidades R_{max} — Distância entre duas linhas paralelas à linha média e que tangenciam a saliência mais pronunciada e a reentrância mais profunda, no comprimento de amostragem. A fig. 9 indica R_{max} em dois comprimentos de amostragem.

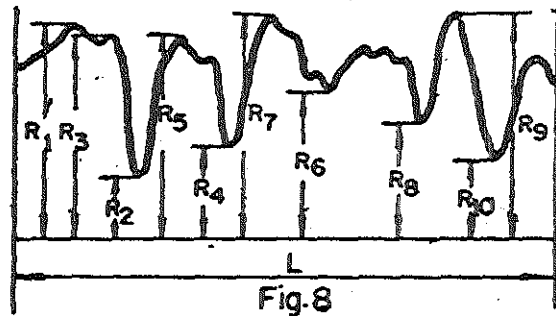


Fig. 8

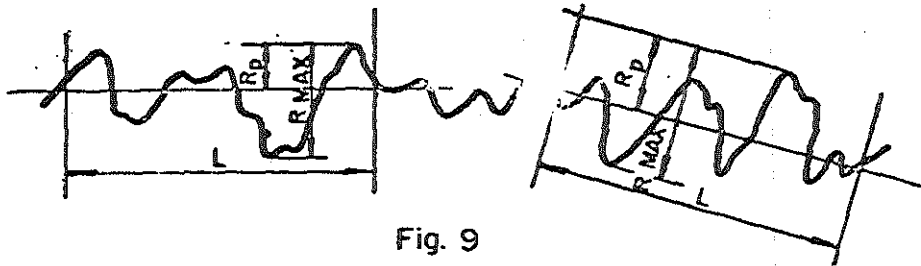


Fig. 9

(*) RMS. Root Mean Square Average.



Profundidade média, R_p — Ordenada da saliência mais pronunciada, com origem na linha média, no comprimento de amostragem (Fig. 9).

Coefficiente de esvaziamento, K_e — Relação entre a profundidade média e a altura máxima das irregularidades. $K_e = R_p/R_{max}$.

Coefficiente de enchimento, K_p — Diferença entre a unidade e o coeficiente de esvaziamento. $K_p = 1 - K_e$.

Comprimento de contato a uma profundidade c, L_c — Soma dos segmentos de uma linha, paralela à direção geral do perfil, situada a uma profundidade c abaixo da saliência mais alta, interceptados pelo perfil efetivo, no comprimento de amostragem (Fig. 10).

$$L_c = A + B + C + D.$$

Fração de contato, T_c — Relação entre o comprimento de contato e o comprimento de amostragem, $T_c = L_c/L$.

Sistema E — Esse sistema tem por base as linhas envoltórias descritas pelos centros de dois círculos de raios R e r, respectivamente, que rolam sobre o perfil efetivo. As linhas AA e CC assim geradas (ver fig. 11), são deslocadas, paralelamente a si mesmas, em direção perpendicular ao perfil geométrico, até tocarem o perfil efetivo, ocupando, então, as posições BB e DD.

A rugosidade é definida como sendo o erro do perfil efetivo em relação à linha DD.

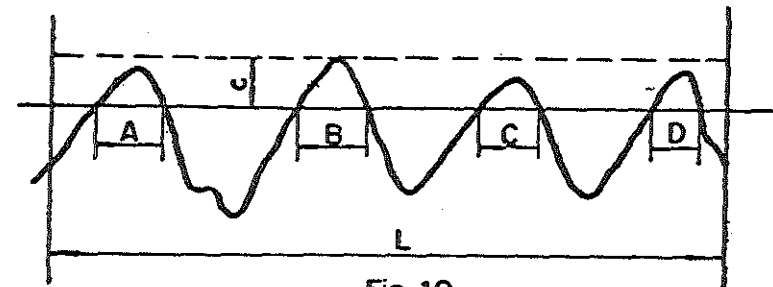


Fig. 10



O erro da linha DD em relação à linha BB é considerado como ondulação.

Finalmente, o erro da linha BB em relação ao perfil geométrico é considerado como erro de forma.

A linha envoltória pode ser deslocada de maneira a se obter a igualdade das áreas do

perfil situadas acima e abaixo dela. Obtém-se então uma linha correspondente à linha média do Sistema M, a partir da qual podem ser calculados os parâmetros R_a e R_q . De maneira semelhante, deslocando-se a linha envoltória até tangenciar o ponto mais baixo do perfil, obtém-se a linha EE que permite a medição do parâmetro R_{max} .

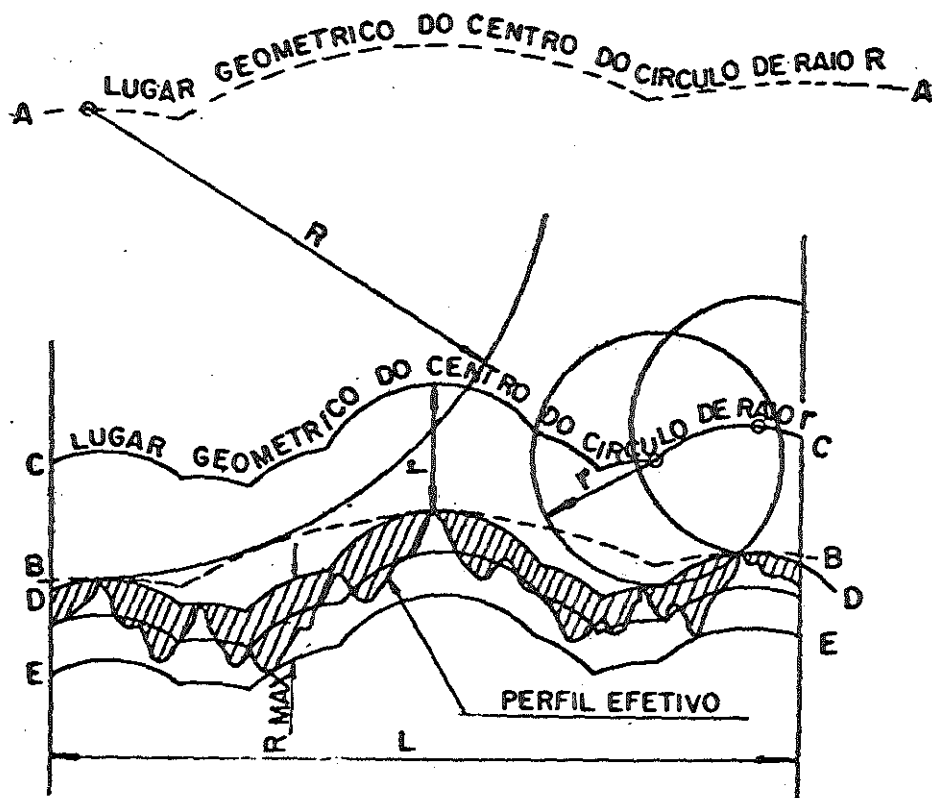


Fig. 11



Calibradores. Características Construtivas, Tolerâncias

Norma Brasileira

NB - 172

1. OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa os princípios e características construtivas dos calibradores usados na verificação de peças fabricadas segundo a norma brasileira NB-86 «Sistema de tolerâncias e ajustes». Indica também as condições de recebimento de peças e dá regras e tabelas para o cálculo das tolerâncias de fabricação dos calibradores e contracalibradores.

2. TERMINOLOGIA

2.1 Os termos usados nesta Norma baseiam-se na TB-35 «Terminologia de tolerâncias e ajustes».

3. TEMPERATURA DE REFERÊNCIA

3.1 A temperatura de referência é de 20 °C, conforme determinada na norma PB-18 «Temperatura de referência».

4. GENERALIDADES

4.1 Tipos de calibradores — Os calibradores fixos podem ser divididos nos três seguintes grupos, dependendo de sua função:

4.1.1 Calibradores de fabricação para dimensões limites — São usados na verificação de peças.

4.1.2 Calibradores de referência e contracalibradores — São usados no controle e regulagem de calibradores.

4.1.3 Blocos padrões — São usados para verificar outros tipos de calibradores e para aferir instrumentos de medição por leitura.

4.2 Verificação das dimensões limites de acordo com o princípio de W. Taylor.

4.2.1 Princípio de Taylor: a dimensão limite «Passa» deve ser verificada com um calibrador de comprimento igual ao comprimento de ajustagem da peça (calibrador «Passa») e a dimensão limite «Não Passa» deve ser verificada com um

calibrador que apalpa a superfície da peça em dois pontos diametralmente opostos e verifica uma posição de cada vez.

4.2.2 A aplicação estrita do princípio de Taylor nem sempre é conveniente ou necessária.

Para calibradores «Passa» justificam-se exceções nos seguintes casos:

a) Quando é conhecido ou permitido supor que, com o processo de fabricação utilizado, o erro de retinidade do furo, ou do eixo não afeta a característica de ajuste das peças acopladas, é permitido o uso de calibradores de comprimento incompleto.

b) Quando o furo circular é muito grande, é permitido usar um calibrador vareta com pontas esféricas, se for conhecido ou permitido supor que com o processo de fabricação utilizado o erro periférico circular do furo é tão pequeno que não afeta a característica de ajustagem das peças acopladas.

c) Quando na verificação de eixos o uso de calibrador anular cilíndrico é inconveniente e for conhecido ou permitido supor que com o processo de fabricação utilizado os erros da periferia (particularmente a triangulação) e da retinidade do eixo são tão pequenos que não afetam a característica de ajustagem.

Para calibradores «Não passa» há exceções nos seguintes casos:

a) Os pontos de contacto estão sujeitos a um desgaste rápido e podem ser substituídos por pequenas superfícies planas, cilíndricas ou esféricas.

b) No controle de furos muito pequenos podem ser utilizados tampões de forma completa.

c) No controle de peças não rígidas que facilmente se deformam usam-se calibradores de forma cilíndrica completa.

4.3 Calibradores recomendados — São recomendados os seguintes tipos de calibradores, de uso corrente no controle da fabricação de peças:

D = diâmetro

TIPOS DE CALIBRADORES RECOMENDADOS

Dimensões em mm

Furos	lado «Passa»	$D < 10$	Calibrador tampão cilíndrico completo
		$10 \leq D < 120$	Calibrador tampão esférico completo Calibrador tampão cilíndrico completo
		$120 \leq D < 315$	Calibrador tampão esférico completo Calibrador tampão cilíndrico ou esférico seccionados
		$315 \leq D$	Calibrador vareta com pontas esféricas
		$D < 6$	Calibrador tampão cilíndrico completo
	lado «Não passa»	$6 \leq D < 315$	Calibrador tampão esférico seccionado ou Calibrador chato cilíndrico com faces reduzidas Calibrador vareta com pontas esféricas
		$315 \leq D$	Calibrador vareta com pontas esféricas
		Eixos	lado «Passa»
lado «Não passa»	$D \leq 315$		Calibrador de bôca

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO-GB — Av. Almirante Barroso, 54 - gr. 1505. DELEGACIAS: BELO HORIZONTE-MG — Rua da Bahia, 1148 - gr. 1003 e 1007/11. BRASÍLIA-DF — SCS Edif. Ceará, s/801. CAMPINA GRANDE-Pb — Av. Aprígio Veloso, 882. CURITIBA-PR — Univ. Federal do Paraná - Centro Politécnico - C.P. 1811. FORTALEZA-Co — Av. Universidade, 2762 - C.P. 1254. JOINVILLE-SC — R. Albano Schmidt, 3385 - C.P. 427. PORTO ALEGRE-RS — Av. Osvaldo Aranha, 271. RECIFE-Pe — Rua da Saúde, 291 - Boa Vista. SALVADOR-Bá — Av. 7 de Setembro, 117 - 4º - Piedade. S. PAULO-SP — R. Marquês de Itu, 88 - 3º/4º/6º n.

4.4 *Contracalibradores* — Na verificação de calibradores que se utilizam no controle da fabricação de eixos, são recomendados contracalibradores em forma de disco, seccionados ou não.

Não foram fixadas tolerâncias para contracalibradores anulares destinados à verificação de calibradores de fabricação, para furos. Recomenda-se a verificação de tais calibradores de fabricação da mesma forma que dos contracalibradores de disco por comparação com blocos padrões.

4.5 *Desgaste dos calibradores* — É admitido desgaste somente no lado «Passa» dos calibradores, dentro dos limites estabelecidos nesta Norma.

5. TOLERÂNCIAS

5.1 Os campos de tolerâncias da peça, a tolerância de fabricação e o desgaste permissível do calibrador são mostrados na Fig. 1.

5.2 Os valores numéricos para o cálculo das tolerâncias de fabricação constam das Tabelas I e II, expressas em μm .

5.3 O cálculo das medidas do calibrador é feito pelas fórmulas seguintes:

MEDIDAS DOS CALIBRADORES

		Dimensão nominal							
		até 180 mm				acima de 180 mm			
		Calibrador de fabricação		Contracalibrador		Calibrador de fabricação		Contracalibrador	
		medida básica	tolerância de fabricação	medida básica	tolerância de fabricação	medida básica	tolerância de fabricação	medida básica	tolerância de fabricação
Calibrador para medida interna	lado «não passa»	L	$\pm H/2$ (p. esfera $\pm H_s/2$)	não fixado		$L-\alpha$	$\pm H_s/2$ (p. tampão $\pm H/2$)	não fixado	
	lado «passa» novo	$l+z$	$\pm H/2$			$l+z$	$\pm H/2$ (p. esfera $\pm H_s/2$)		
	lado «passa» usado	$l-y$	—			$l-y+\alpha$	—		
Calibrador para medida externa	lado «passa» usado	$L+y_1$	—	$L+y_1$	$\pm H_p/2$	$L+y_1-\alpha_1$	—	$L+y_1-\alpha_1$	$\pm H_p/2$
	lado «passa» novo	$L-z_1$	$\pm H_1/2$	$L-z_1$	$\pm H_p/2$	$L-z_1$	$\pm H_1/2$	$L-z_1$	$\pm H_p/2$
	lado «não passa»	l	$\pm H_1/2$	l	$\pm H_p/2$	$l+\alpha_1$	$\pm H_1/2$	$l+\alpha_1$	$\pm H_p/2$

5.4 Calibradores para peças cujas tolerâncias não constam nas Tabelas I ou II, devem ser executados com os valores indicados na «T» imediatamente superior.

5.5 Exemplos de cálculos de tolerâncias:

5.5.1 Calibrador para medida externa (eixo) $\varnothing 270^{+0}_{-0,05}$

Limites da peça: $L = 270,00 \text{ mm}$

$l = 270,000 - 0,05 = 269,950 \text{ mm}$

Lado «passa» gasto: $L + y_1 - \alpha_1 = 270,000 + 0,007 - 0,004 = 270,003 \text{ mm}$.

Lado «passa» novo: $L - z_1 \pm H_1/2 = 270,000 - 0,008 \pm 0,006 = 269,992 \pm 0,006 \text{ mm}$.

Lado «não passa»: $l + \alpha_1 \pm H_1/2 = 269,950 + 0,004 \pm 0,006 = 269,954 \pm 0,006 \text{ mm}$.

5.5.2 Calibrador para medida interna (furo) $\varnothing 25 \text{ C9}$.

Limites da peça: $L = 25,00 + 0,162 = 25,162 \text{ mm}$

$l = 25,00 + 0,110 = 25,110 \text{ mm}$ (conforme tabela XVI da NB-86).

Lado «não passa» do calibrador de fabricação: $L \pm H/2 = 25,162 \pm 0,002 \text{ mm}$.

Lado «passa» novo: $l + z \pm H/2 = 25,110 + 0,009 \pm 0,002 = 25,119 \pm 0,002 \text{ mm}$.

Lado «passa» gasto: $l - y = 25,110 - 0 = 25,110 \text{ mm}$.

6. MARCAÇÃO DOS CALIBRADORES DE FABRICAÇÃO

6.1 Cada calibrador de fabricação deve apresentar, as seguintes marcações, gravadas de modo indelével:

— a dimensão nominal da peça, expressa em milímetros (sem acrescentar «milímetros» ou «mm»;

— o símbolo da tolerância.

No lado «não passa»:

— o afastamento, expresso em μm (sem acrescentar «micron» ou « μm »;

— uma marca visível, de cor vermelha.

No lado «passa»:

— o afastamento, expresso em μm (sem acrescentar «micron» ou « μm »).

6.2 Nos calibradores de bôca, cuja carga de medição é diferente do seu peso próprio, devem ser indicados, expressos em gramas, os valores do peso próprio e da carga de medição (sem acrescentar «gramas» ou «g»). Nestes calibradores, quando destinados a dimensão superior a 100 mm, também devem ser indicadas as zonas de aplicação das forças necessárias à redução do efeito do peso próprio do calibrador.

Em todos os calibradores deve ser previsto espaço adequado para a posição eventual de indicações complementares, tais como a do nome ou da marca do fabricante, marca do proprietário, etc.

7. RECEBIMENTO E REJEIÇÃO DE PEÇAS

7.1 Não foram normalizados os calibradores ditos de recebimento. As peças podem ser recebidas com calibradores, cujas dimensões correspondem às medidas limites estabelecidas para calibradores de fabricação (incluindo o desgaste permissível). Podem ser utilizados para recebimento, com vantagem, calibradores de fabricação usados, nos quais a dimensão do lado «passa» esteja próxima do limite permissível de desgaste. Todas as peças, cujas medidas estão dentro dos limites estabelecidos por estes calibradores, devem ser aceitas quanto ao aspecto metrológico. Isso significa:

a) para furos: todos os furos, nos quais, o lado «passa» de um calibrador, cujo desgaste ainda estiver dentro do permissível, pode ser introduzido no furo, e nos quais o lado «não passa» de um calibrador, cuja dimensão corresponde à medida máxima permitida pela sua tolerância de fabricação, não pode ser introduzido no furo, devem ser aceitos.

b) para eixos: todos os eixos, sobre os quais passa o lado «passa» de um calibrador tal, que por sua vez não passe

sobre um contracalibrador de desgaste, tendo este a medida máxima permitida pela sua tolerância de fabricação e sobre os quais não passar o lado «não passa» de um calibrador tal, que por sua vez passe sobre um contracalibrador «não passa», tendo este a medida mínima permitida pela sua tolerância de fabricação devem ser aceitos. Quando a verificação das dimensões for feita por instrumentos de leitura, devem ser aceitos todos os eixos e furos que se fossem empregados calibrados, seriam aceitos nas condições acima estabelecidas.

7.2 Relativamente à ovalização e conicidade de peças cilíndricas, de seção transversal teoricamente circular, salvo prescrição especial, a peça deve ser aceita se cada seção transversal puder ser inscrita no espaço delimitado pelos círculos concêntricos de diâmetros d e D , que correspondem às dimensões do calibrador respectivo.

Relativamente à excentricidade da peça, deverá ser feita, quando for o caso, convenção especial.

TABELA I — Calibradores para medidas externas (eixos)

Valores das tolerâncias da Fig. 1 em μm

Grupo de dimensões (mm)	Símbolo para fórmula	Qualidade da peça conforme tolerância ISO											
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
de 1 até 3	T	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
	$H_1/2$	0,6	1	1,5	1,5	2	5	5	5	5	5	5	5
	$H_p/2$	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	y_1	1	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	1	1,5	2	5	10	20	40	40	40	40	40	40
acima 3 até 6	T	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
	$H_1/2$	0,75	1,25	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	$H_p/2$	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	y_1	1	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	1	2	3	6	12	24	48	48	48	48	48	48
acima 6 até 10	T	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
	$H_1/2$	0,75	1,25	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	$H_p/2$	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	y_1	1	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	1	2	3	7	14	28	56	56	56	56	56	56
acima 10 até 18	T	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1 100
	$H_1/2$	1	1,5	2,5	2,5	4	4	4	4	4	4	4	4
	$H_p/2$	0,6	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y_1	1,5	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	1,5	2,5	4	8	16	32	64	64	64	64	64	64
acima 18 até 30	T	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1 300
	$H_1/2$	1,25	2	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	$H_p/2$	0,75	0,75	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	y_1	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	1,5	3	5	9	19	36	72	72	72	72	72	72
acima 30 até 50	T	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1 000	1 600
	$H_1/2$	1,25	2	3,5	3,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
	$H_p/2$	0,75	0,75	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	y_1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	2	3,5	6	11	22	42	80	80	80	80	80	80
acima 50 até 80	T	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1 200	1 900
	$H_1/2$	1,5	2,5	4	4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	$H_p/2$	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	y_1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	2	4	7	13	25	48	90	90	90	90	90	90
acima 80 até 120	T	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1 400	2 200
	$H_1/2$	2	3	5	5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	$H_p/2$	1,25	1,25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	y_1	3	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	z_1	2,5	5	8	15	28	54	100	100	100	100	100	100

(continua)

TABELA 1 (continuação)

Grupo de dimensões (mm)	Símbolo para fórmula	Qualidade da peça conforme tolerância ISO											
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
acima 120 até 180	T	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1 000	1 600	2 500
	$H_1/2$	2,5	4	6	6	6	9	20	20				
	$H_p/2$	1,75	1,75	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4				
	y_1	3	4	6	0	0	0	0	0				
	z_1	3	6	9	18	32	60	110					
acima 180 até 250	T	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1 150	1 850	2 900
	$H_1/2$	3,5	5	7	7	7	10	23	23				
	$H_p/2$	2,25	2,25	3,5	3,5	3,5	3,5	5	5				
	y_1	3	5	6	7	0	0	0	0				
	z_1	4	7	12	21	24	40	45	80	100	170	210	
	α_1	1	2	3	4	4	7	10	15	25	45	70	110
acima 250 até 315	T	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1 300	2 100	3 200
	$H_1/2$	4	6	8	8	8	11,5	26	26				
	$H_p/2$	3	3	4	4	4	4	6	6				
	y_1	3	6	7	9	0	0	0	0				
	z_1	5	8	14	24	27	45	50	90	110	190	240	
	α_1	1,5	3	4	6	6	9	15	20	35	55	90	140
acima 315 até 400	T	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1 400	2 300	3 600
	$H_1/2$	4,5	6,5	9	9	9	12,5	28,5	28,5				
	$H_p/2$	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	6,5	6,5				
	y_1	4	6	8	9	0	0	0	0				
	z_1	6	10	16	28	32	50	65	100	125	210	280	
	α_1	2,5	4	6	7	7	11	15	30	45	70	110	180
acima 400 até 500	T	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1 550	2 500	4 000
	$H_1/2$	5	7,5	10	10	10	13,5	31,5	31,5				
	$H_p/2$	4	4	5	5	5	5	7,5	7,5				
	y_1	4	7	9	11	0	0	0	0				
	z_1	7	11	18	32	37	55	70	110	145	240	320	
	α_1	3	5	7	9	9	14	20	35	55	90	140	220

TABELA II — Calibradores para medidas internas (furos)

Valores das tolerâncias da Fig. 1 em μm

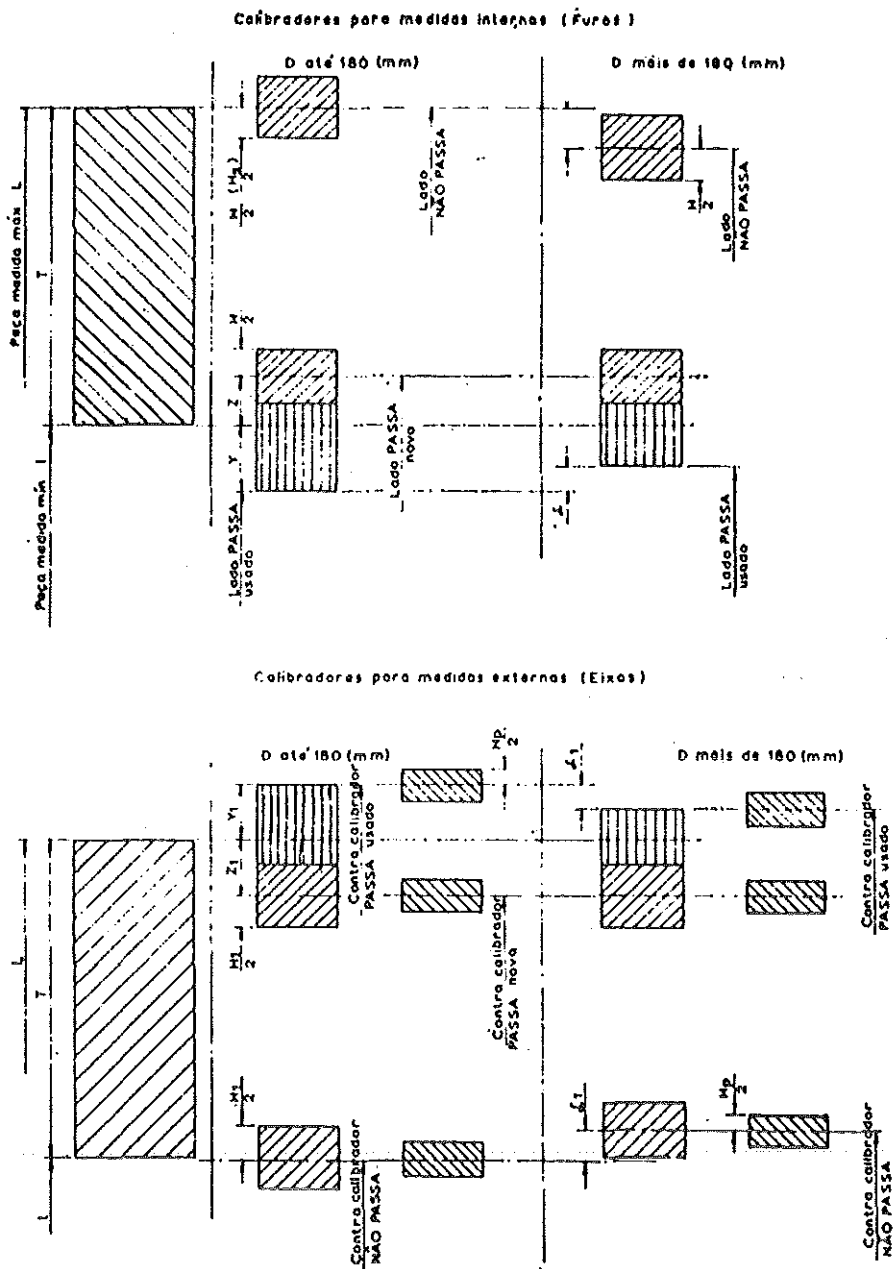
Grupo de dimensões (mm)	Símbolo para fórmula	Qualidade da peça conforme tolerância ISO										
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
de 1 até 3	T	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
	H/2	0,6	1		1		2		5		5	
	y	1	1,5	3	0		0		0		0	
	z	1	1,5	2	5		10		20		40	
acima até 6	T	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
	H/2	0,75	1,25		1,25		2,5		6		6	
	y	1	1,5	3	0		0		0		0	
	z	1,5	2	3	6		12		24		48	
acima até 10	T	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
	H/2	0,75	1,25		1,25		3		7,5		7,5	
	H _s /2	0,75	0,75		0,75		2		4,5		4,5	
	y	1	1,5	3	0		0		0		0	
	z	1,5	2	3	7		14		28		56	
acima até 18	T	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1 100
	H/2	1	1,5		1,5		4		9		9	
	H _s /2	1	1		1		2,5		5,5		5,5	
	y	1,5	2	4	0		0		0		0	
	z	2	2,5	4	8		16		32		64	
acima até 30	T	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1 300
	H/2	1,25	2		2		4,5		10,5		10,5	
	H _s /2	1,25	1,25		1,25		3		6,5		6,5	
	y	1,5	3	4	0		0		0		0	
	z	2	3	4	9		19		36		72	
acima até 50	T	1,6	25	39	62	100	160	250	390	620	1 000	1 600
	H/2	1,25	2		2		5,5		12,5		12,5	
	H _s /2	1,25	1,25		1,25		3,5		8		8	
	y	2	3	5	0		0		0		0	
	z	2,5	3,5	6	11		22		42		80	
acima até 80	T	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1 200	1 900
	H/2	1,5	2,5		2,5		6,5		15		15	
	H _s /2	1,5	1,5		1,5		4		9,5		9,5	
	y	2	3	5	0		0		0		0	
	z	2,5	4	7	13		25		48		90	
acima até 120	T	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1 400	2 200
	H/2	2	3		3		7,5		17,5		17,5	
	H _s /2	2	2		2		5		11		11	
	y	3	4	6	0		0		0		0	
	z	3	5	8	15		28		54		100	
acima até 180	T	25	40	63	100	160	250	400	630	1 000	1 600	2 500
	H/2	2,5	4		4		9		20		20	
	H _s /2	2,5	2,5		2,5		6		12,5		12,5	
	y	3	4	6	0		0		0		0	
	z	4	6	9	18		32		60		110	

(continua)

TABELA II (continuação)

Grupo de dimensões (mm)	Símbolo para fórmula	Qualidade da peça conforme tolerância ISO										
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
acima 180 até 250	T	29	46	72	115	185	290	460	720	1 150	1 850	2 900
	H/2	3,5	5		5		10		23		23	
	H _s /2	3,5	3,5		3,5		7		14,5		14,5	
	y	4	6	7	0		0		0		0	
	z	5	7	12	21	24	40	45	80	100	170	210
	α	2	3	4	4	7	10	15	25	45	70	110
acima 250 até 315	T	32	52	81	130	210	320	520	810	1 300	2 100	3 200
	H/2	4	6		6		11,5		26		26	
	H _s /2	4	4		4		8		16		16	
	y	5	7	9	0		0		0		0	
	z	6	8	14	24	27	45	50	90	110	190	240
	α	3	4	6	6	9	15	20	35	55	90	140
acima 315 até 400	T	36	57	89	140	230	360	570	890	1 400	2 300	3 600
	H/2	4,5	6,5		6,5		12,5		28,5		28,5	
	H _s /2	4,5	4,5		4,5		9		18		18	
	y	6	8	9	0		0		0		0	
	z	7	10	16	28	32	50	65	100	125	210	280
	α	4	6	7	7	11	15	30	45	70	110	180
acima 400 até 500	T	40	63	97	155	250	400	630	970	1 550	2 500	4 000
	H/2	5	7,5		7,5		13,5		31,5		31,5	
	H _s /2	5	5		5		10		20		20	
	y	7	9	11	0		0		0		0	
	z	8	11	18	32	37	55	70	110	145	240	320
	α	5	7	9	9	14	20	35	55	90	140	220

FIGURA 1 — Representação gráfica da posição dos campos de tolerância.



- H Tolerância de fabricação dos calibradores para medida interna (exceto calibradores esféricos).
- H_n Tolerância de fabricação para calibradores esféricos.
- H_1 Tolerância de fabricação dos calibradores para medida externa.
- H_p Tolerância de fabricação dos contra-calibradores.
- T Tolerância da peça.
- α Margem de segurança nos calibradores de furo.
- α_1 Margem de segurança nos calibradores de eixo.
- y Desgaste permitido para calibradores de furo.
- y_1 Desgaste permitido para calibradores de eixo.
- z Acréscimo permitido para calibradores novos de furo.
- z_1 Decréscimo permitido para calibradores novos de eixo.

TOLERÂNCIAS DE FORMA E POSIÇÃO

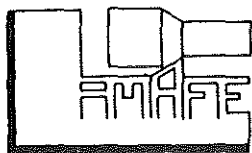
Os conceitos de Forma e Posição surgiram com a necessidade de tolerar desvios que as cotas dimensionais não eram capazes de controlar. A adoção de tolerâncias dimensionais mais a pertadas tornava os custos de fabricação muito altos.

Apresenta-se então uma norma que padroniza uma simbologia que, aplicada nos desenhos, garante formas geométricas, orientações a elementos associados e posições de elementos associados.

Os objetivos da secção 1 desta norma devem ser alcançados tendo-se em vista não só o conceito geométrico dos desvios, mas também: os valores tolerados, o processo de medição, o processo de fabricação e os elementos de referência para que se possa alcançar os objetivos de intercambiabilidade, ou seja, deve-se ter em mente, durante o projeto, a viabilidade de fabricação e medição. Justifica-se assim a necessidade, por parte do usuário, do conhecimento dos processos de fabricação e das técnicas de medição.

A publicação "Introdução à Metrologia Industrial" traz discussões a respeito da aplicação dos conceitos de Forma e Posição, Processos de Fabricação e Métodos de Medição.

Resta salientar a existência de Projetos de Norma (ANSI B71-78) que visam otimizar a simbologia. Dizem respeito a criação de conceitos geométricos que retratem soluções de fabricação e medição para problemas corriqueiros do projeto e da fabricação.





TOLERÂNCIAS DE FORMA E TOLERÂNCIAS DE POSIÇÃO

P-NB-273
Em Estágio
ExperimentalA P R E S E N T A Ç Ã O

A comissão de Ensaio de Qualidade de Máquinas-Ferramenta apresenta o projeto de Norma P-NB-273 "Tolerâncias de Forma e Tolerâncias de Posição" que foi baseado na recomendação ISO R-1110.

Tomaram parte na elaboração desta Norma as seguintes entidades:

CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNICAMP
Rubens Carlos Tocalino (presidente)
Naoyuki Sugimori

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Ronaldo Mayrhofer (secretário)

INDÚSTRIAS ROMI S/A
Amaury Torres de Miranda

GENERAL ELETRIC
Alcides Amadi
Rudolf Hswlischek

DEPARTAMENTO REGIONAL DO SENAI - SÃO PAULO
José Rizzi

A comissão solicita sugestões que deverão ser enviadas à ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS à rua Marques de Itú, nº 88, 5º andar, São Paulo - SP ; dentro do prazo estipulado na circular correspondente.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO-RJ — Av. Almirante Barroso, 84 - gr. 1505. DELEGACIAS: BELO HORIZONTE-MG — Rua da Bahia, 1148 - gr. 1003 o 1097/11. BRASÍLIA-DF — SCS Edif. Ceard, s/501. CAMPINA GRANDE-PB — Av. Aprígio Veloso, 883. CURITIBA-PR — Univ. Federal do Paraná - Centro Politécnico - C.P. 1011. FORTALEZA-Ce — Av. Universidade, 2763 - C.P. 1234. JOINVILLE-SC — R. Albano Schmidt, 233 - C.P. 497. PORTO ALEGRE-RS — Av. Osvaldo Aranha, 271. RECIFE-PE — Rua da Saúde, 291 - Boa Vista. SALVADOR-Ba — Av. 7 de Setembro, 117 - 4º - Piedade. S. PAULO-SP — R. Marques de Itú, 88 - 3º/4º/5º a.



1. OBJETIVO

L 1 - Esta Norma estabelece os princípios de simbolização e de indicação nos desenhos técnicos, das tolerâncias de forma e de posição (forma - posição - orientação - batimento) e fixa ainda as definições geométricas necessárias para esse fim.

A finalidade principal de aplicação dessas tolerâncias consiste em assegurar condições corretas de funcionamento e de intercambialidade de elementos mecânicos.

L 2 - As tolerâncias de forma e de posição só devem ser prescritas se elas forem indispensáveis para assegurar o perfeito desempenho das peças em seus aclopamentos determinados.

L 3 - Desde que somente uma tolerância dimensional seja prescrita, deve-se entender que ela limita também alguns erros de forma e de posição (por exemplo: planesa ou paralelismo - ver o quadro da Figura 2).

As superfícies reais das peças podem no entanto, se afastar da forma geométrica especificada desde que permaneçam enquadradas no interior da tolerância dimensional e do campo de precisão das medidas efetuadas no controle das peças.

Se os erros de forma devem se encontrar no interior de outros limites, então dever-se-á especificar uma tolerância de forma adequada para essa nova condição.

L 4 - Uma tolerância de forma e de posição pode ser especificada ainda que alguma tolerância dimensional não for prescrita.

L 5 - A falta de indicações de uma tolerância de forma ou de posição não implica, necessariamente, no uso de um processo particular de fabricação, de medição ou verificação.

TOLERÂNCIAS DE FORMA E DE POSIÇÃO

2 . DEFINIÇÕES

2.1 Uma tolerância de forma ou de posição de um elemento geométrico (ponto, linha, superfície ou plano mediano) define o campo em cujo interior deve ficar situado esse elemento.

2.2 O campo de tolerância é , segundo a característica afetada pela tolerância e o modo pelo qual ela é cotada :

2.2.1 O espaço interior de um círculo

2.2.2 A corôa circular

2.2.3 O espaço entre duas linhas paralelas ou duas retas paralelas

2.2.4 O espaço interior de uma esfera

2.2.5 O espaço interior de um cilindro ou o espaço entre dois cilindros co-axiais

2.2.6 O espaço entre duas superfícies paralelas ou dois planos paralelos

2.2.7 O espaço interior de um paralelepípedo

2.3 A forma ou a orientação do elemento no interior desse campo, pode ser qualquer, salvo indicação contrária , mais restrita , expressa por nota aditiva.

2.4 Salvo indicação contrária, especificada conforme os parágrafos 4.5 à 4.7 , a tolerância se aplica a todo comprimento ou a toda superfície do elemento considerado.

2.5 O elemento de referência é aquele a que são referidas as tolerâncias de orientação, de posição e de batimento.

2.6 A forma de um elemento de referência deve ser suficientemente precisa para que possa ser utilizado como tal.

I. OBSERVAÇÃO : A forma de um elemento isolado é julgada correta desde que a distância de cada um dos seus pontos a uma superfície de forma geométrica ideal, em contato com ela seja igual ou inferior ao valor da tolerância dada. A orientação da superfície ideal deve ser escolhida de modo que a distância do ponto mais afastado dessa superfície seja mínima.

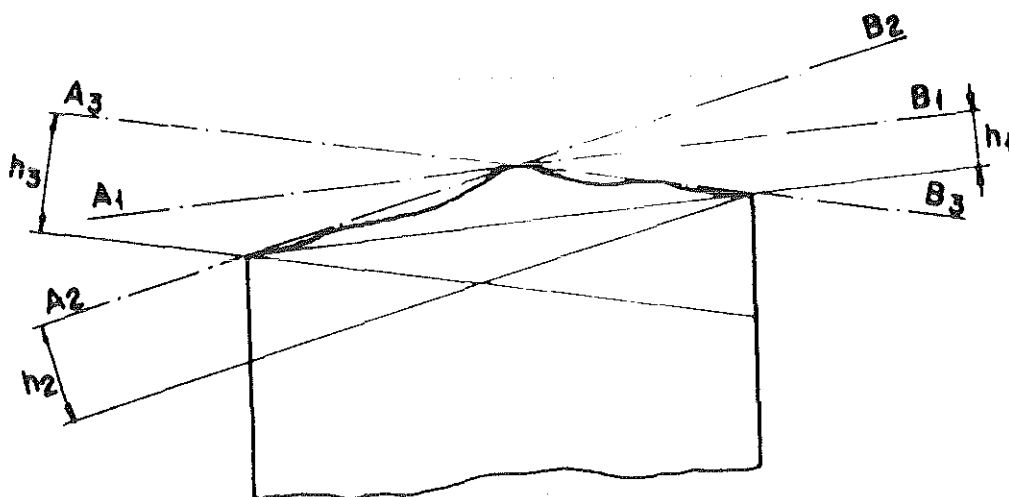


Figura 1

Orientações diversas da superfície ideal :

$$A_1 - B_1 \quad A_2 - B_2 \quad A_3 - B_3$$

Distâncias máximas correspondentes :












$$h_1 \quad h_2 \quad h_3$$

No caso da Figura 1 : $h_1 \quad h_2 \quad h_3$

Consequentemente resulta que a orientação da superfície ideal será : $A_1 - B_1$ desde que o valor de h_1 seja, no mínimo igual à tolerância de forma especificada.

II. OBSERVAÇÃO : Em certos casos pode tornar-se necessário indicar a posição de alguns pontos que constituirão um elemento de referência provisório para a usinagem e também para a verificação.

3. SÍMBOLOS

Características afetadas pelas tolerâncias		Símbolo
Forma por elemento isolado	Retilidade	—
	Planesa	
	Circularidade	
	Cilindricidade	
	Forma de uma linha qualquer	
	Forma de uma superfície qualquer	
Orientação por elemento associado	Paralelismo	//
	Perpendicularidade	
	Inclinação	
Posição por elemento associado	Posição de um elemento	
	Concentricidade e coaxialidade	
	Simetria	
Batimento		

3.1 Os símbolos dados no quadro acima representar as características que as tolerâncias devem especificar.

4 . INDICAÇÕES NOS DESENHOS

4.1 As indicações necessárias são inscritas em um quadro retangular, dividido em dois ou eventualmente em três casas (Figura 3 e 4) Nessas casas são inscritos, da esquerda para a direita, na seguinte ordem :

4.1.1 O símbolo da característica afetada pela tolerância , conforme indicado na capítulo 3.

4.1.2 O valor da tolerância (valor total) nas unidades usadas para as cotas lineares. Esse valor é precedido do sinal ϕ se o campo de tolerância for circular ou cilíndrico ou da indicação "esfera ϕ " se o campo de tolerância for esférico.

4.1.3 A ou as letras que permitem identificar o elemento ou elementos de referência.

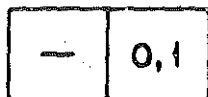


Figura 3

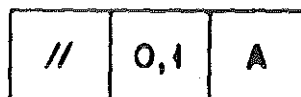


Figura 4

4.2 O quadro de tolerância é ligado ao elemento afetado por tolerância, por uma linha terminada por uma flecha que se assenta sobre:

4.2.1 O contorno do elemento ou o seu prolongamento (não sobre uma linha de cota), se a tolerância for aplicada à linha ou à superfície desse elemento (Figura 5).

4.2.2 A linha de chamada na posição correspondente a da cota, desde que a tolerância se aplique ao eixo ou ao plano mediano da parte cotada (Figura 6 e 8) ou sobre o eixo, desde que a tolerância seja aplicada ao eixo ou ao plano mediano de todos os elementos que admitem esse eixo ou esse plano mediano (Figuras 7, 9 e 10)

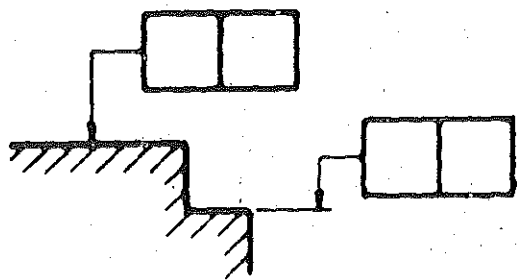


Figura 5

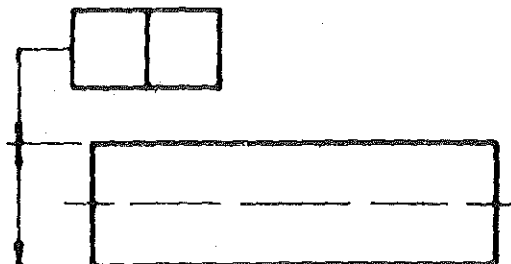


Figura 6

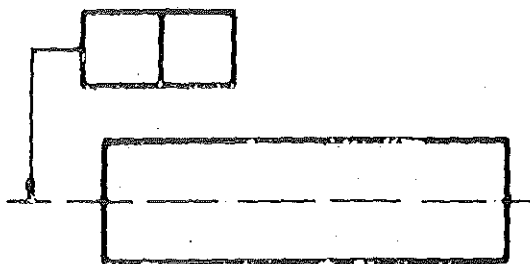


Figura 7

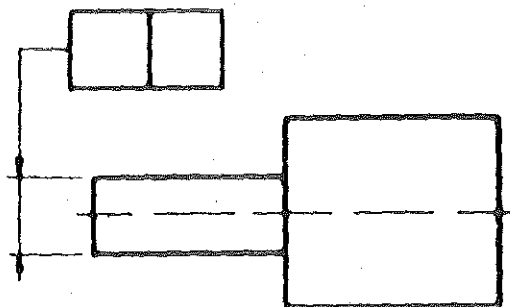


Figura 8

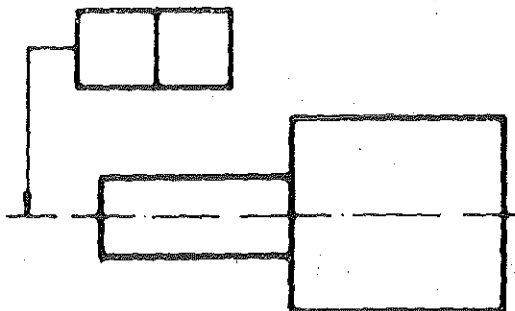


Figura 9

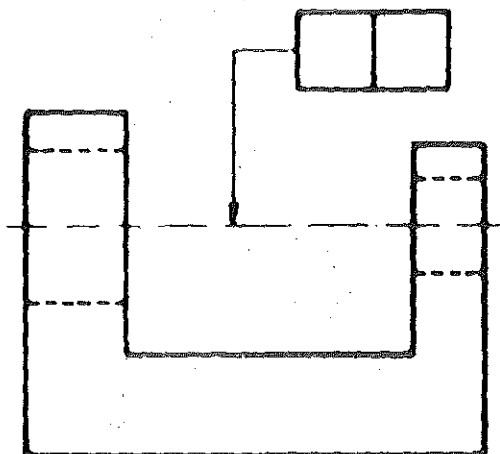


Figura 10

OBSERVAÇÃO : Se o campo de tolerância não for nem circular, nem cilíndrico, nem esférico, sua largura se encontra segundo a direção da flecha que termina sobre a linha que liga o quadro de tolerância ao elemento por ela afetado.

4.3 O elemento ou os elementos de referência são indicados por uma linha que termina por um triângulo cheio cuja base se apoia sobre :

4.3.1 O contorno do elemento ou sobre o prolongamento do contorno (não sobre uma linha de cota) se o elemento de referência é sua própria superfície ou o seu prolongamento (Figura 11).

4.3.2 O prolongamento do eixo ou sobre o prolongamento da linha de cota desde que o elemento de referência seja o eixo ou o plano mediano da parte cotada (Figuras 12, 13 e 17) ou sobre o eixo ou o plano mediano de todos os elementos comuns a esse eixo ou ao plano mediano (Figuras 13, 15 e 16).

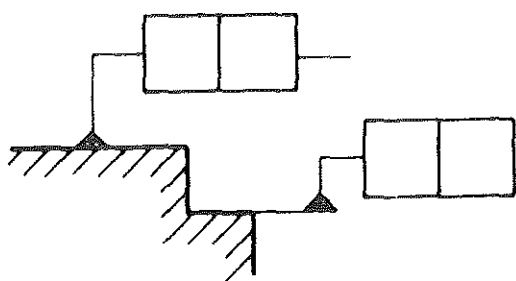


Figura 11

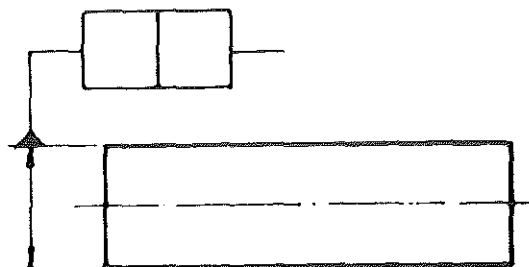


Figura 12

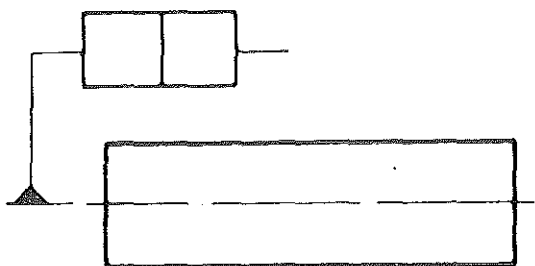


Figura 13

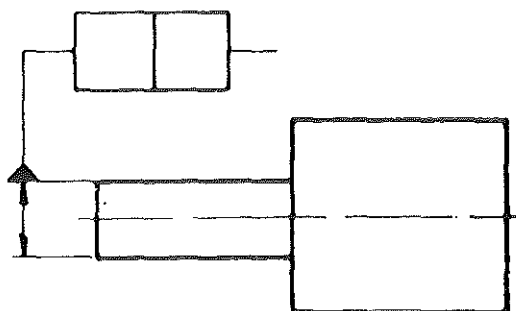


Figura 14

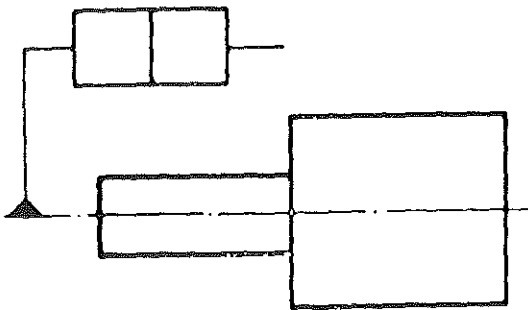


Figura 15

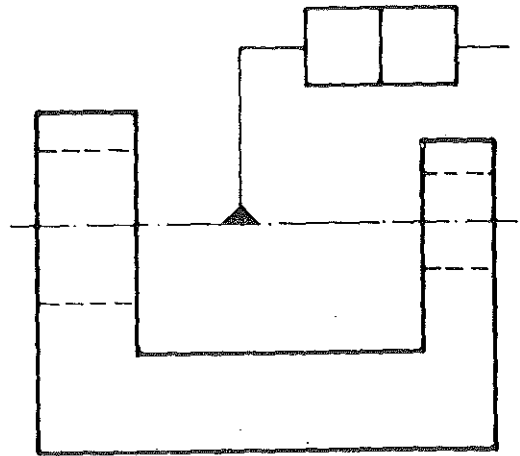


Figura 16

OBSERVAÇÃO : Se não houver lugar para duas flechas, uma delas será substituída pelo triângulo cheio (Figura 17).

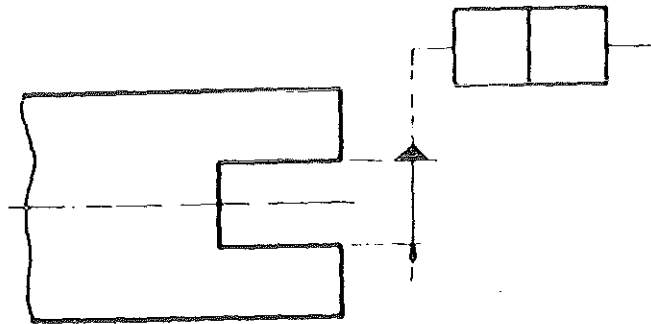


Figura 17

Se o quadro de tolerância não pode ser ligado ao elemento de referência de um modo claro e simples, deve-se usar uma letra maiúscula (diferente para cada elemento de referência), conforme mostra as Figuras 18 e 19.

Essa letra maiúscula é inscrita em um quadro que é por sua vez, ligado ao elemento de referência, conforme é indicado nas Figuras 18 e 19.

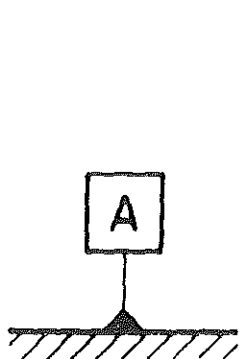


Figura 18

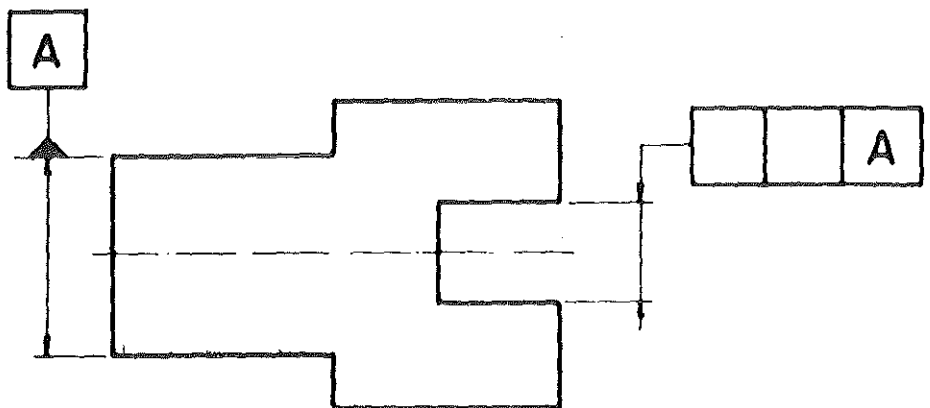


Figura 19

4.4 Se dois elementos associados são idênticos ou se por qualquer razão, se justifica a escolha de um deles como elemento de referência, deve-se indicar a tolerância conforme mostra a Figura 20.

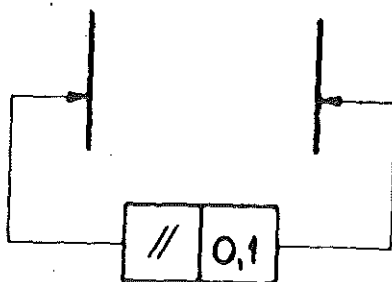


Figura 20

4.5 Se a tolerância fôr aplicada a um comprimento especificado, localizado, não importa onde, o valor desse comprimento deve ser indicado, em seguida ao valor da tolerância e dela separado por um traço oblíquo.

No caso de uma superfície, a mesma indicação é utilizada. Isto significa que a tolerância se aplica a todas as linhas de prolongamento especificado, em todas as posições e em todas as direções (Figura 21).

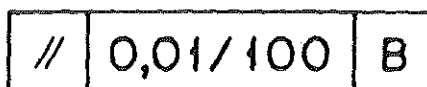


Figura 21

4.6 Se à tolerância de um elemento completo, uma outra tolerância, de mesma natureza porém mais precisa e restrita, fôr especificada, para um comprimento limitado, deve-se inscrever essa tolerância abaixo da primeira (Figura 22).

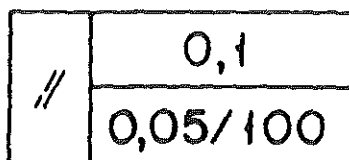


Figura 22

4.7 Se a tolerância deve ser aplicada a uma parte restrita do elemento, deve-se cotar essa parte como indicado na Figura 23 (conforme prescrição em Desenho Técnico).

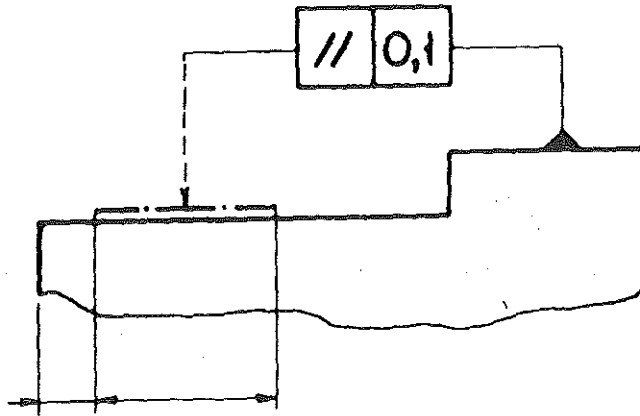


Figura 23

4.8 A indicação do "Princípio de Máximo de Material" é dada pelo símbolo M , colocado em seguida :

- 4.8.1 Ao valor da tolerância Figura 24
- 4.8.2 Ao valor de referência Figura 25
- 4.8.3 De um e de outro Figura 26

Desde que a condição de "Máximo de Material" se aplique respectivamente ao elemento afetado pela tolerância, ao elemento de referência, ou aos dois simultaneamente.

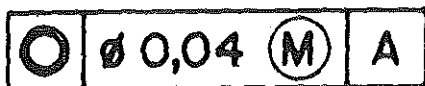


Figura 24

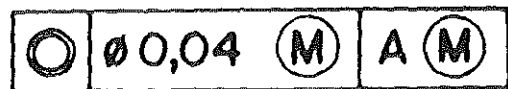


Figura 25

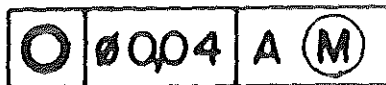
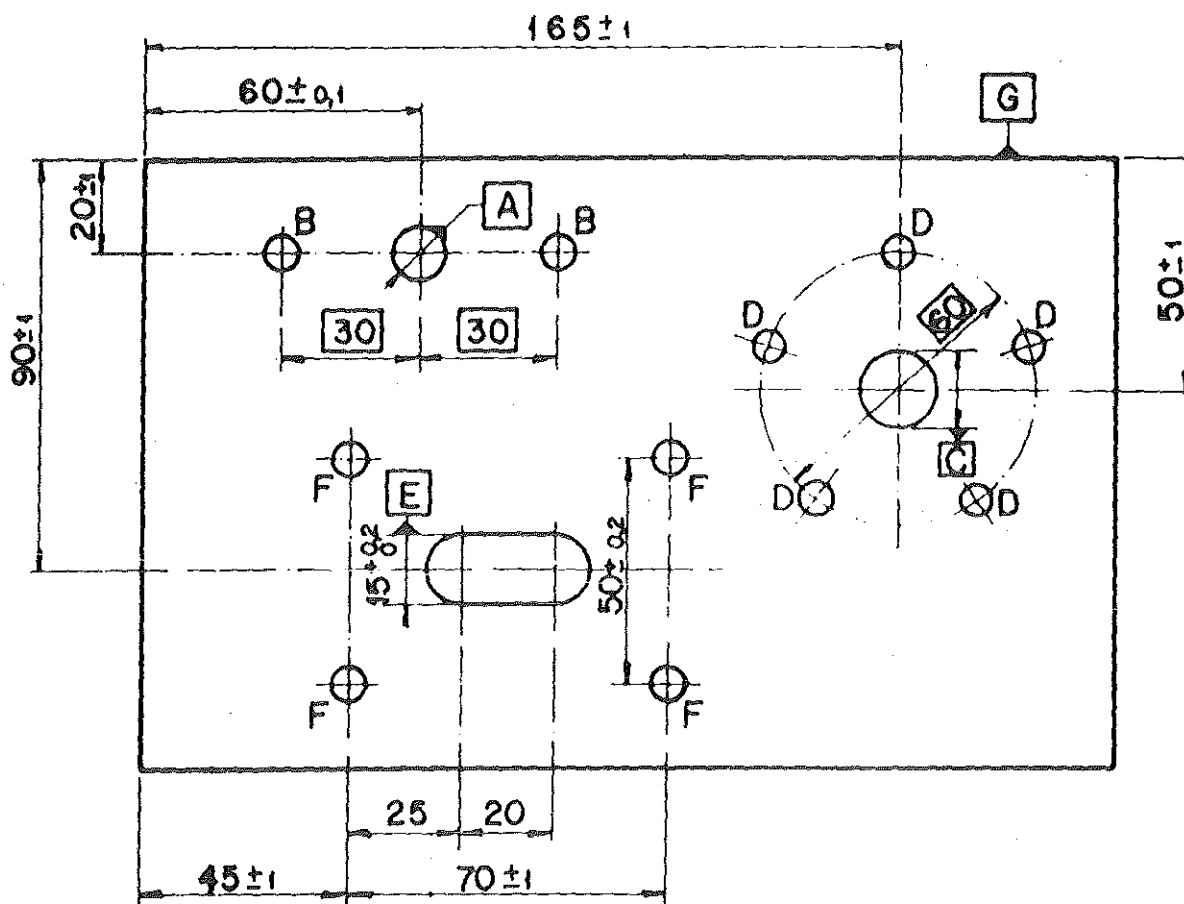


Figura 26

4.9 Se fôr prescrita uma tolerância de posição ou de uma forma qualquer, para um dado elemento, as cotas que definem a posição ou a forma, não devem ser afetadas por tolerâncias. Se forem prescritas tolerâncias de inclinação para um elemento, as cotas que definem o ou os ângulos, não deverão ser afetadas por tolerâncias.

Essas cotas nominais serão enquadradas de forma seguinte : 30
 As dimensões efetivas correspondentes são limitadas apenas pelas tolerâncias especificadas : de posição, de forma qualquer ou de inclinação.

4.10 É ainda permissível agrupar as tolerâncias individuais em uma tabela, conforme mostra a Figura 27.



Grupo	Letra	Furos		Tolerância	
		Dimensão	Número		
1	A	$\varnothing 10^{+0,1}_0$	1	Referência (M)	
	B	$\varnothing 8^{+0,5}_0$	2	Tol. $\varnothing 0,8$ (M)	
2	C	$\varnothing 12^{+0,2}_0$	1	Referência (M)	
	D	$\varnothing 7^{+0,5}_0$	5	Tol. $\varnothing 0,6$ (M)	
3	E	—	—	Referência (M)	
	F	$\varnothing 8^{+0,5}_0$	4	Tol. 0,1 (M)	
4	G	—	—	Referência	
	H	—	—	Tol. 0,05	


Figura 27

5. DEFINIÇÕES DETALHADAS DAS TOLERÂNCIAS

As diversas tolerâncias são definidas conforme as informações que seguem :

- Para efeito de simplificação, as definições supõem que o elemento em consideração seja isento de defeitos outros que aqueles a que se referem as definições. De acordo com as necessidades funcionais, uma ou mais características serão afetadas por tolerâncias para definir a exatidão geométrica de um elemento. Se a exatidão geométrica de um elemento for definida por certos tipos de tolerâncias, os demais erros desse elemento são eventualmente delimitados ao mesmo tempo (por exemplo: a retilidade é delimitada pela tolerância dimensional ou pela de paralelismo).

- Raramente, será necessário simbolizar todas essas características porque os erros estão incluídos no campo de tolerância definido pelo símbolo especificado. Por outro lado certas outras tolerâncias não delimitam os outros defeitos (por exemplo : a retilidade não implica em paralelismo).

OBSERVAÇÃO : Na aplicação das tolerâncias de forma e de posição, nem sempre é fácil identificar a característica geométrica, (por exemplo: a retilidade ou a planeza de uma superfície comprida e estreita, - (caso de uma aresta reta ou ranhura pouco profunda, - podem ser indicadas pelo símbolo — ou ) (Figura 20). Entretanto o símbolo ou a combinação dos símbolos junto ao próprio desenho, indicarão sempre claramente a condição exigida.

Os símbolos para : posição, concentricidade, simetria, etc. também podem ser utilizados num sentido mais amplo, para incluir da mesma forma, outras características geométricas.

5.1 TOLERÂNCIA DE RETILINEIDADE

5.1.1 TOLERÂNCIA DE RETILINEIDADE DE UMA LINHA

5.1.1.1 O Campo de tolerância é limitado por um cilíndro de diâmetro "t", quando o valor da tolerância é precedido do símbolo "ϕ" (Figura 28).

Exemplo : O eixo do cilindro cuja dimensão está ligada ao quadro de tolerância, de ficar dentro de uma zona cilíndrica de 0,08 de diâmetro (Figura 29).



Figura 28

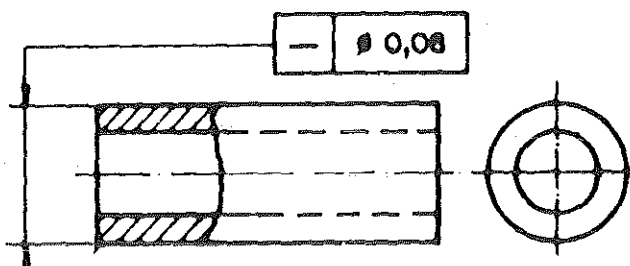


Figura 29

5.1.1.2 O campo de tolerância fica limitado por duas retas paralelas, quando se considera a tolerância de retilidade somente no plano de projeção do desenho sobre o qual está inscrita essa tolerância (Figura 30).

Exemplo : Uma parte qualquer de uma geratriz do cilindro com um comprimento igual a 100, deve ficar entre duas retas paralelas distantes de 0,1 (Figura 31).

As linhas de eixo de todas as seções da ranhura devem ficar entre dois planos paralelos distantes de 0,2. Sobre um comprimento de 300 elas devem ficar entre dois planos paralelos distantes de 0,1 (Figura 32).

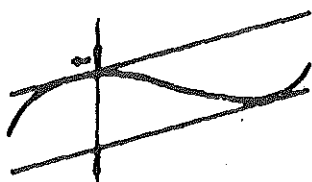


Figura 30

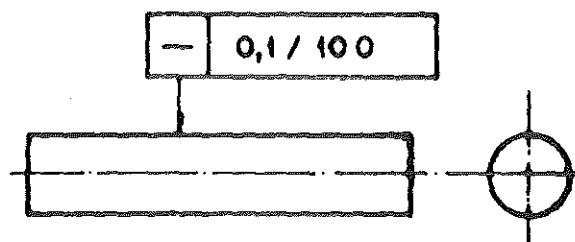


Figura 31

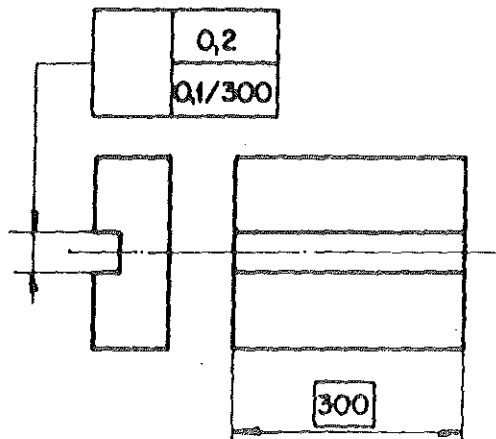


Figura 32

5.1.1.3 O campo de tolerância fica limitado ao espaço dentro de um paralelepípedo, se a tolerância de retilicidade for aplicado a dois planos perpendiculares entre si (Figura 33).

Exemplo : O eixo de barra deve estar contido numa zona paralelepipedica de 0,1 de largura no plano vertical e de 0,2 no plano horizontal (Figura 34).

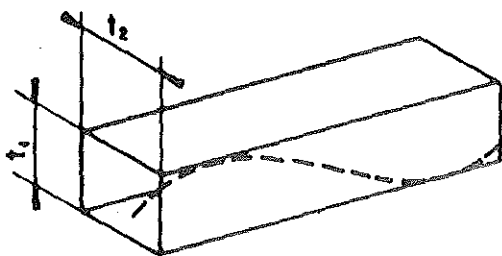


Figura 33

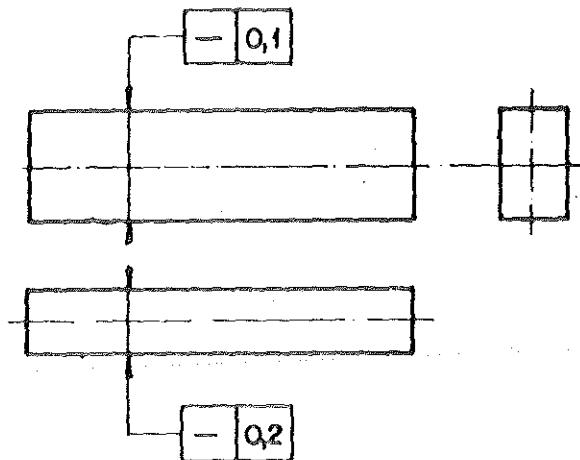


Figura 34

5.1.2 TOLERÂNCIA DE RETILINEIDADE DE UMA SUPERFÍCIE EM DUAS DIREÇÕES

Se a tolerância de retilicidade é aplicada nas duas direções de um mesmo plano (Figura 35) o campo de tolerância de retilicidade daquela superfície é de 0,05 na direção indicada na figura esquerda e de 0,1 na direção indicada na figura à direita (Figura 35).

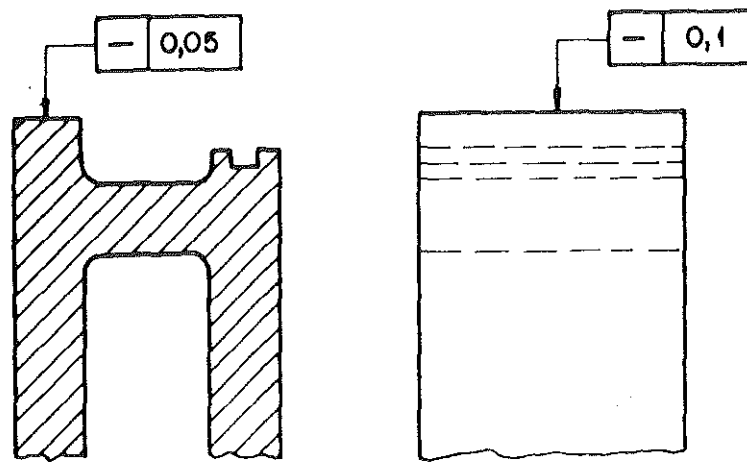


Figura 35

5.2 TOLERÂNCIA DE PLANEZA

5.2.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos, distantes de "t", entre os quais deve estar situada a superfície em consideração (Figura 36).

Exemplo : A superfície deve ficar entre dois planos paralelos equidistantes de 0,08 (Figura 37).

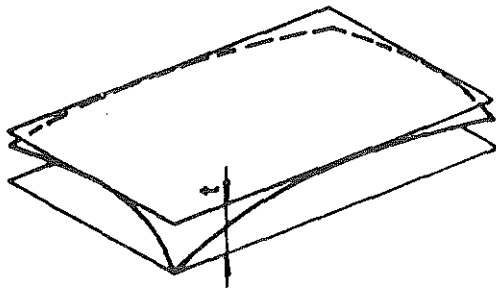


Figura 36

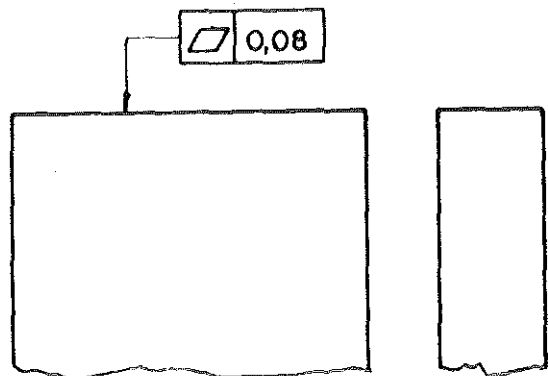


Figura 37

5.3 TOLERÂNCIA DE CIRCULARIDADE

5.3.1 O campo de tolerância no plano considerado é limitado por dois círculos concêntricos e distantes de "t" (Figura 38).

Exemplo : O contorno do disco deve ficar dentro de uma coroa circular de 0,03 de largura (Figura 39).

Exemplo : O contorno de cada seção transversal deve estar compreendido numa coroa circular de 0,01 de largura (Figura 40)

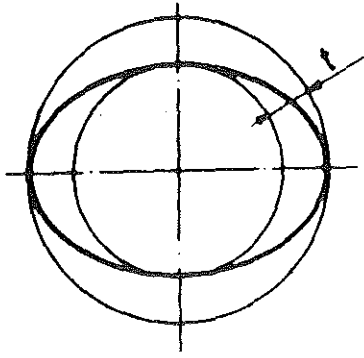


Figura 38

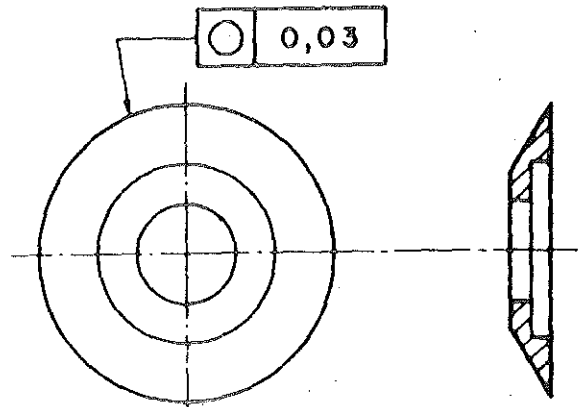


Figura 39

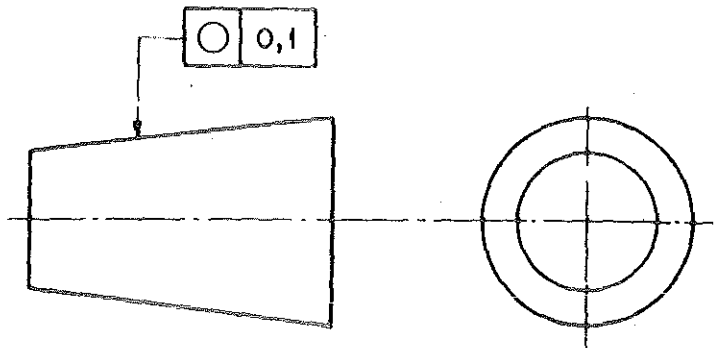


Figura 40

5.4 TOLERÂNCIA DE CILINDRIDADE

5.4.1 O campo de tolerância é limitado por dois cilindros coaxiais, distantes de "t" (Figura 41).

Exemplo : A superfície considerada deve estar compreendida entre dois cilindros coaxiais cujos raios diferem de 0,1 (Figura 42).

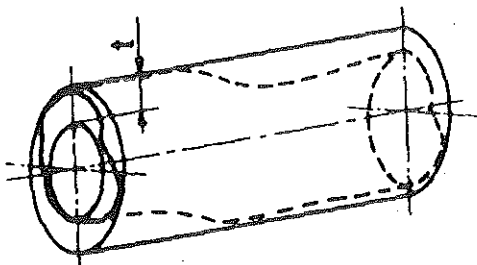


Figura 41

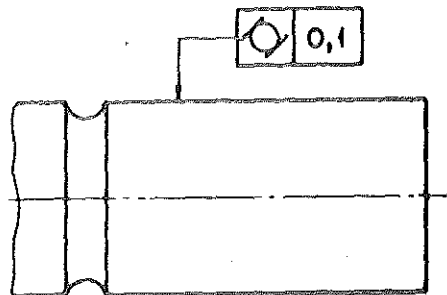


Figura 42

5.5 TOLERÂNCIA DE FORMA DE UM PERFIL QUALQUER

5.5.1 O campo de tolerância é limitado por duas linhas envolvendo círculos de diâmetro "t" cujos centros estão situados sobre uma 11

na que representa o perfil geométrico correto (Figura 43).

Exemplo : Em cada seção paralela ao plano de projeção o perfil considerado deve estar compreendido entre duas linhas envolvendo círculos de 0,04 de diâmetro cujos centros estão situados sôbre uma linha que tem o perfil geométrico correto (Figura 44).



Figura 43

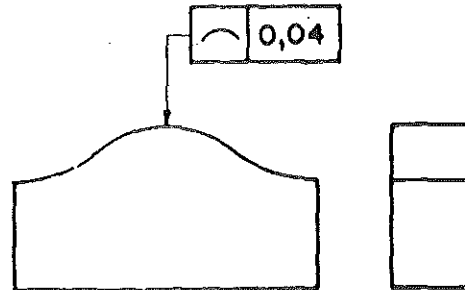


Figura 44

5.6 TOLERÂNCIA DE FORMA DE UMA SUPERFÍCIE QUALQUER

5.6.1 O campo de tolerância é limitado por duas superfícies - envolvendo esferas de diâmetro "t" cujos centros estão situados sôbre uma superfície que tem a forma geométrica correta (Figura 45).

Exemplo : A superfície considerada deve estar compreendida entre duas superfícies envolvendo esferas de 0,02 de diâmetro, cujos centros estão situados sôbre uma superfície que tem a forma geométrica correta (Figura 46).

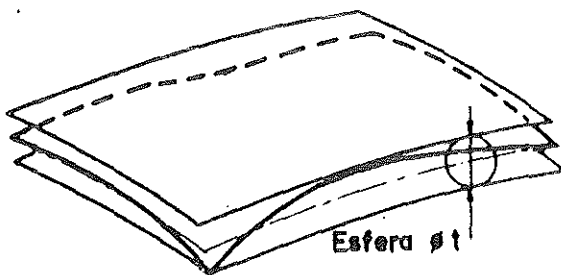


Figura 45

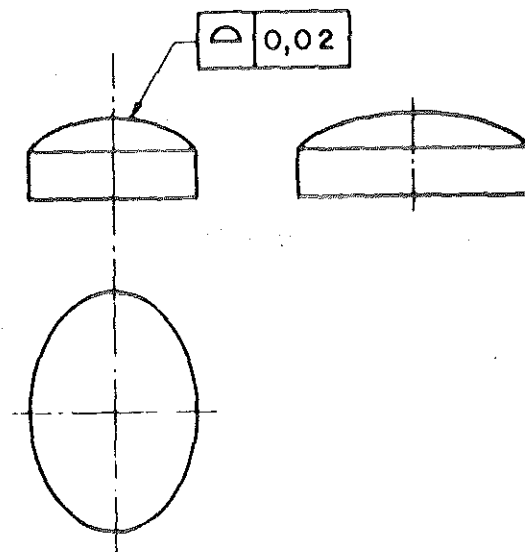


Figura 46

5.7 TOLERÂNCIA DE PARALELISMO

5.7.1 TOLERÂNCIA DE PARALELISMO DE UMA LINHA EM RELAÇÃO A UMA RETA DE REFERÊNCIA

5.7.1.1 O campo de tolerância é limitado por um cilindro de diâmetro "t" paralelo à reta de referência, se o valor da tolerância fôr precedido do sinal ϕ (Figura 47).

Exemplo : O eixo superior deve estar compreendido numa zona cilíndrica de 0,03 de diâmetro paralela ao eixo inferior A (Reta de referência) (Figura 48).

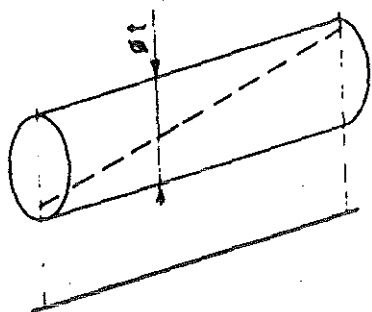


Figura 47

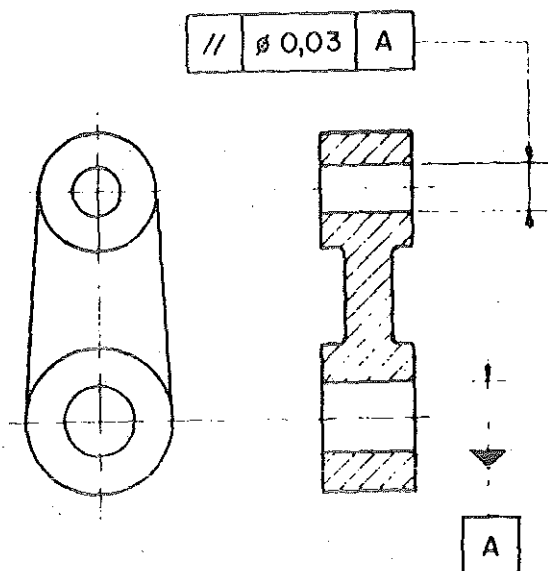


Figura 48

5.7.1.2 O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas, distantes de "t" e paralelas à reta de referência, se a tolerância fôr indicada para um só plano (Vertical ou horizontal) (Figuras 49 e 50).

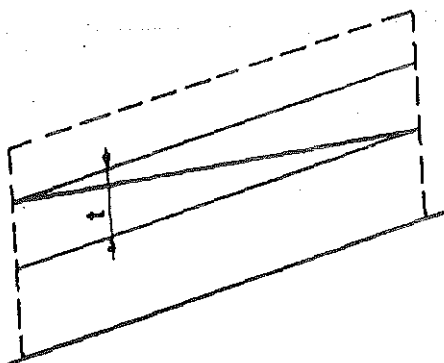


Figura 49.

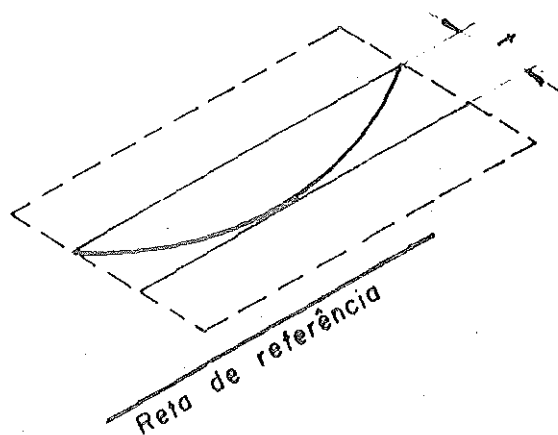


Figura 50

Exemplo : O eixo superior deve estar compreendido entre duas linhas retas equidistantes de 0,1, paralelas ao eixo inferior A e colocadas no plano vertical (Figuras 51 e 52).

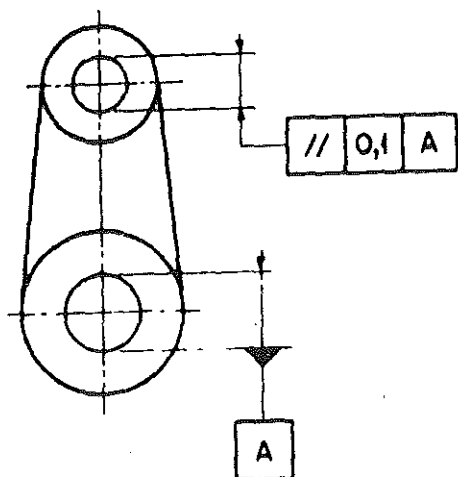


Figura 51

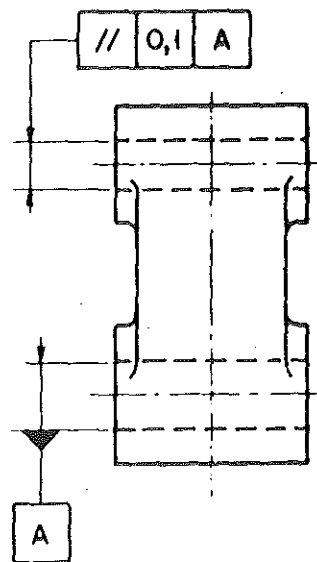


Figura 52

Exemplo : O eixo superior deve ficar entre duas linhas-retas equidistantes de 0,1, paralelas ao eixo inferior e colocadas-no plano horizontal (Figura 53).

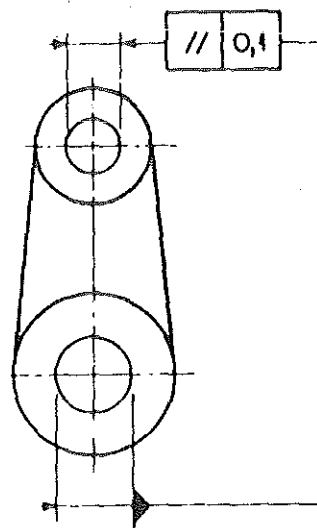


Figura 53

5.7.1.3 O campo de tolerância é limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ " e paralelo à reta de referência se a tolerância fôr indicada para dois planos perpendiculares entre si. - (Figuras 55 e 56).

Exemplo : O eixo superior deve estar compreendido em - uma zona paralelepédica de largura 0,2 na direção horizontal e 0,1 na direção vertical e é paralelo ao eixo de referência A (Figuras 55 e 56).

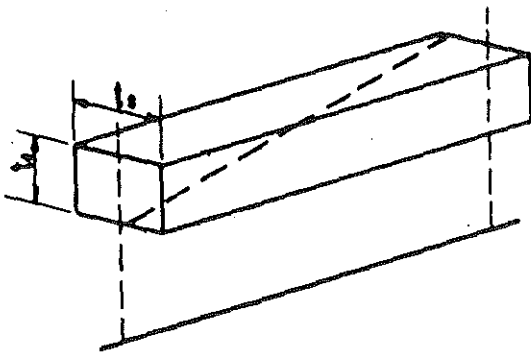


Figura 54

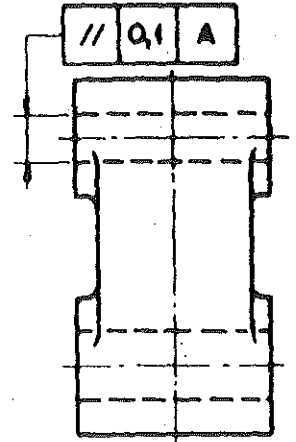
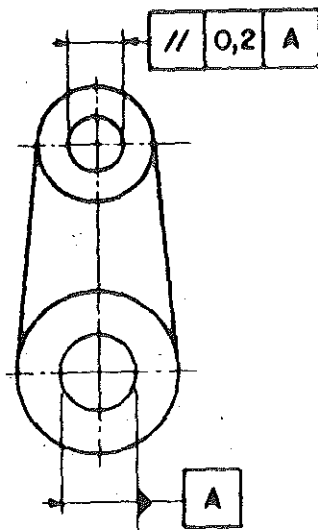


Figura 55

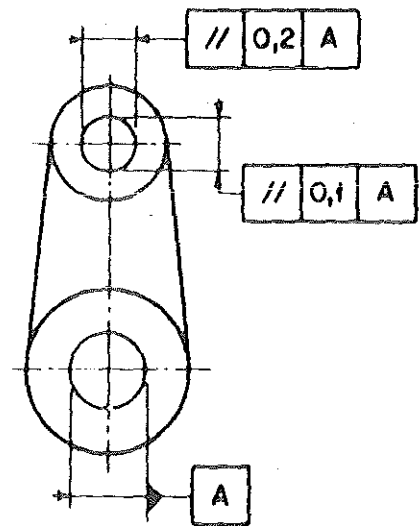


Figura 56

5.7.2 TOLERÂNCIA DE PARALELISMO DE UMA RETA EM RELAÇÃO A UM PLANO DE REFERÊNCIA

5.7.2.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos distantes de "t" e paralelos ao plano de referência. (Figura 57).

OBSERVAÇÃO : Na prática (quando se considerar a tolerância somente no plano de projeção do desenho no qual ela é indicada), este campo é na maioria das vezes referido ao espaço entre duas linhas retas paralelas (Figura 58).

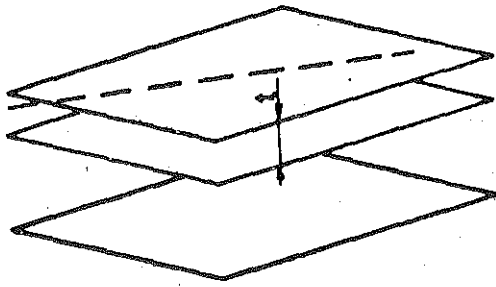


Figura 57

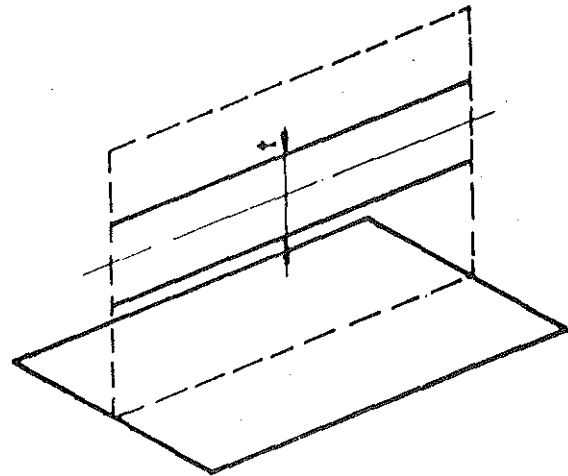


Figura 58

Exemplo : O eixo do furo deve estar compreendido entre dois planos distantes de 0,01 e paralelos ao plano de referência (Figuras 59 e 60).

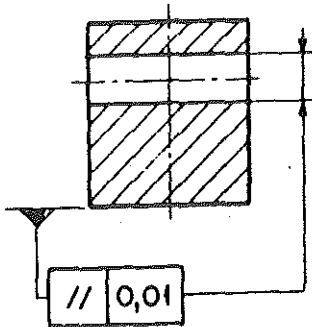


Figura 59

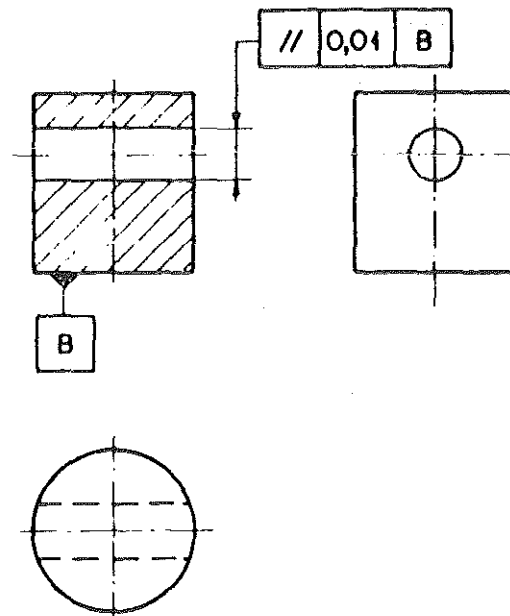
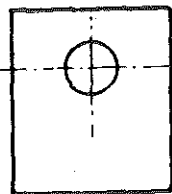


Figura 60

5.7.3 TOLERÂNCIA DE PARALELISMO DE UMA SUPERFÍCIE COM RELAÇÃO A UMA RETA DE REFERÊNCIA

5.7.3.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos distantes de "t" e paralelos à reta de referência (Figura 61).

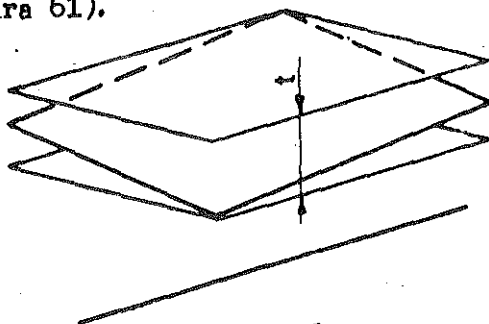


Figura 61

Exemplo : A superfície superior deve estar compreendida entre dois planos distantes de 0,1 e paralelos ao eixo do furo C - (Reta de referência) (Figuras 62 e 63).

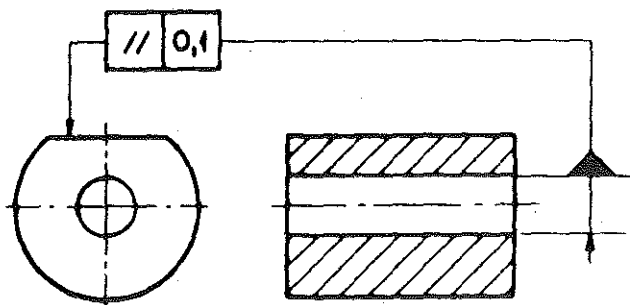


Figura 62

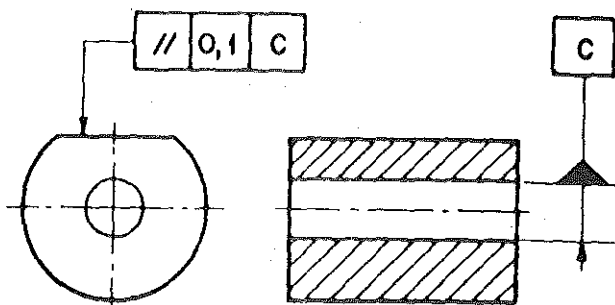


Figura 63

5.7.4 TOLERÂNCIA DE PARALELISMO DE UMA SUPERFÍCIE COM RELAÇÃO A UM PLANO DE REFERÊNCIA

5.7.4.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos, distantes de "t" e paralelos ao plano de referência. (Figura 64).

Exemplo : A superfície superior deve estar compreendida entre dois planos paralelos distantes 0,01 e paralelos à superfície inferior D (Plano de referência) (Figura 65).

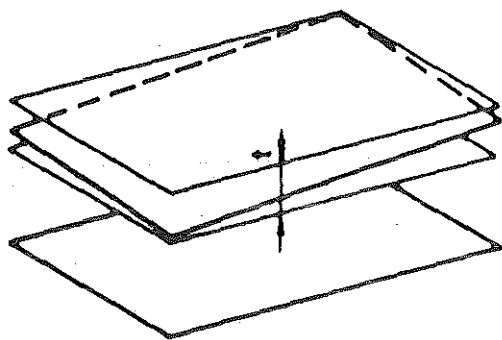


Figura 64

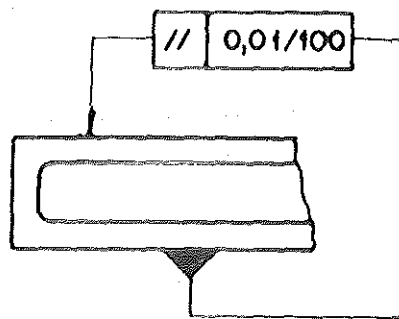


Figura 65

Exemplo : Sôbre um comprimento de 100, tomado em qual - quer posição, sôbre a superfície superior, todos os pontos dessa su - perfície devem estar compreendidos entre dois planos distantes de - 0,01 e paralelos à superfície inferior (Plano de referência) (Figura 66).

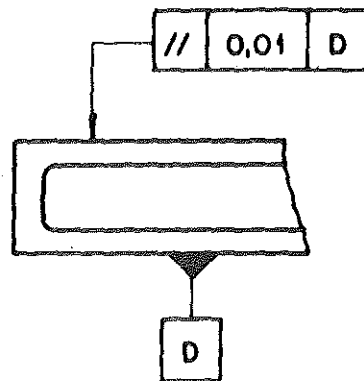


Figura 66

5.8 TOLERÂNCIA DE PERPENDICULARIDADE

5.8.1 TOLERÂNCIA DE PERPENDICULARIDADE DE UMA RETA EM RELAÇÃO À UMA RETA DE REFERÊNCIA

5.8.1.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos distantes de "t" e perpendiculares à reta de referência (Figura 67).

OBSEVAÇÃO : Este campo fica reduzido ao espaço entre duas retas paralelas, quando se considerar a tolerância em um só plano.

Exemplo : O eixo do furo oblíquo no plano do desenho deve estar compreendido entre duas retas paralelas distantes de 0,06 perpendiculares ao eixo do furo horizontal A (Reta de referência) (Figura 68).

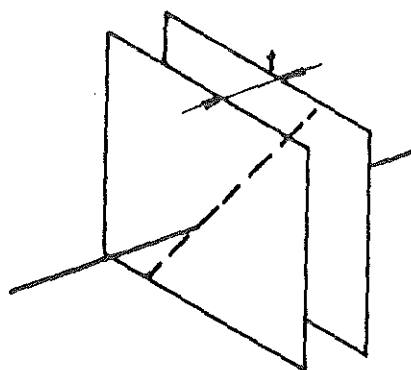


Figura 67

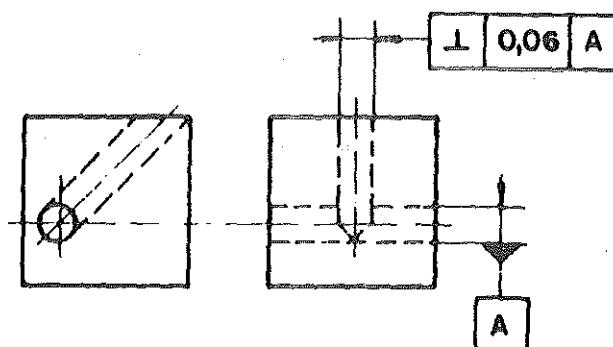


Figura 68

5.8.2 TOLERÂNCIA DE PERPENDICULARIDADE DE UMA LINHA EM RELAÇÃO A UM PLANO DE REFERÊNCIA

5.8.2.1 O campo de tolerância é limitado por um cilindro de diâmetro "t", perpendicular ao plano de referência, se o va

lor da tolerância fôr precedido do símbolo ϕ (Figura 69).

Exemplo : O eixo do cilindro cuja cota é ligada no quadro de tolerância, deve estar compreendido em um campo cilíndrico de 0,01 de diâmetro e perpendicular à superfície A (Plano de referência) (Figura 70).

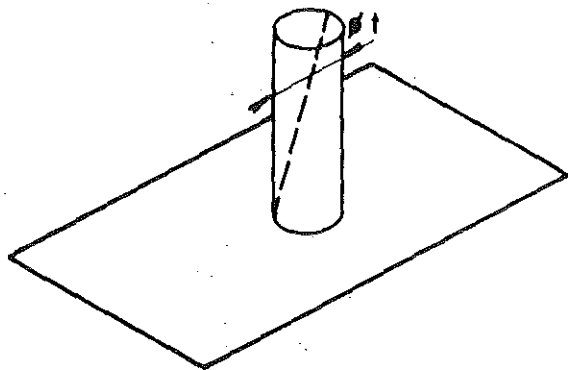


Figura 69

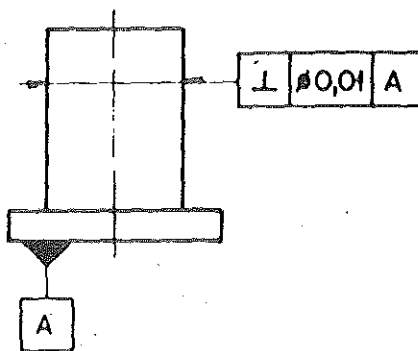


Figura 70

5.8.2.2 O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas distantes de "t" e perpendiculares ao plano de referência se a tolerância fôr indicada em um só plano (Figura 71).

Exemplo : O eixo do cilindro cuja cota é ligada ao quadro de tolerância deve estar compreendido entre duas retas paralelas distantes de 0,1 e perpendiculares ao plano de referência e situadas no plano indicado no desenho (Figura 72).

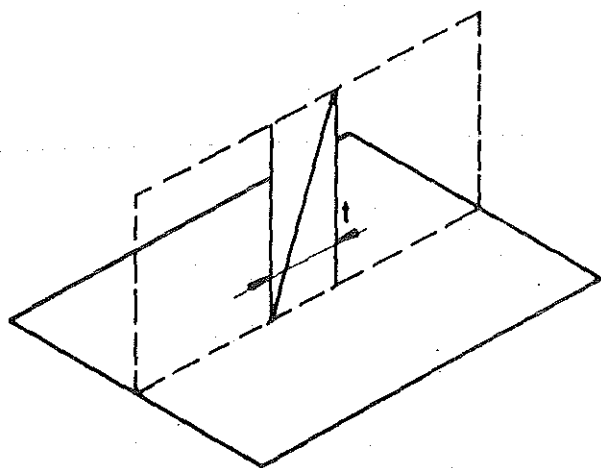


Figura 71

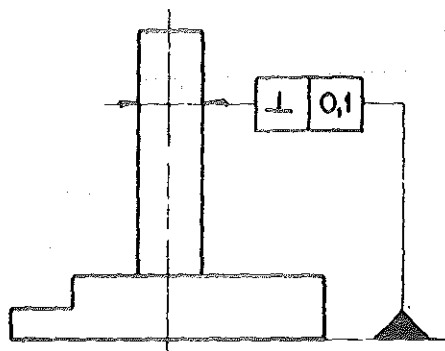


Figura 72

5.8.2.3 O campo de tolerância é limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ " e perpendicular ao plano de referência se a tolerância fôr indicada em dois planos perpendiculares entre si (Figura 73).

Exemplo : O eixo do cilindro deve estar compreendido em

um campo paralelepipedico de $0,1 \times 0,2$, perpendicular ao plano de referênciã (Figura 74).

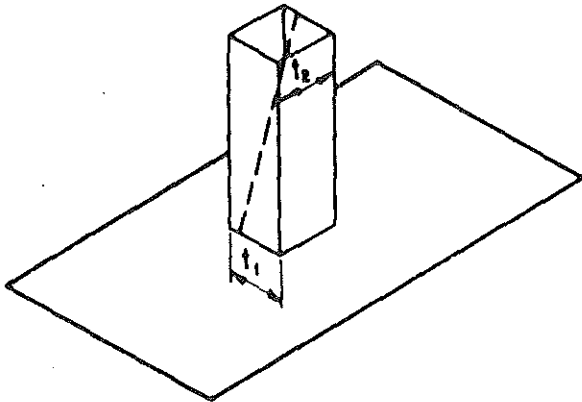


Figura 73

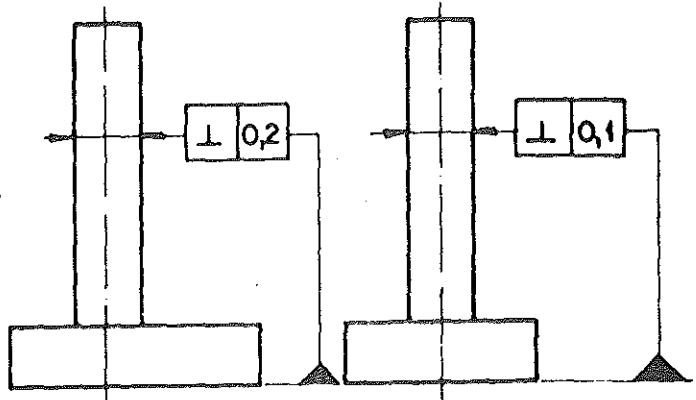


Figura 74

5.8.3 TOLERÂNCIA DE PERPENDICULARIDADE DE UMA SUPERFÍCIE EM - RELAÇÃO À UMA RETA DE REFERÊNCIA

5.8.3.1 O campo de tolerância é limitado por dois pla - nos paralelos distantes de "t" e perpendiculares à reta de referên - cia (Figura 75).

Exemplo : A face à direita da peça deve estar compreen - dida entre dois planos paralelos distantes de 0,08 e perpendicular ao eixo A (Reta de referênciã) (Figura 76).

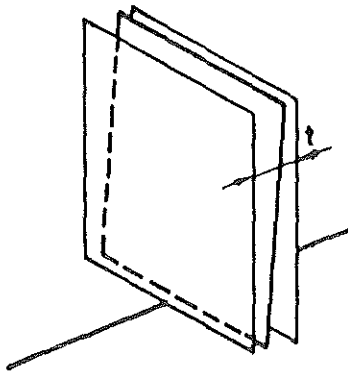


Figura 75

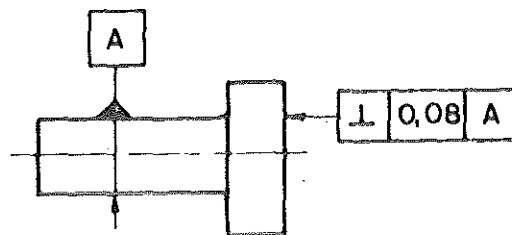
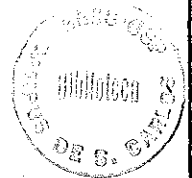


Figura 76



5.8.4 TOLERÂNCIA DE PERPENDICULARIDADE DE UMA SUPERFÍCIE EM - RELAÇÃO À UM PLANO DE REFERÊNCIA

5.8.4.1 O campo de tolerância é limitado por dois pla - nos paralelos, distantes de "t" e perpendiculares ao plano de refe - rência (Figura 77).

Exemplo : A superfície vertical deve estar compreendida entre dois planos paralelos distantes de 0,08 e perpendiculares á

superfície horizontal A (Plano de referência) (Figura 78).

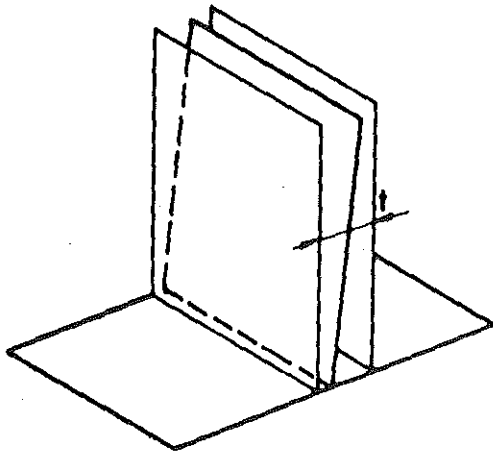


Figura 77

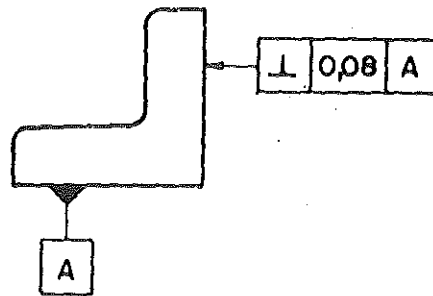


Figura 78

5.9 TOLERÂNCIA DE INCLINAÇÃO

5.9.1 TOLERÂNCIA DE INCLINAÇÃO DE UMA LINHA EM RELAÇÃO A UMA RETA DE REFERÊNCIA

5.9.1.1 O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas distantes de "t" e inclinadas segundo o ângulo especificado, em relação à reta de referência (Figura 79).

Exemplo : O eixo do furo deve estar compreendido entre duas retas paralelas distantes de 0,08 e inclinadas de 60° com relação ao eixo horizontal (Reta de referência) (Figura 80).

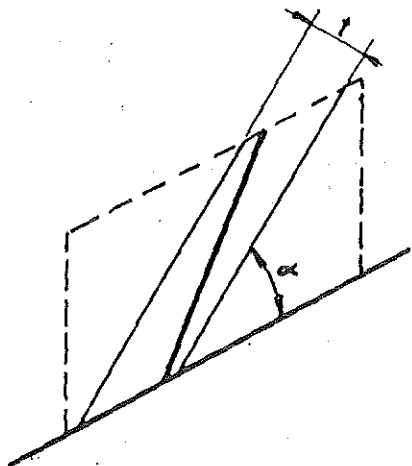


Figura 79

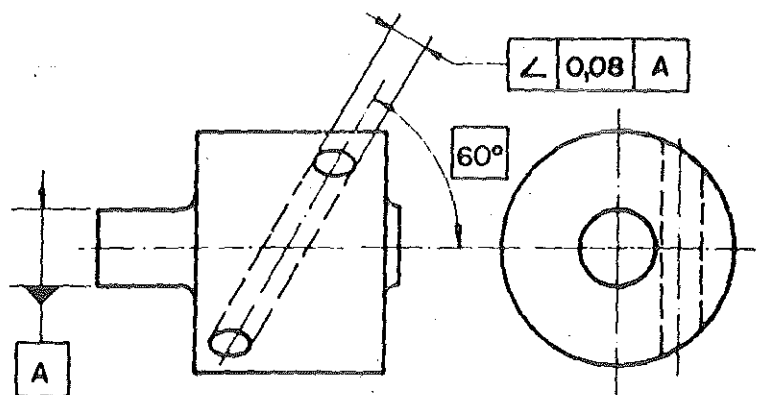


Figura 80

5.9.1.2 Se a linha considerada e a reta de referência não pertencerem ao mesmo plano, o campo de tolerância se aplicará à projeção da linha considerada sobre um plano que contém a reta de referência e que é paralelo à linha considerada (Figura 81).

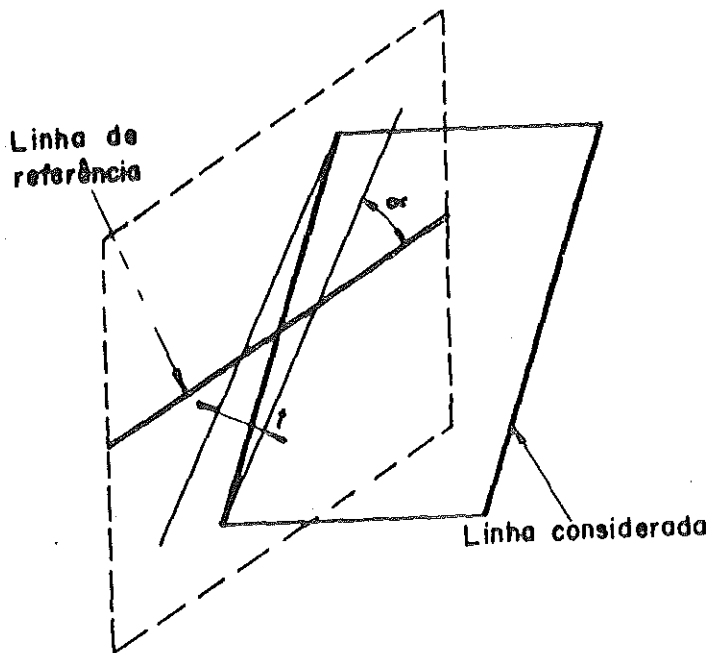


Figura 81

5.9.2 TOLERÂNCIA DE INCLINAÇÃO DE UMA LINHA EM RELAÇÃO A UM PLANO DE REFERÊNCIA

5.9.2.1 O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas distantes de "t" e inclinadas de um ângulo específico em relação ao plano de referência (Figura 82).

Exemplo : O eixo do furo deve ficar entre duas linhas- paralelas distantes de 0,08 e inclinadas de 80° em relação ao plano A (Plano de referência) (Figura 83).

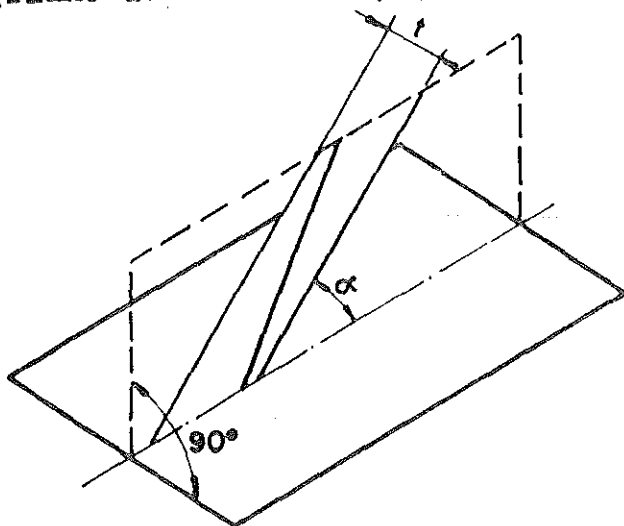


Figura 82

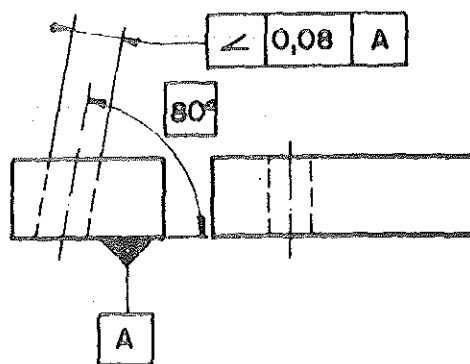


Figura 83

OBSERVAÇÃO : Se o mesmo valor fôr dado para conceder - tolerância a inclinação de uma reta em mais de um plano ou mais de uma direção o campo de tolerância pode ser especificado em forma de cilindro acrescentando-se o sinal ϕ (Figuras 80 e 83).

5.9.3 TOLERÂNCIA DE INCLINAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE EM RELAÇÃO A UMA RETA DE REFERÊNCIA

5.9.3.1 O campo de tolerância é limitado por dois campos paralelos distantes de "t" e inclinado de um ângulo especificado, em relação a reta de referência (Figura 84).

Exemplo : A superfície inclinada deve ficar compreendida entre dois planos paralelos distantes de 0,1 e inclinados de 75° em relação ao eixo horizontal A (Reta de referência) (Figura 85) .

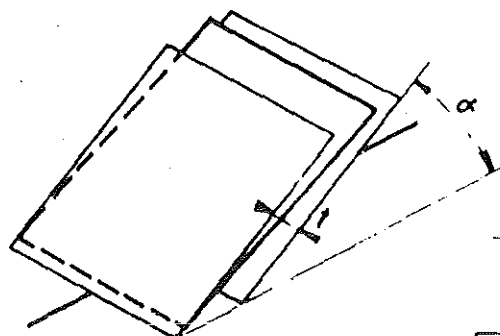


Figura 84

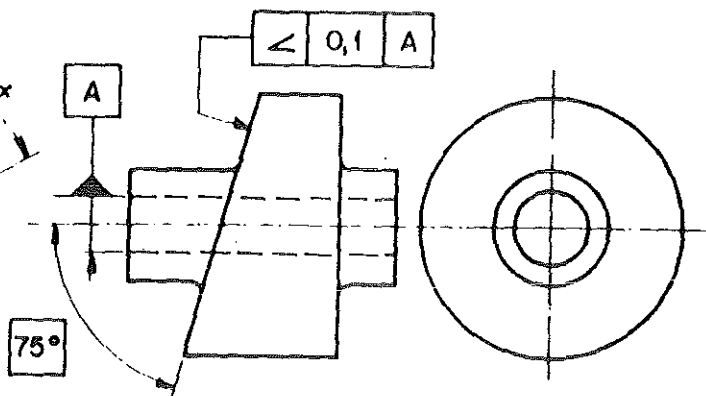


Figura 85

5.9.4 TOLERÂNCIA DE INCLINAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE EM RELAÇÃO A UM PLANO DE REFERÊNCIA

5.9.4.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos distantes de "t" e inclinados de um ângulo especificado em relação a um plano de referência (Figura 86).

Exemplo : A superfície inclinada deve ficar compreendida entre dois planos distantes de 0,08 e inclinados de 40° em relação ao plano A (Plano de referência) (Figura 87).

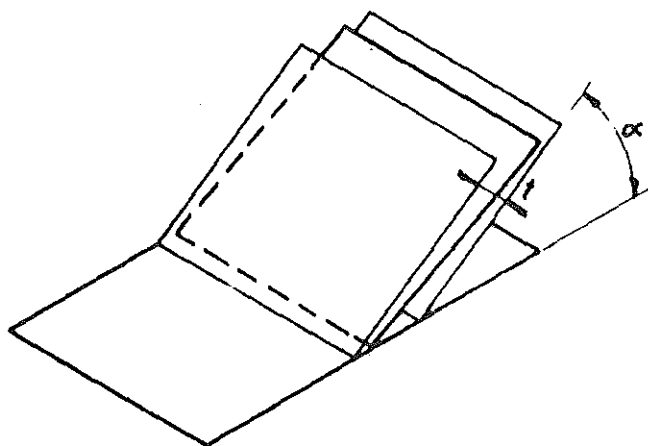


Figura 86

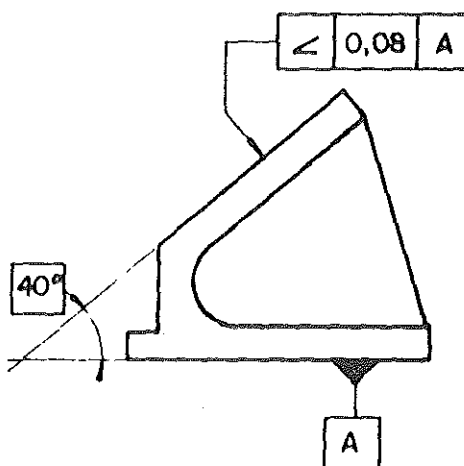


Figura 87

5.10 TOLERÂNCIA DE LOCALIZAÇÃO

5.10.1 O campo de tolerância é limitado por uma esfera ou um círculo de diâmetro "t" cujo centro coincide com a posição teórica do ponto considerado (Figuras 88 e 89).

Exemplo : O ponto de interseção deve estar contido em um círculo com 0,3 de diâmetro cujo centro coincide com a posição teórica do ponto considerado (Figura 90).

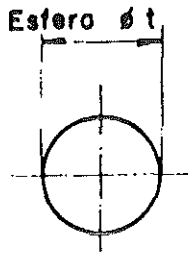


Figura 88

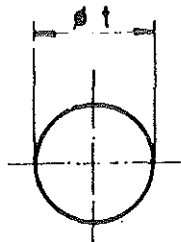


Figura 89

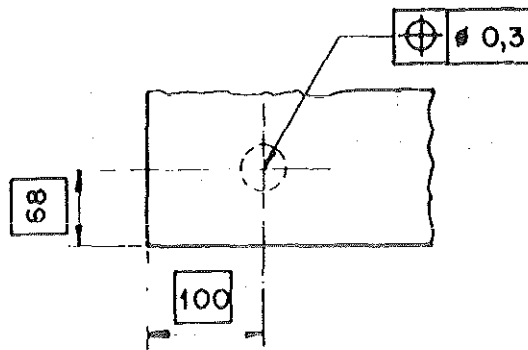


Figura 90

5.10.2 TOLERÂNCIA DE LOCALIZAÇÃO DE UMA LINHA EM UM SÓ PLANO

5.10.2.1 O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas distantes de "t" e dispostas simetricamente em relação a posição teórica da linha considerada se a tolerância fôr prescrita para um só plano (Figura 91).

Exemplo : Cada linha deve estar compreendida entre duas retas paralelas distantes de 0,03 e dispostas simetricamente em relação à posição teórica da linha considerada (Figura 92).

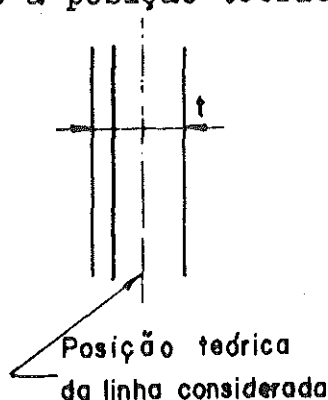


Figura 91

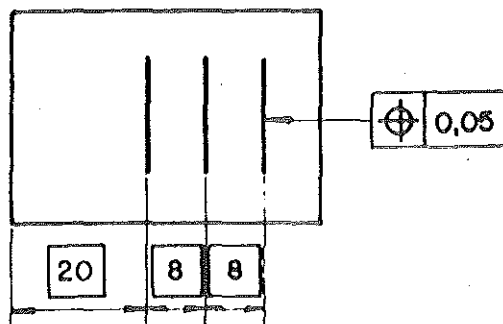


Figura 92

5.10.3 TOLERÂNCIA DE LOCALIZAÇÃO DE UMA LINHA EM DOIS PLANOS

5.10.3.1 O campo de tolerância é limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ " cujo eixo está na posição teórica da linha considerada se a tolerância fôr prescrita em dois planos perpendiculares entre si (Figura 93).

Exemplo : Cada um dos eixos dos oito furos deve estar contido em um campo paralelepipedico, medindo 0,05 no plano horizontal e 0,2 no plano vertical e cujo eixo se encontra na posição teórica do furo considerado (Figura 94).

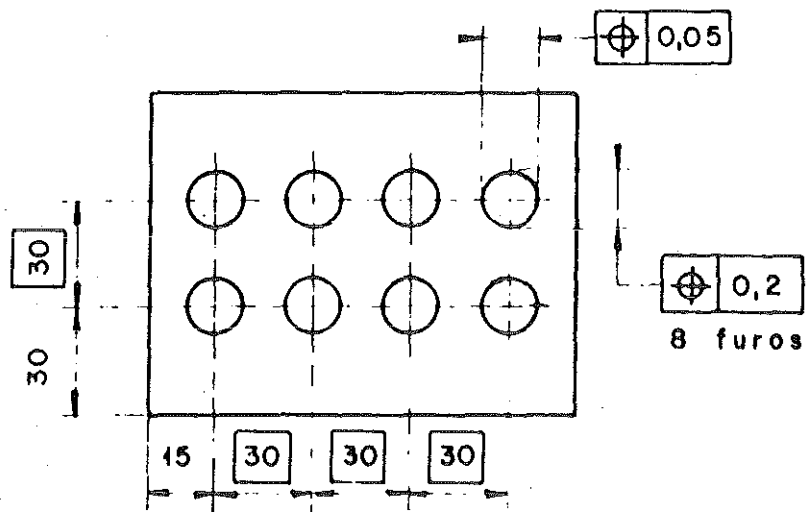
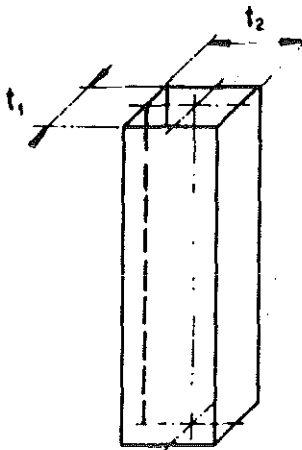


Figura 93

Figura 94

5.10.4 TOLERÂNCIA DE LOCALIZAÇÃO DE UMA LINHA EM VÁRIAS DIRE

ÇÕES

5.10.4.1 O campo de tolerância é limitado por um cilindro de diâmetro " t " cujo eixo está na posição teórica da linha considerada se o valor da tolerância fôr precedido do sinal ϕ (Figura 95).

Exemplo : O eixo do furo deve ficar contido em um campo cilíndrico de 0,08 de diâmetro cujo eixo se encontra na posição teórica da linha considerada (Figura 96).

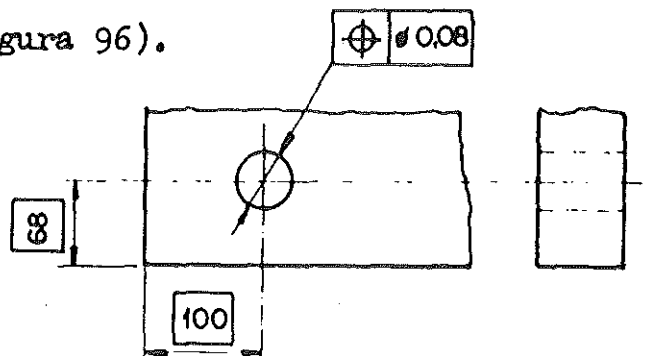
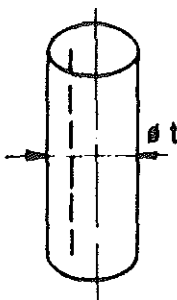


Figura 95

Figura 96

Exemplo : Cada um dos eixos dos oito furos deve estar contido em um campo cilíndrico com 0,1 de diâmetro cujo disco está na posição teórica especificada (não há acúmulos de erro e a variação permitida para os entre eixos e para as diagonais é a mesma para cada par de furos) (Figura 97).

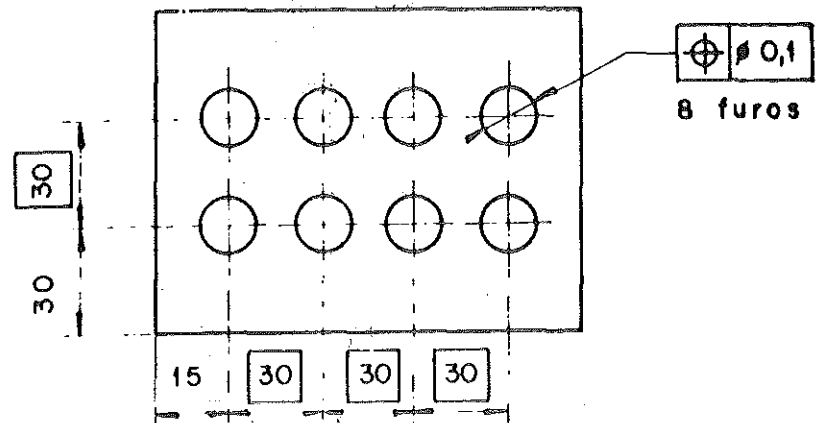


Figura 97

5.10.5. TOLERÂNCIA DE LOCALIZAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE PLANA OU DE UM PLANO MEDIANO

5.10.5.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos distantes de "t" e dispostos simetricamente em relação à posição teórica da superfície considerada (Figura 98).

Exemplo : A superfície inclinada deve estar contida entre dois planos paralelos distantes de 0,05 e disposta simetricamente à posição teórica especificada do plano considerado, em relação ao plano de referência A e ao eixo do cilindro de referência B (Figura 99).

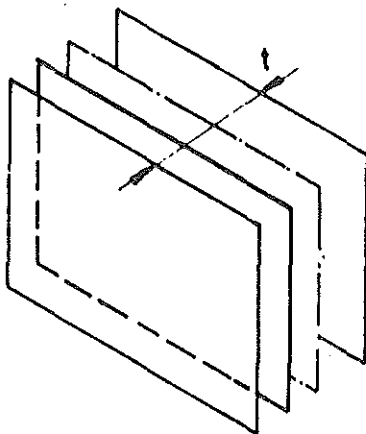


Figura 98

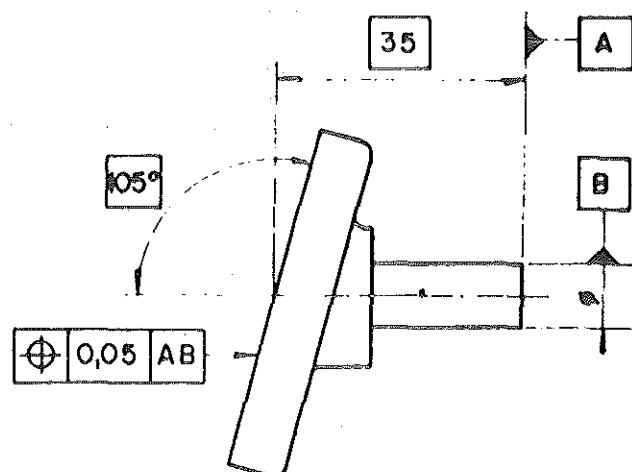


Figura 99

5.11 TOLERÂNCIA DE CONCENTRICIDADE, COAXIALIDADE E SIMETRIA

5.11.1 TOLERÂNCIA DE CONCENTRICIDADE DE UM PONTO

5.11.1.1 O campo de tolerância é limitado por um círculo de diâmetro "t" cujo centro coincide com o ponto de referência (Figura 100).

Exemplo : O centro do círculo é ligado ao quadro de tolerância e deve estar contido em um círculo de 0,01 de diâmetro, concêntrico no centro do círculo A (Centro de referência) (Figura 101).

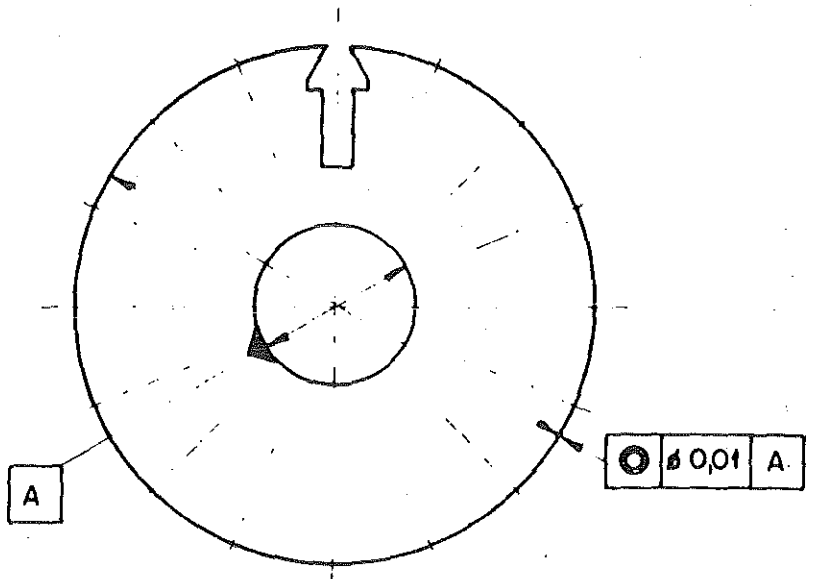
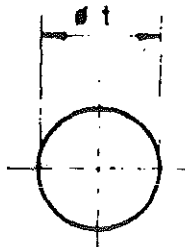


Figura 100

Figura 101

5.11.2 TOLERÂNCIA DE COAXIALIDADE DE UMA RETA OU DE UM EIXO

5.11.2.1 O campo de tolerância é limitado por um cilindro de diâmetro "t" cujo eixo coincide com o eixo de referência se o calor da tolerância fôr precedido do símbolo ϕ (Figura 102).

Exemplo : O eixo do cilindro cuja cota é ligada ao quadro de tolerância deve estar contido em um campo cilíndrico de 0,08 de diâmetro, coaxial ao eixo de referência AB (Figura 103).

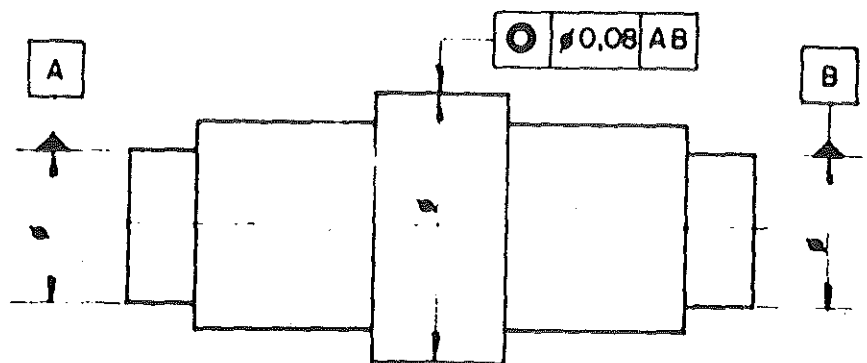
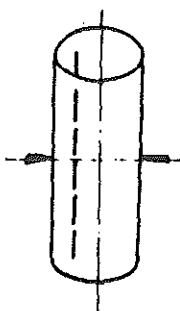


Figura 102

Figura 103

5.11.3 TOLERÂNCIA DE SIMETRIA DE UMA RETA OU DE UM EIXO

5.11.3.1 O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas ou por dois planos paralelos, distantes de "t" e dispostos simetricamente em relação ao eixo (ou ao plano) de referência se a tolerância fôr prescrita para um só plano (Figura 104).

Exemplo : O eixo do furo deve estar compreendido entre dois planos paralelos, distantes de 0,08 e dispostos simetricamente em relação ao plano de simetria, comum as ranhuras de referência A e B (Figura 105).

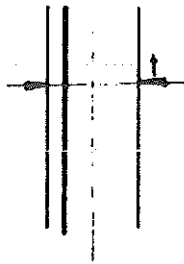


Figura 104

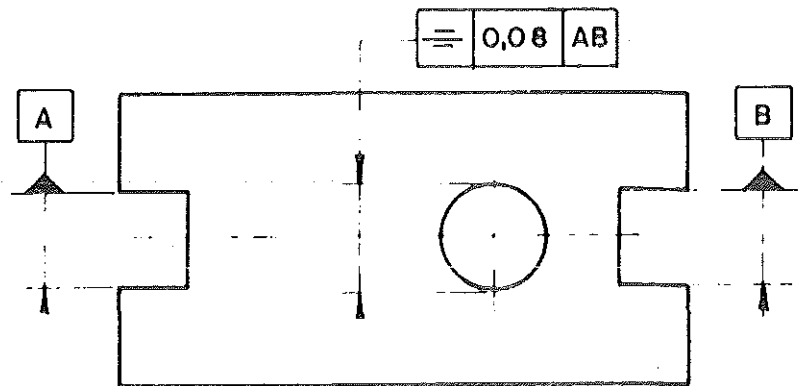


Figura 105

5.11.4 TOLERÂNCIA DE SIMETRIA DE UMA RETA OU DE UM EIXO EM DOIS PLANOS

5.11.4.1 O campo de tolerância é limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ " cujo eixo coincide com o eixo de referência se a tolerância fôr prescrita em dois planos perpendiculares-entre si (Figura 106).

Exemplo : O eixo do furo deve estar compreendido em um campo paralelepipedico medindo 0,1 na direção horizontal e 0,05 na direção vertical, cujo eixo coincide com os eixos de referência - AB e CD (Figura 107).

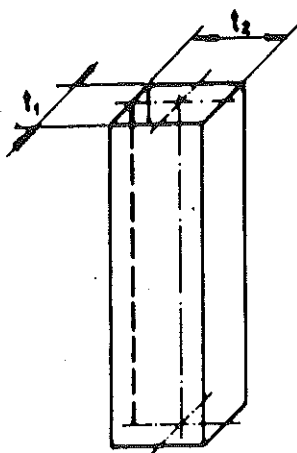


Figura 106

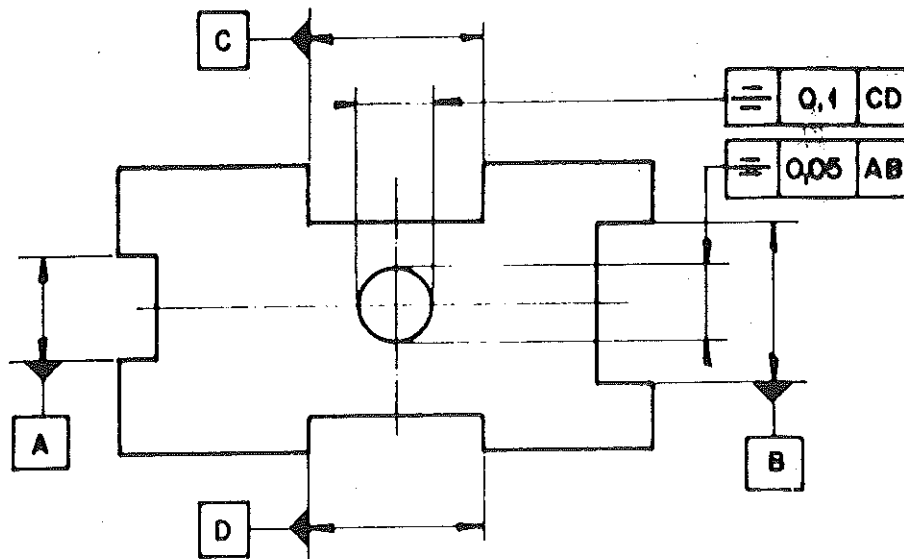


Figura 107

5.11.5 TOLERÂNCIA DE SIMETRIA DE UM PLANO MÉDIO

5.11.5.1 O campo de tolerância é limitado por dois planos paralelos, distantes de "t" e dispostos simetricamente em relação ao eixo ou ao plano médio de referência (Figura 108).

Exemplo : O plano médio do rasgo deve estar compreendido entre dois planos paralelos, distantes de 0,08 e dispostos simetricamente em relação ao plano médio do elemento de referência A (Figura 109).

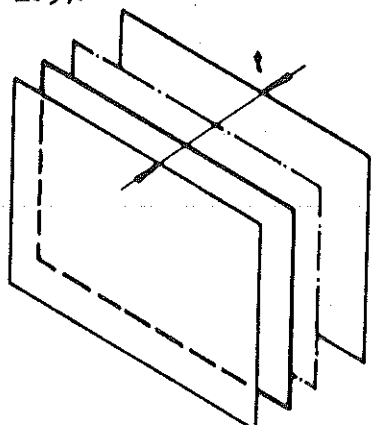


Figura 108

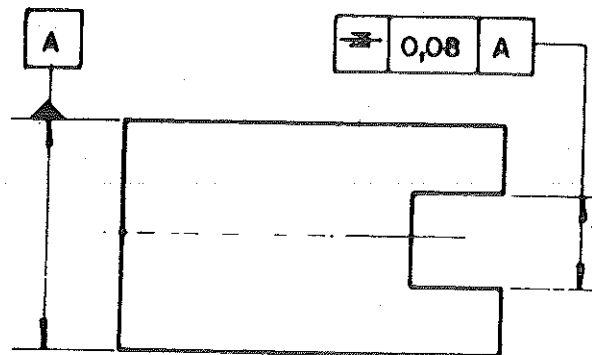


Figura 109

5.12 TOLERÂNCIA DE BATIMENTO

OBSERVAÇÃO : A tolerância de batimento representa a variação máxima admissível "t" da posição do elemento considerado, em relação a um ponto fixo, no decorrer de uma revolução completa em torno do eixo de referência (sem deslocamento axial relativo da peça e do instrumento de medição). A tolerância de batimento se aplica separadamente para cada posição de medição. Salvo especificação em contrário, esta

variação é medida na direção indicada pela reta sobre o elemento afetado pela tolerância.

As tolerâncias de batimento podem limitar os defeitos de circularidade, de coaxialidade, de perpendicularidade ou de planesa de que a soma desses defeitos não exceda o valor da tolerância de batimento especificada. Consequentemente a tolerância de batimento não especifica nem a retilineidade e o ângulo da geratriz do eixo de referência nem a planesa de uma superfície (Figuras 110, 112 e 114).

5.12.1 O campo de tolerância é limitado em cada plano perpendicular ao eixo, por dois círculos concêntricos e distantes de "t". (Figura 110).

Exemplo : O batimento radial não deve ultrapassar de 0,1 em cada plano de medida, durante uma rotação completa em torno do eixo comum das superfícies A e B. (Figura 111).

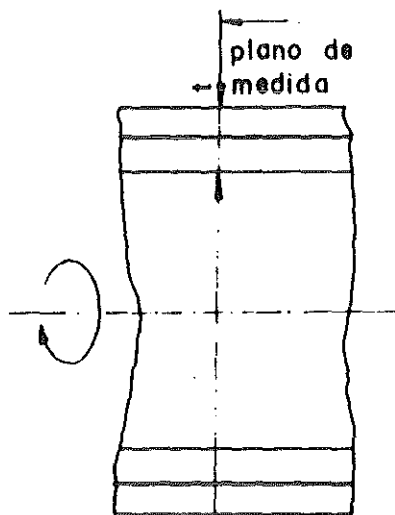


Figura 110

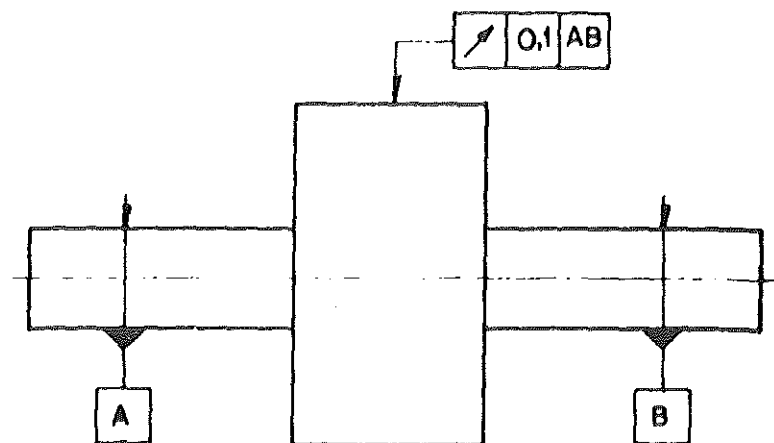


Figura 111

5.12.2 O campo de tolerância é limitado em cada, pelas geratrizes de dois cônes co-axiais, interceptados por um cône teórico cujas geratrizes são perpendiculares às do elemento afetado por tolerância e que dão origem a dois círculos co-axiais, distantes de "t", no cône teórico considerado. (Figura 112).

Exemplo : O batimento na direção da flecha sobre o cône de medição, não deve ultrapassar de 0,1 durante uma rotação completa em torno do eixo da superfície C. (Figura 113).

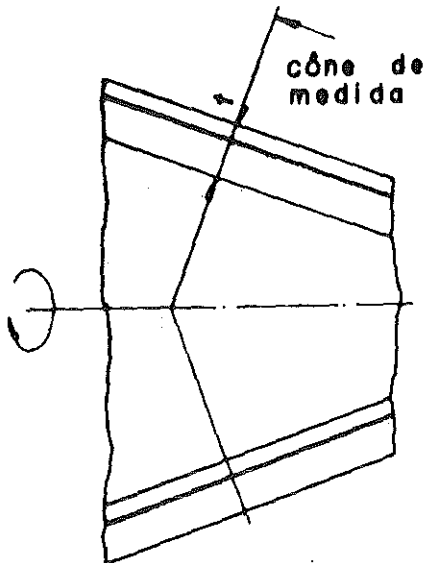


Figura 112

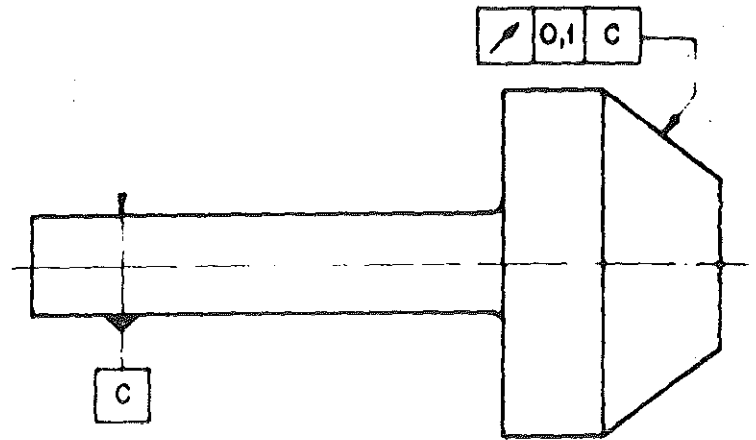


Figura 113

5.12.3 O campo de tolerância é limitado, em cada ponto de medição, por duas circunferências distantes de "t", sobre o cilindro de medição. (Figura 114).

Exemplo : O batimento não deve ultrapassar de 0,1 sobre cada cilindro de medição, durante uma rotação completa, em torno do eixo da superfície D. (Figura 115).

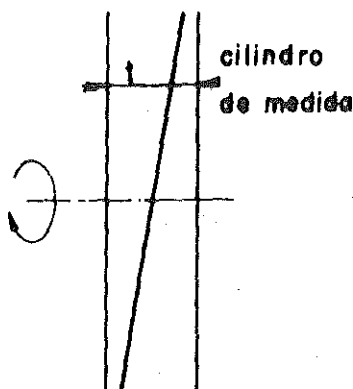


Figura 114

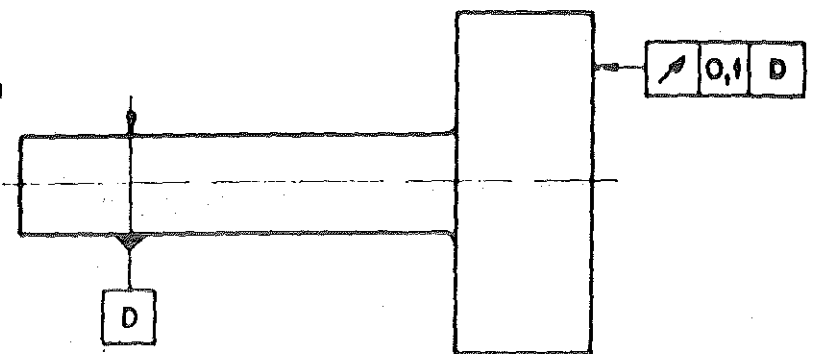


Figura 115

Exemplo : Durante uma rotação completa do conjunto, a periferia do ajustamento de centragem do semi-acoplamento, não deve apresentar um batimento radial maior do que 0,1 e a face de apoio do semi-acoplamento, não deve apresentar um batimento axial maior do que 0,2 em relação ao eixo definido pelos mancais E e F. (Figura 116).

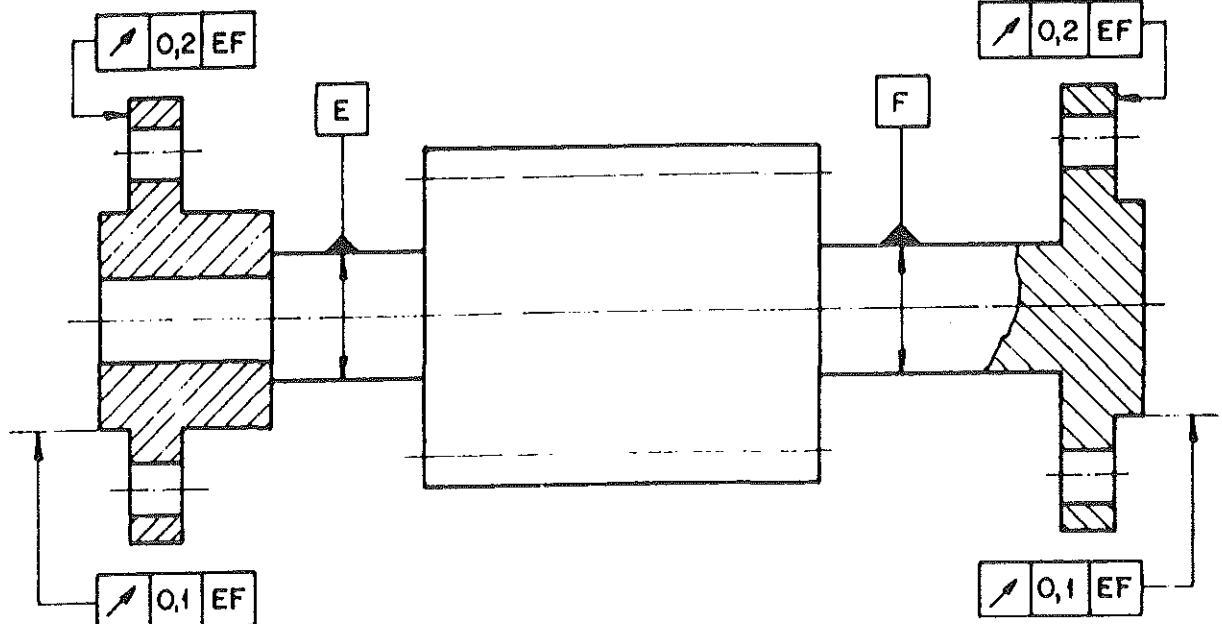


Figura 116

6. QUADRO SINÓTICO

6.1 FORMA DE UMA LINHA

6.1.1 Campo limitado pela superfície envolvente de esferas de diâmetro "t" cujos centros estão situados sôbre uma linha que tem a forma geométrica correta. (Figura 117).

Retilidade

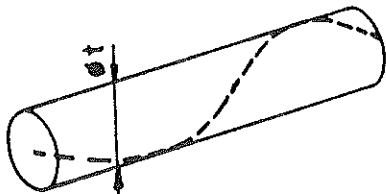


Figura 117

6.1.2 Campo limitado pelas linhas envolventes de círculos de diâmetros "t" cujos centros estão situados sôbre uma linha que tem a forma geométrica correta se a tolerância fôr indicada em um só plano. (Figuras 118, 119 e 120).

Retilidade

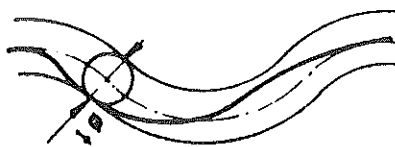


Figura 118

Circularidade

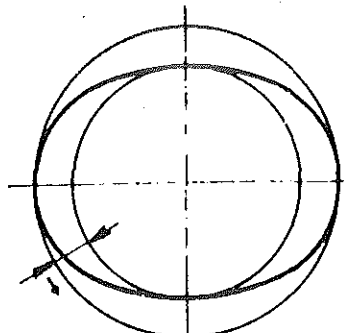


Figura 119

Perfil qualquer

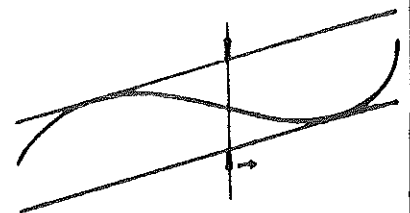


Figura 120

6.1.3 Campo limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ " se a tolerância fôr indicada em dois planos perpendiculares entre si. (Figura 127).

Retilidade

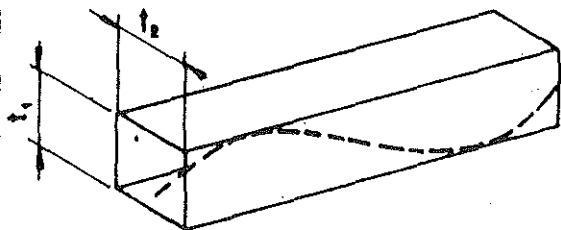


Figura 121

6.2 FORMA DE UMA SUPERFÍCIE

6.2.1 Campo limitado por duas superfícies envolventes de esferas de diâmetro " t " cujos centros estão situados sôbre uma superfície que tem a forma geométrica correta. (Figuras 122, 123 e 124)

Planesa

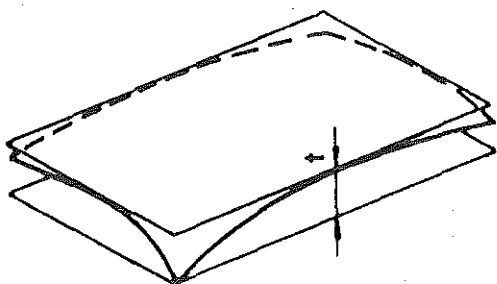


Figura 122

Cilindricidade

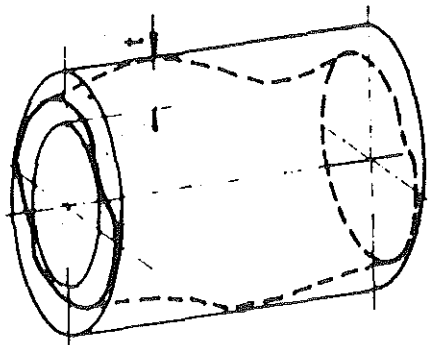


Figura 123

Perfil qualquer

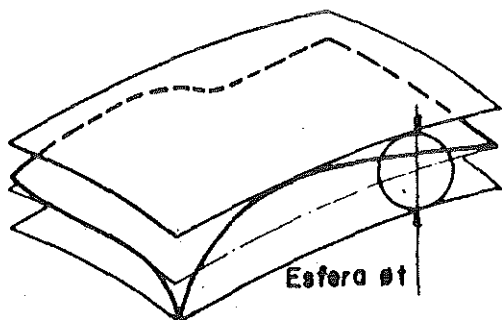


Figura 124

6.3 ORIENTAÇÃO PARA ELEMENTOS ASSOCIADOS

6.3.1 Orientação de uma linha em relação a uma reta ou a um plano de referência

6.3.1.1 Campo limitado por um cilindro de diâmetro "t" paralelo à reta de referência ou perpendicular ao plano de referência. (Figuras 125 e 126).

Paralelismo

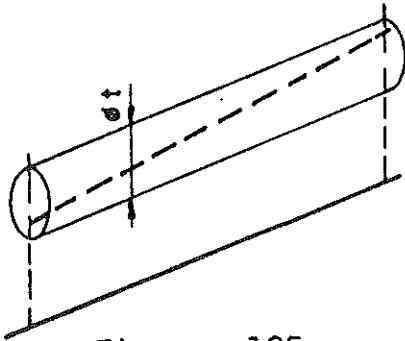


Figura 125

Perpendicularidade

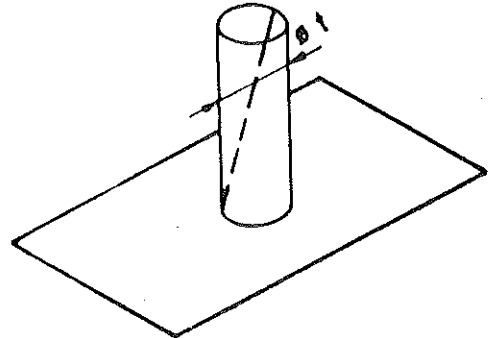


Figura 126

6.3.1.2 Campo limitado por duas retas distantes de "t" paralela à reta de referência, perpendiculares ao plano de referência ou inclinadas do ângulo especificado em relação à reta ou plano de referência. (Figuras 127, 128 e 129).

Paralelismo

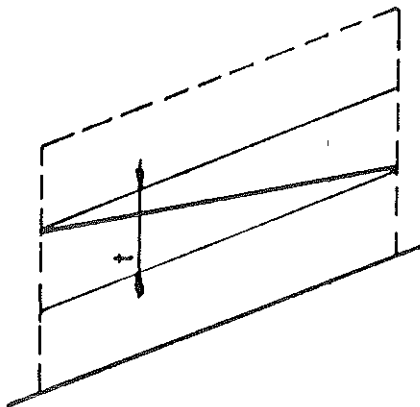


Figura 127

Perpendicularidade

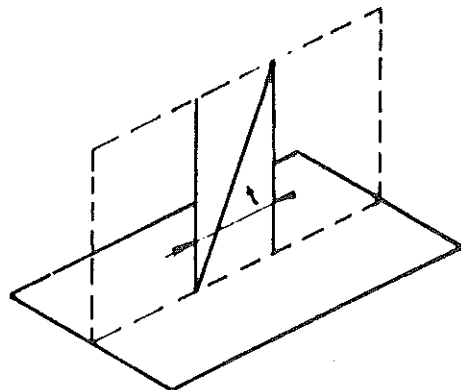


Figura 128

Inclinação

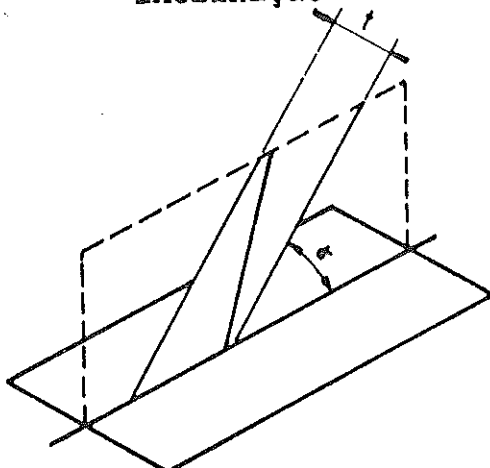


Figura 129

6.3.1.3 Campo limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ ", paralelo à reta de referência ou perpendicular ao plano de referência (Figuras 130 e 131).

Paralelismo

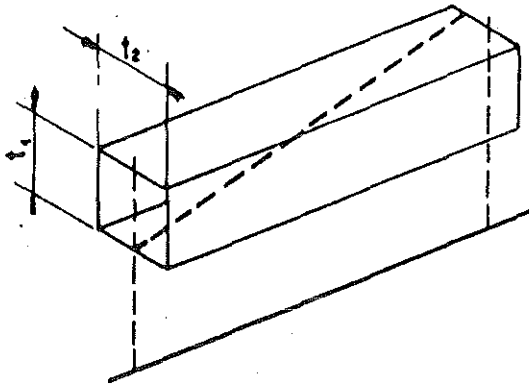


Figura 130

Perpendicularidade

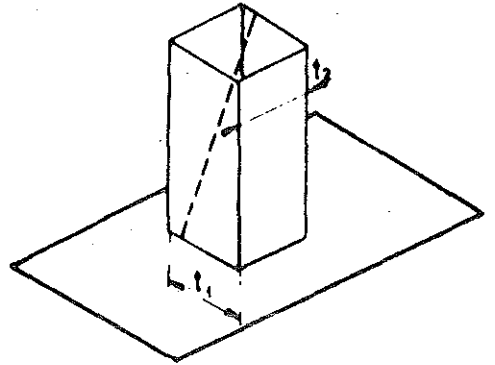


Figura 131

6.3.1.4 Campo limitado por dois planos distantes de " t " e paralelos ao plano de referência ou perpendiculares à reta de referência. (Figuras 132 e 133).

Paralelismo

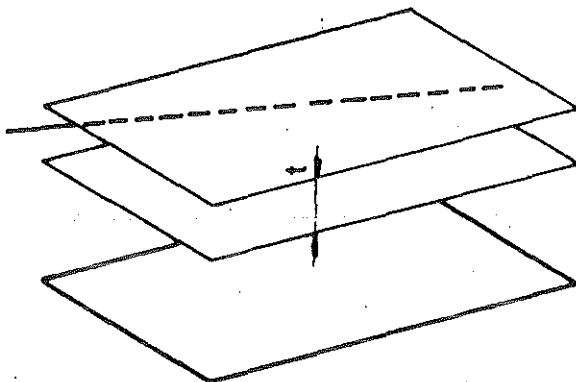


Figura 132

Perpendicularidade

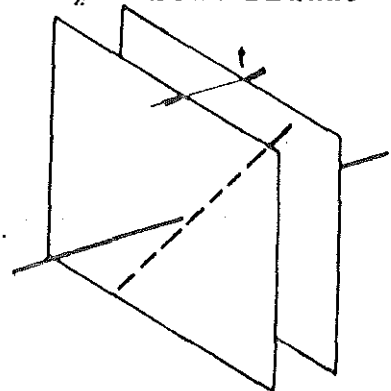


Figura 133

6.3.2 ORIENTAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE EM RELAÇÃO A UMA RETA OU A UM PLANO DE REFERÊNCIA

6.3.2.1 Campo limitado por dois planos distantes de " t " e paralelos, perpendiculares, ou inclinados do ângulo especificado, em relação à reta ou plano de referência. (Figuras 134, 135 e 136).

Paralelismo

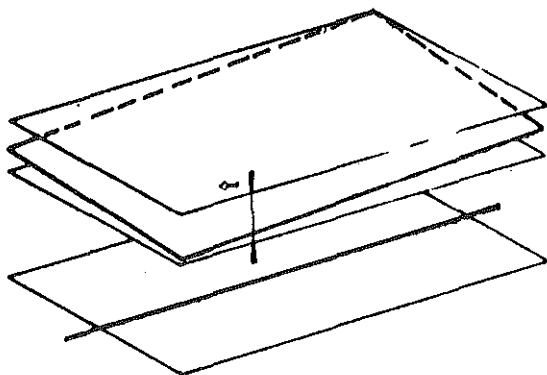


Figura 134

Perpendicularidade

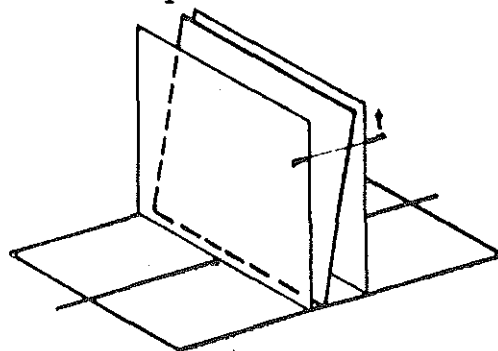


Figura 135

Inclinação

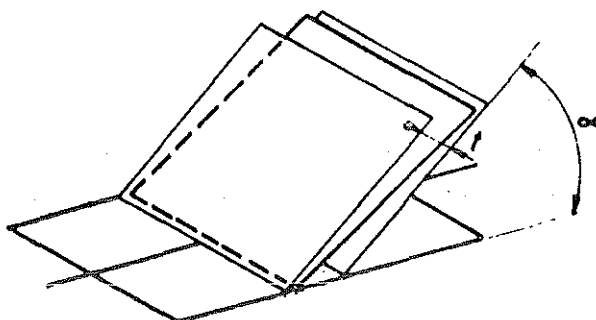


Figura 136

6.4 POSIÇÃO DOS ELEMENTOS ASSOCIADOS

6.4.1 POSIÇÃO DE UM PONTO

6.4.1.1 Campo limitado por uma esfera de diâmetro "t" cujo centro está na posição teórica do ponto considerado. (Figura 137).

Localização

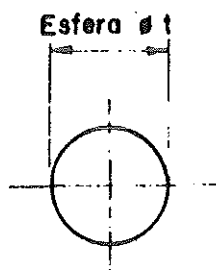


Figura 137

6.4.1.2 Campo limitado por um círculo de diâmetro "t" cujo centro está na posição teórica do ponto considerado.

Localização

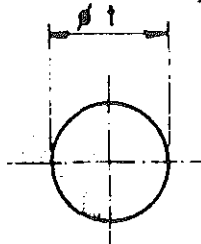


Figura 138

Coaxialidade

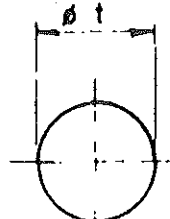


Figura 139

6.4.2 POSIÇÃO DE UMA LINHA

6.4.2.1 Campo limitado por um cilindro de diâmetro "t" cujo eixo está na posição teórica da linha considerada.

(Figuras 140 e 141).

Localização

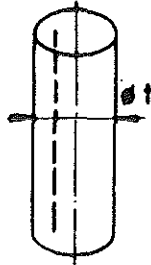


Figura 140

Coaxialidade

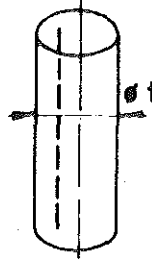


Figura 141

6.4.2.2. Campo limitado por duas retas paralelas, distantes de "t" e dispostas simetricamente em relação a posição teórica da linha considerada se a tolerância fôr indicada em um só plano. (Figuras 142 e 143).

Localização

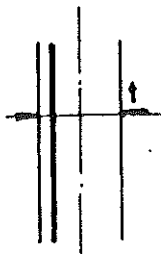


Figura 142

Simetria

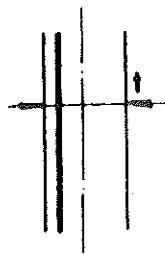


Figura 143

6.4.2.3 Campo limitado por um paralelepípedo de seção " $t_1 \times t_2$ " disposto simetricamente em relação à posição teórica da linha considerada, se a tolerância fôr indicada para dois planos perpendiculares entre si. (Figuras 144 e 145).

Localização

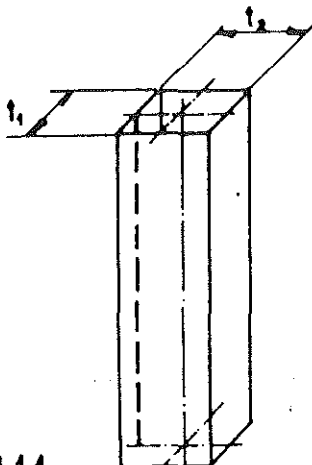


Figura 144

Simetria

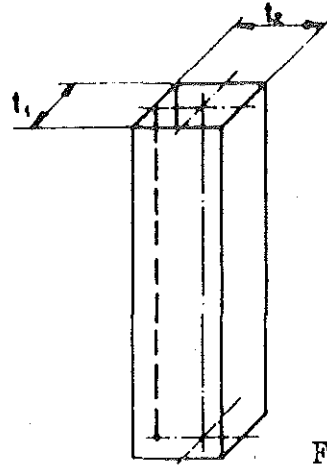


Figura 145

6.4.3 POSIÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE

6.4.3.1 Campo limitado por dois planos paralelos, distantes de "t", dispostos simetricamente em relação à posição teórica da superfície considerada, (Figuras 146 e 147).

Localização

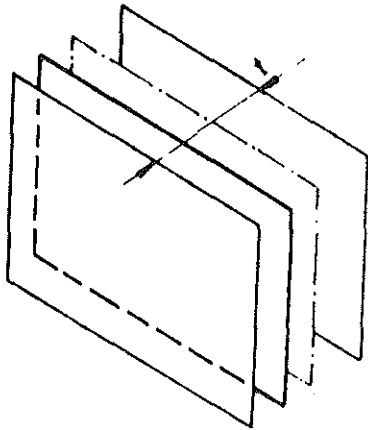


Figura 146

Simetria

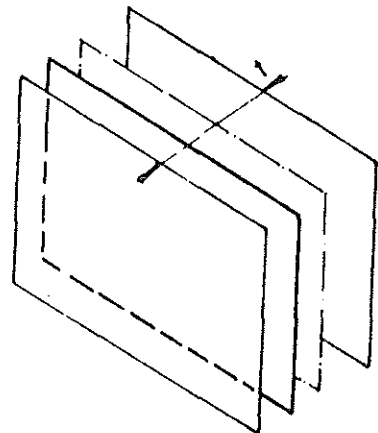


Figura 147

5 BATIMENTO

6.5.1 Variação máxima admissível "t" da posição do elemento considerado, em relação a um ponto fixo no decorrer de uma revolução completa, em torno do eixo de referência. (Figuras 148, 149 e 150)

Radial

Na direção da flecha

Axial

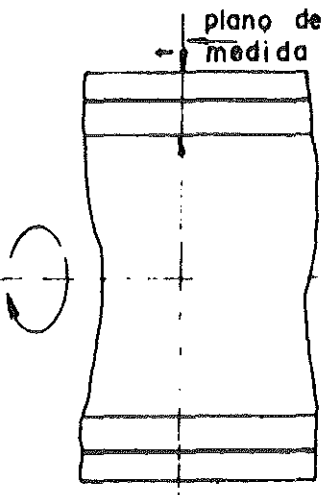


Figura 148

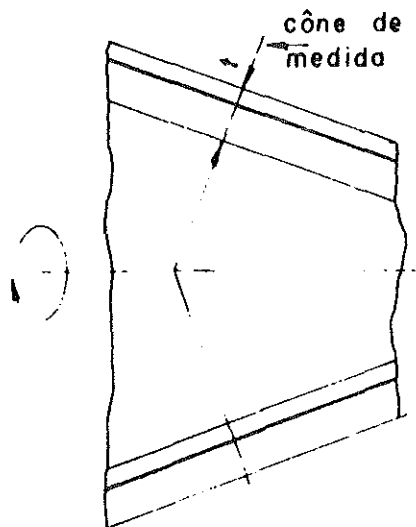


Figura 149

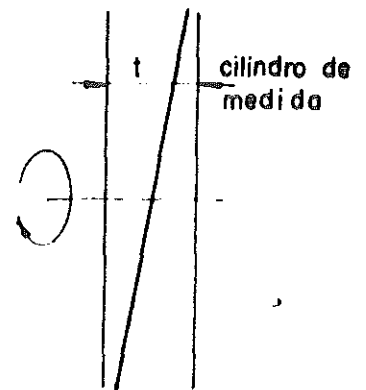


Figura 150

7.3 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

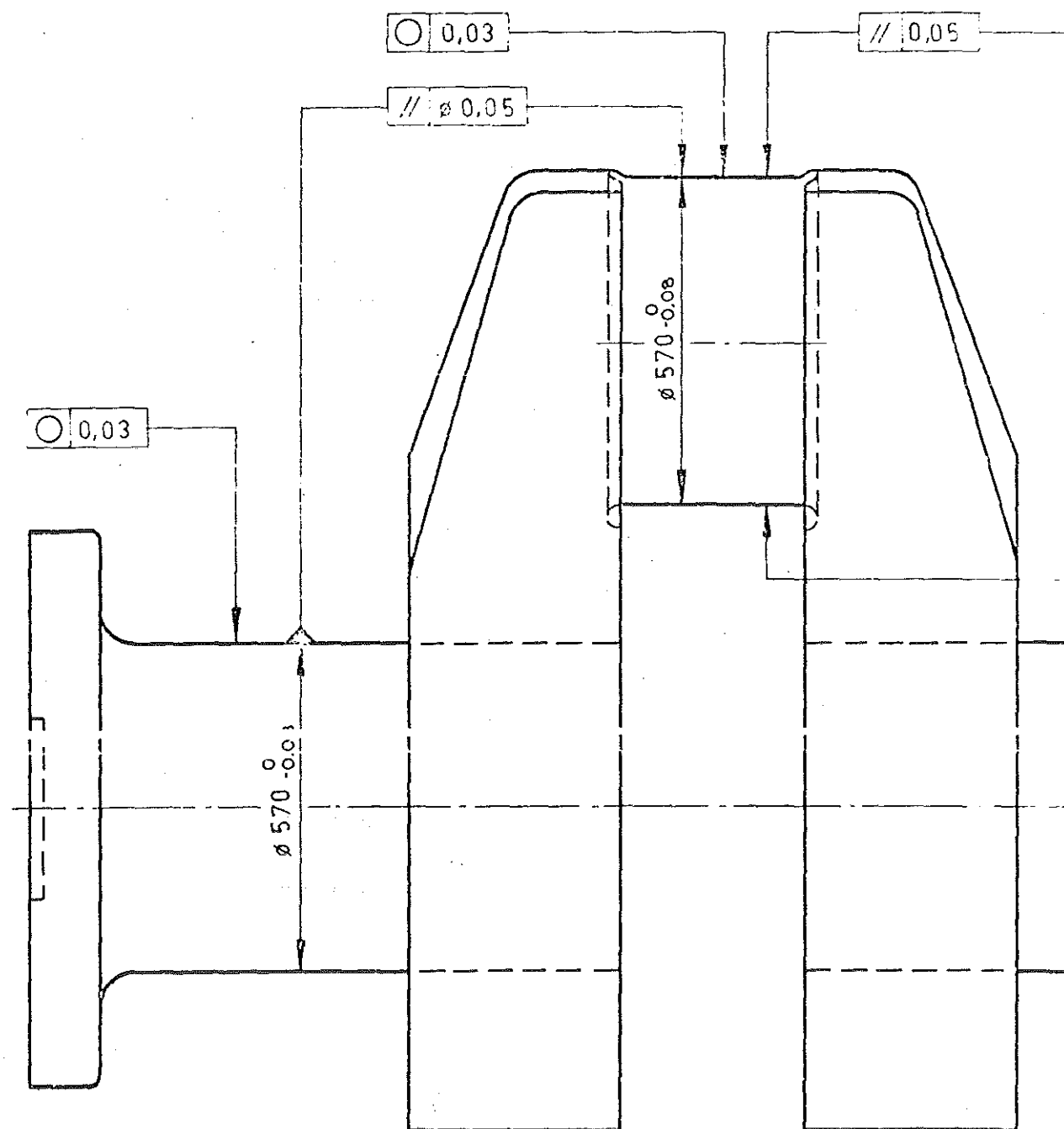


FIG. 115

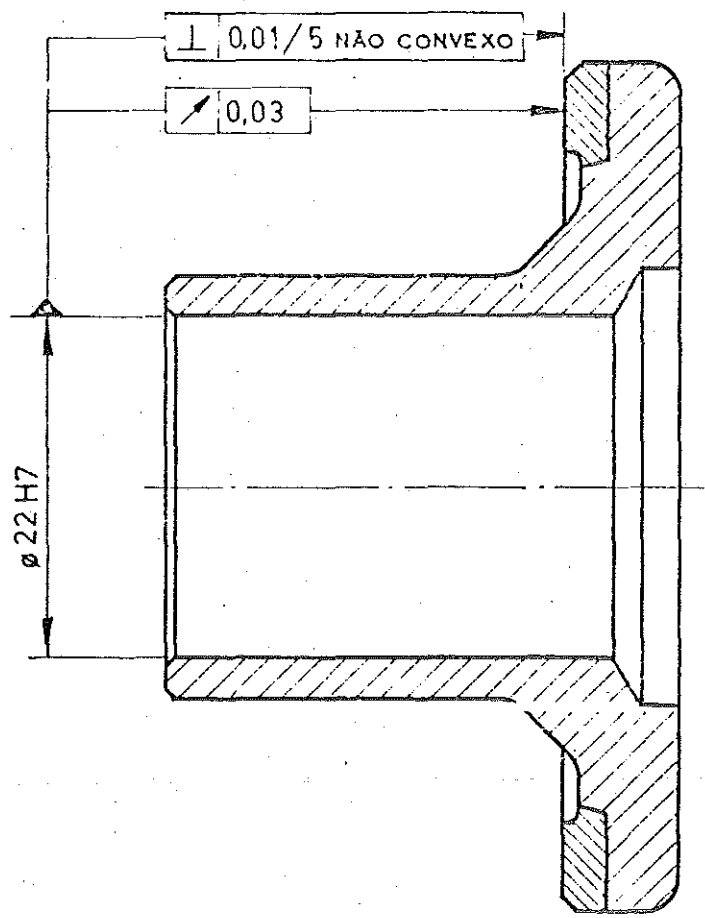


FIG. 116

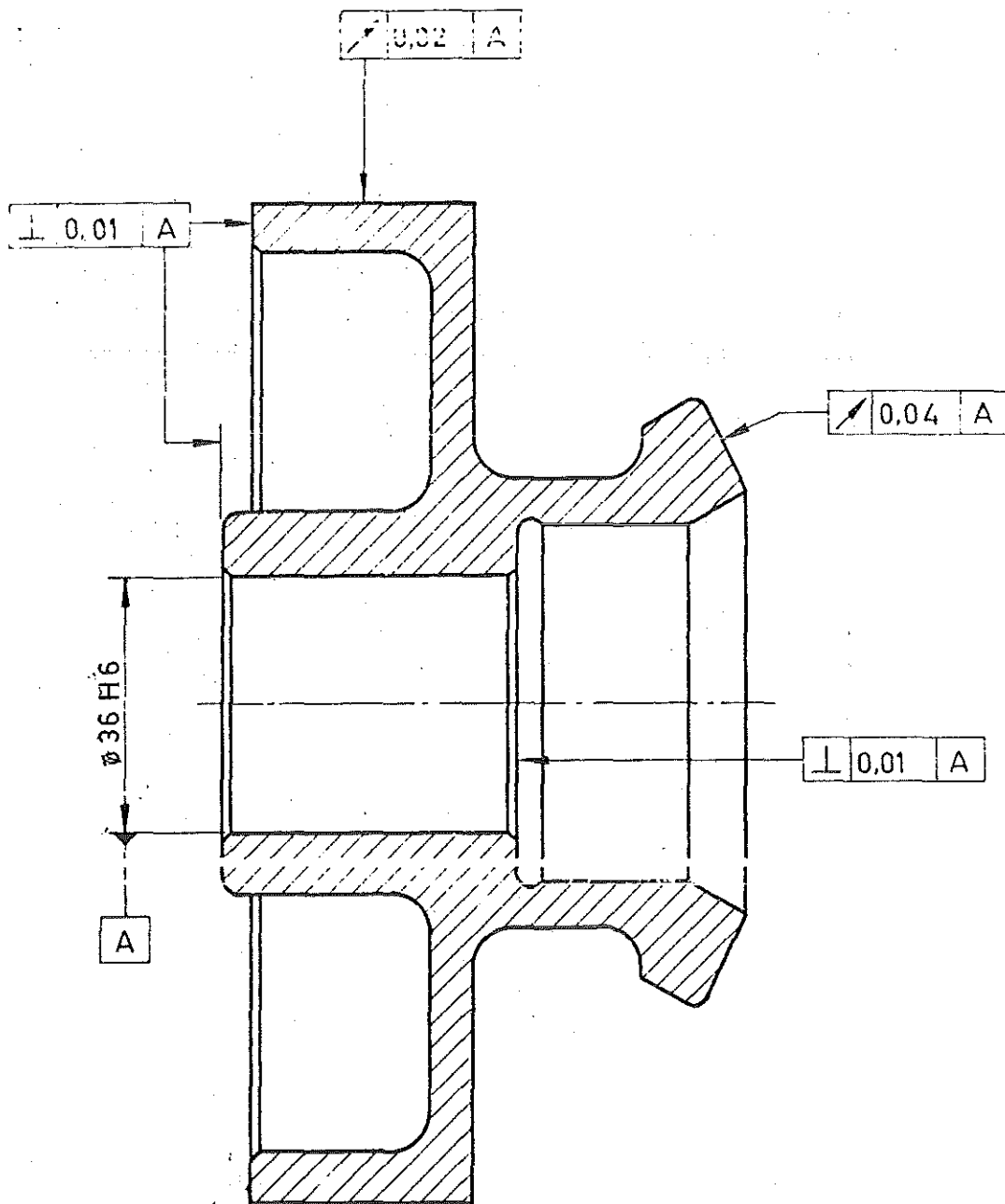


FIG. 117

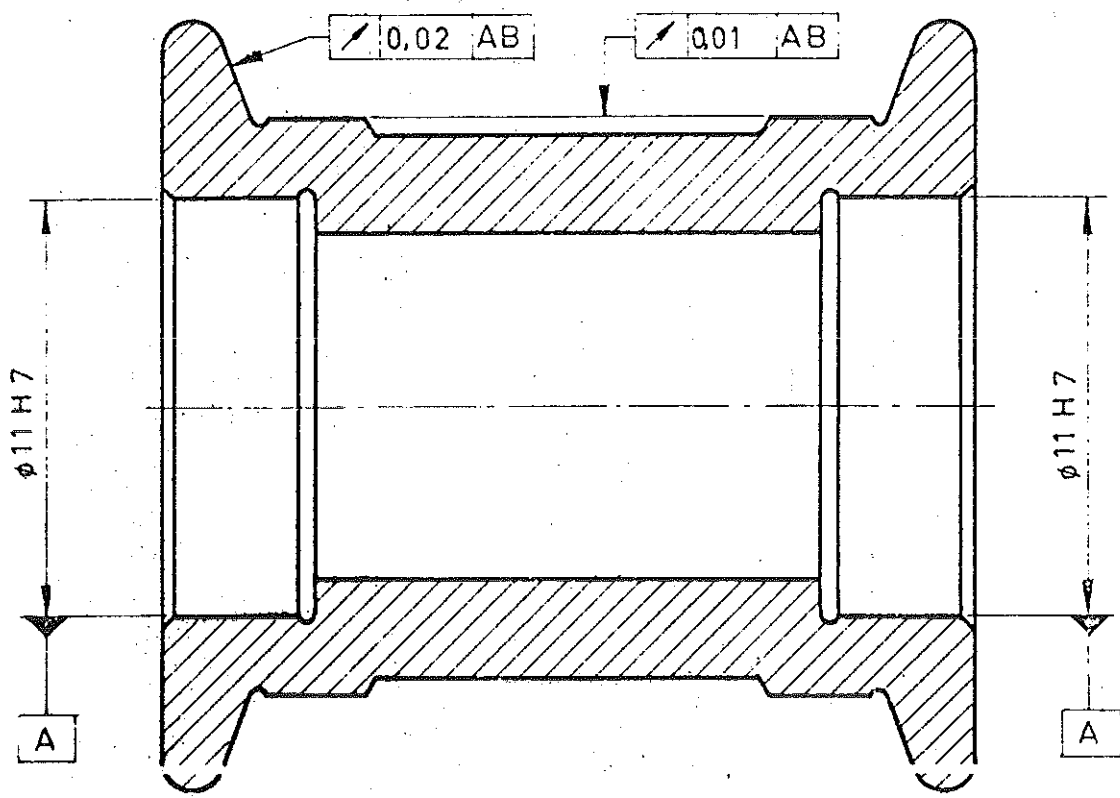
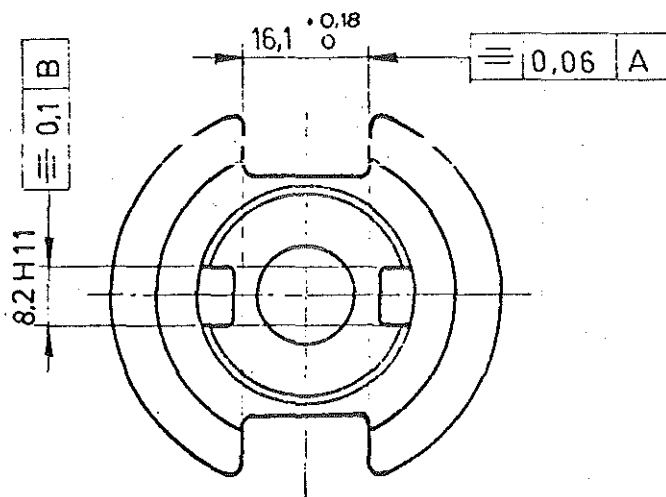
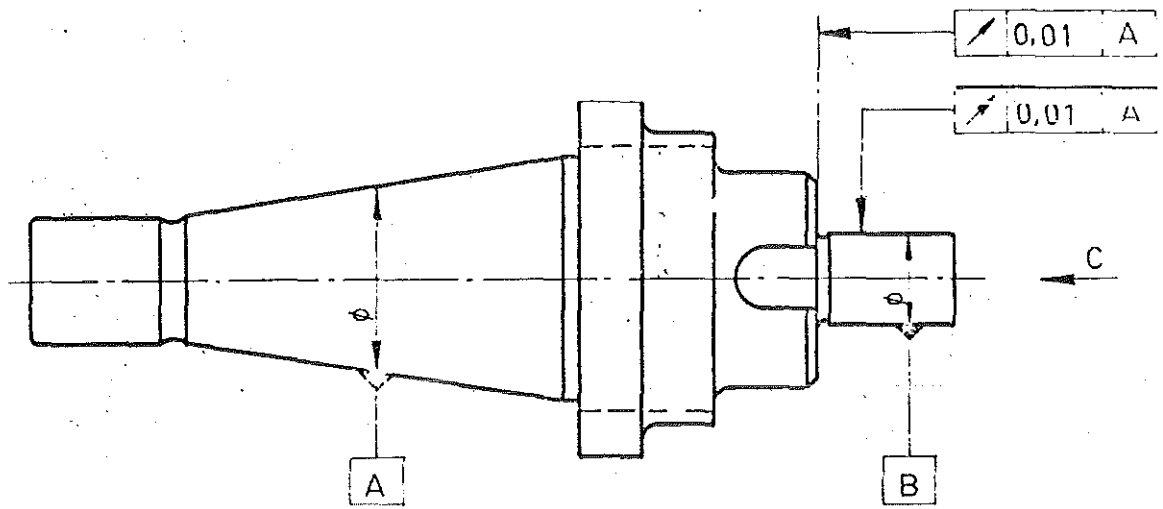


FIG. 118



VISTA "C"

FIG. 119

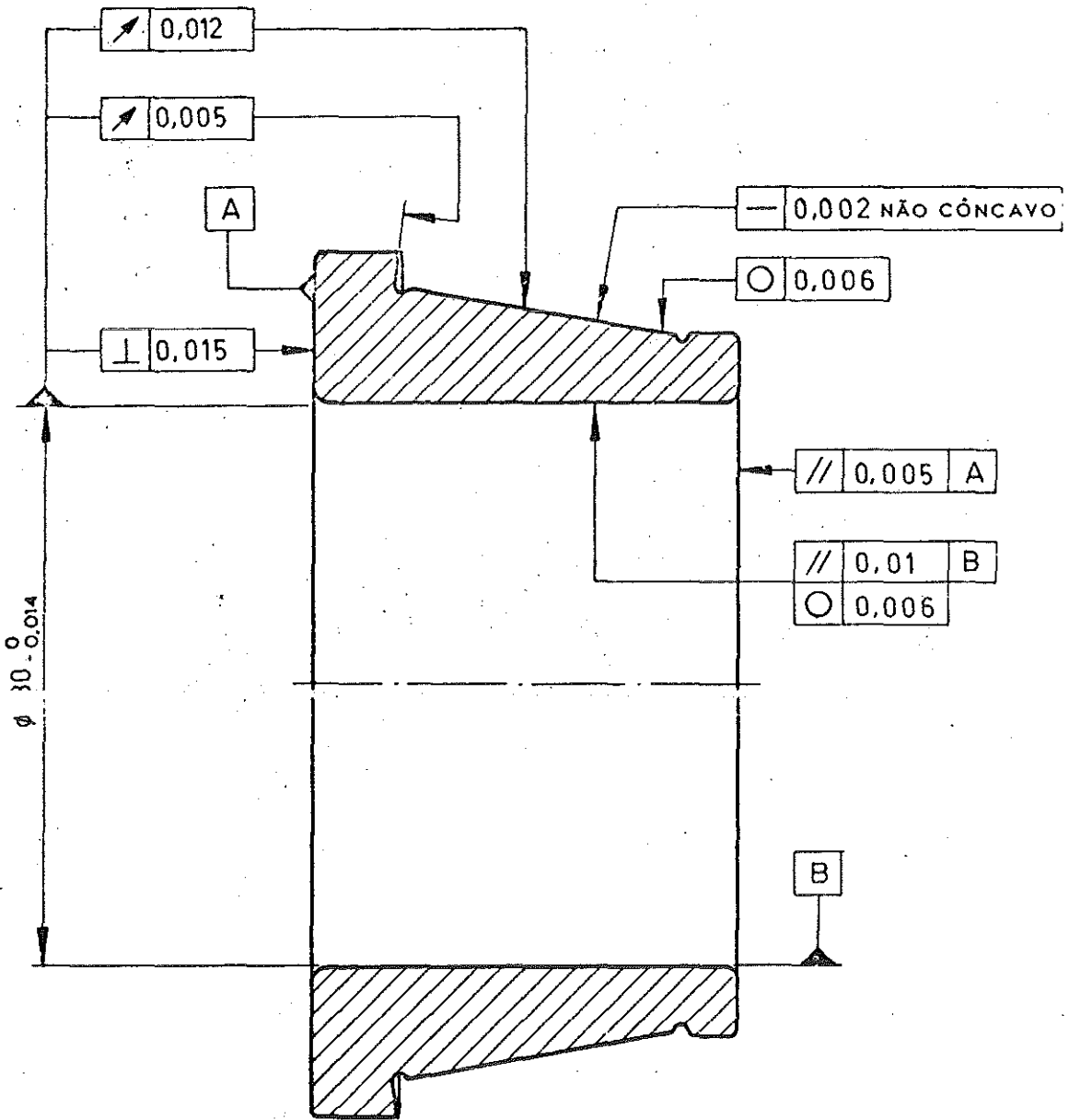


FIG. 120

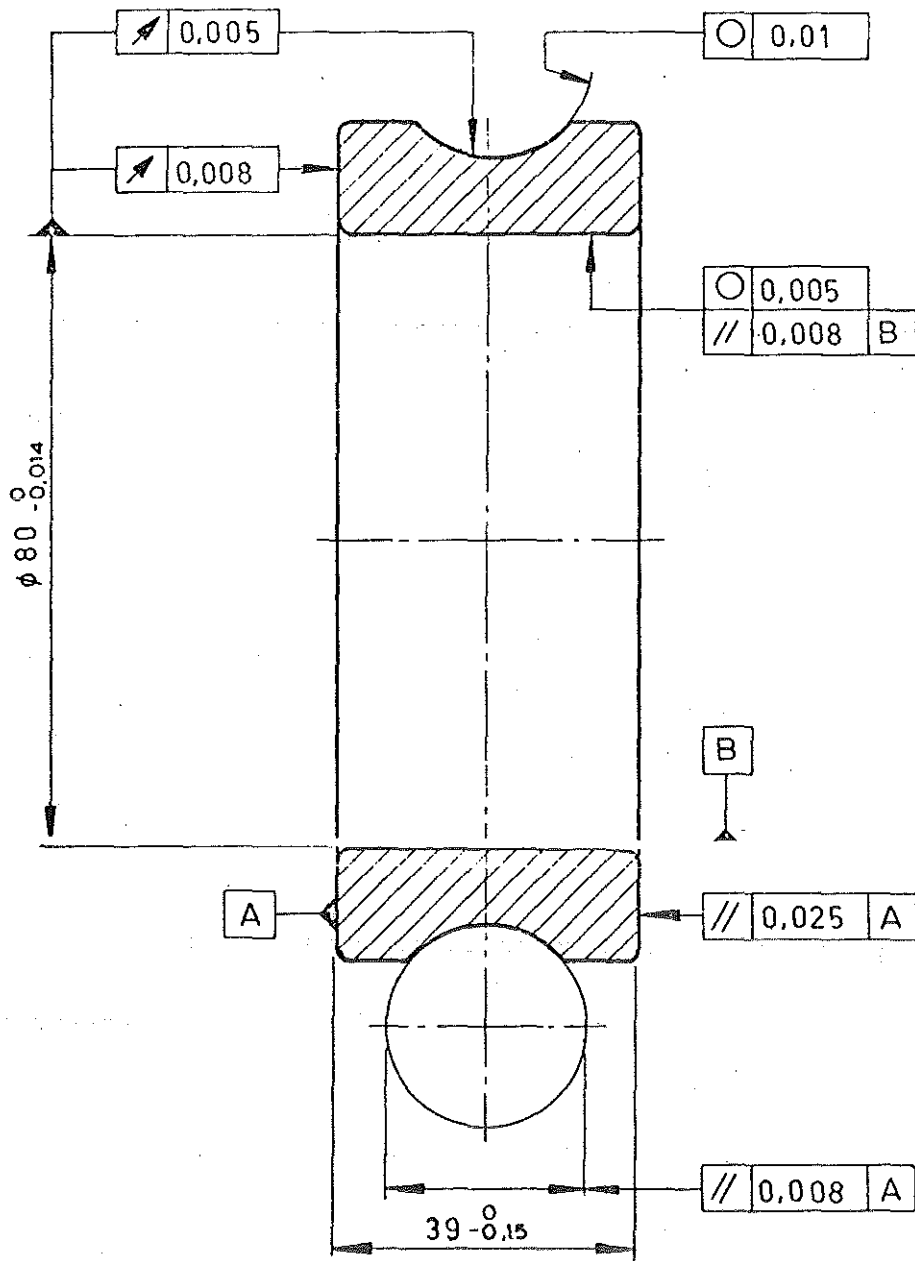


FIG. 121

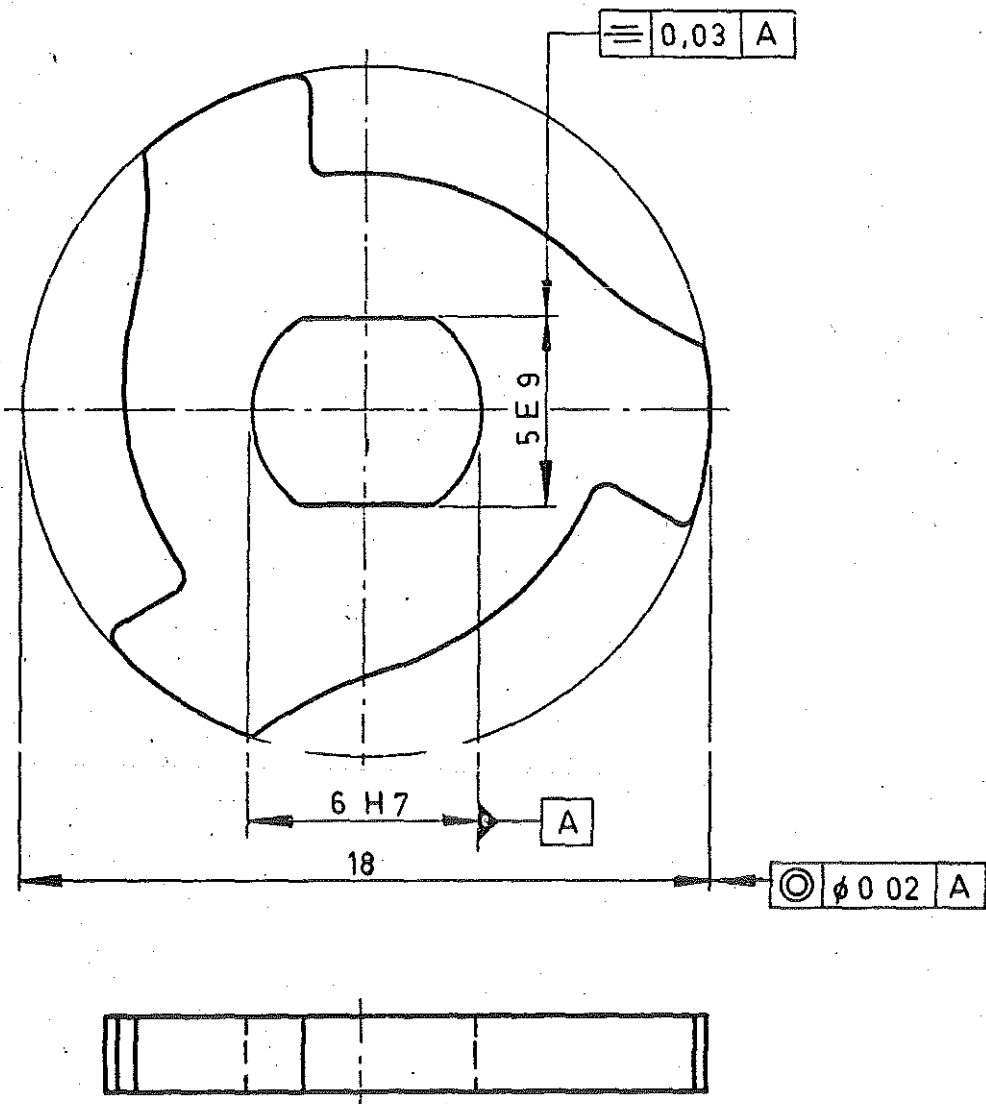
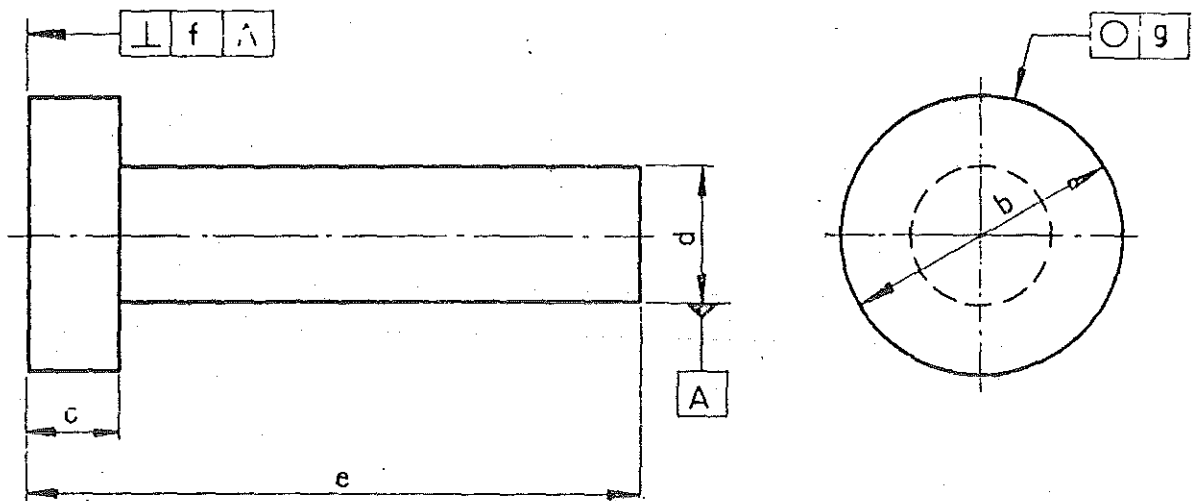


FIG. 122



Nº DE DET	COTAS				TOLERÂNCIAS	
	b	c	d	e	f	g
1	15	7	8 h8	47	0,005	0,005
2	20	8	10 h8	58	0 01	0,008
3	30	10	15 h9	70	0.02	0,01
4	50	12	25 h9	112	0.05	0,015

FIG. 123

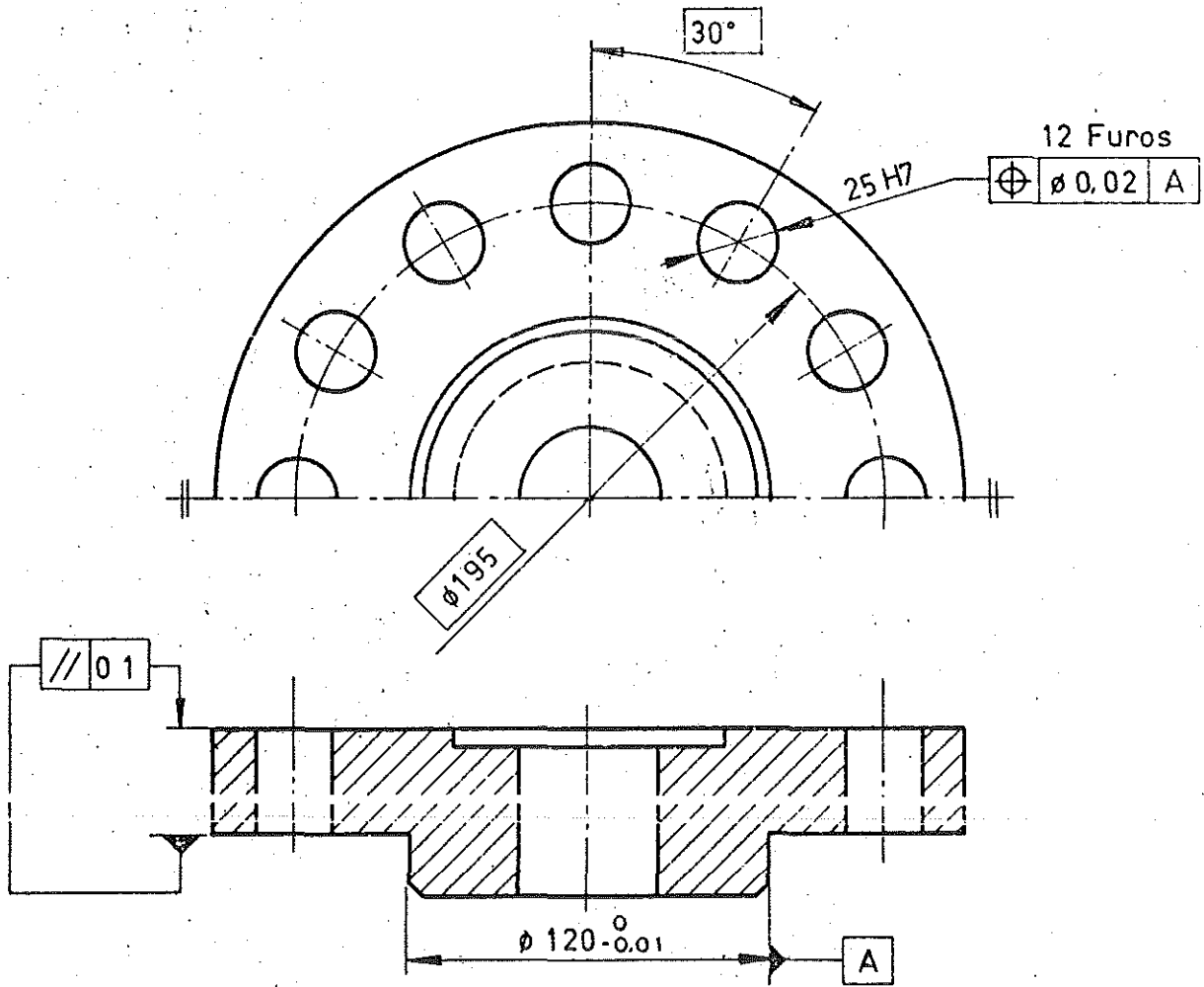


FIG. 124