



Automação Industrial  
e Mecânica de Precisão

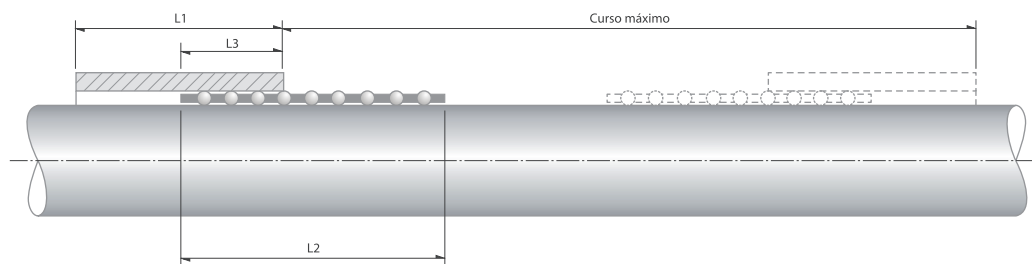


## Cálculo de Curso Máximo para Rolamento Roto Linear "RRL"

A determinação do diâmetro do eixo é função dos esforços atuantes básicos, segundo o projeto e os métodos correntes de cálculos de elementos mecânicos.

O cálculo do curso máximo é feito através da fórmula:

$$\text{Curso máximo} = 2.(L1 + L2 - 2L3)$$



Onde:

L1 = é o comprimento da camisa.

L2 = é o comprimento da gaiola de esferas.

L3 = é o apoio mínimo necessário.

Exemplo:

L1 = 37mm; L2 = 40mm; L3 = 8mm

$$\text{Curso máximo} = 2.(37 + 40 - 16) = 122\text{mm}$$

Tabela de Equivalências

|                                                                                                     |               |   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|------------|
| Esta tabela indica a equivalência de algumas unidades ainda correntemente empregadas e unidades SI. | 1 pé          | = | 12 pol.    |
|                                                                                                     | 1 kgf         | = | 9,806 N    |
|                                                                                                     | 1 libra       | = | 0,4530 kg  |
|                                                                                                     | 1 libra-força | = | 0,4536 kgf |
|                                                                                                     | 1 libra-força | = | 4,45 N     |
|                                                                                                     | 1 kgf.m       | = | 9,806 N.m  |
|                                                                                                     | 1 HP          | = | 745,7 W    |

## Comprimento Mínimo e Máximo das Barras

| Diâmetro Nominal | Comprimento Máximo (mm) |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
|------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|                  | 100                     | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 |
| 5                |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 6                |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 7                |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 8                |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 10               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 12               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 13               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 14               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 15               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 16               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 17               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 18               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 19               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 20               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 22               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 24               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 25               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 28               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 30               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 32               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 35               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 36               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 40               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 45               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 48               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 50               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 55               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 56               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 60               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 63               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 65               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 70               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 75               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 80               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 82               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 85               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 90               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 95               |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| 100              |                         |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |



# Cálculo de Carga e Vida Útil

## Cálculo de Vida Útil em Km (L)

$$L = \left( \frac{F_H \cdot f_T \cdot f_C}{F_W} \cdot \frac{C}{P} \right)^3 \cdot 50 \quad (1)$$

C = carga dinâmica (N)

P = carga aplicada (N)

## Cálculo de Vida Útil em Horas (Lh)

$$L_h = \frac{L \cdot 1000}{2 \cdot l_s \cdot N_1 \cdot 60} \quad (2)$$

l<sub>s</sub> = comprimento do golpe (m)

N<sub>1</sub> = número de golpes por minuto

Tabela 1 - Coeficiente de Contato (f<sub>c</sub>)

| Quantidade de Rolamentos por Eixo | Coeficiente de Contato (f <sub>c</sub> ) |
|-----------------------------------|------------------------------------------|
| 1                                 | 1.00                                     |
| 2                                 | 0.81                                     |
| 3                                 | 0.72                                     |
| 4                                 | 0.66                                     |
| 5                                 | 0.61                                     |

Tabela 2 - Coeficiente de Carga (f<sub>w</sub>)

| Condições de Trabalho                            | Coeficiente de Carga (f <sub>w</sub> ) |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Operações à baixas velocidades (até 15m/min)     | 1.0 - 1.5                              |
| Operações à médias velocidades (até 60m/min)     | 1.5 - 2.0                              |
| Operações à altas velocidades (acima de 60m/min) | 2.0 - 3.5                              |

Gráfico 1 - Fator de Dureza (f<sub>H</sub>)

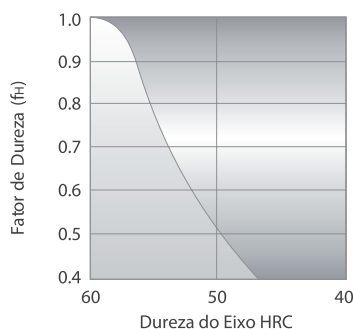
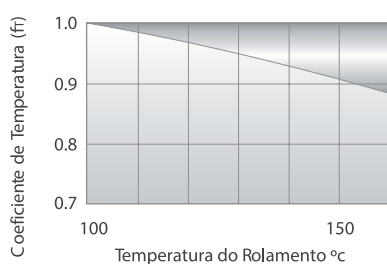


Gráfico 2 - Coeficiente de Temperatura (f<sub>T</sub>)



## Exemplo de Cálculo 1

1- Vida útil L (em km) e vida útil L<sub>h</sub> em horas usando um rolamento linear nas seguintes condições:

Rolamento linear: 20 GUU

Curso: 50mm

Número de golpes p/ min.: 50

Carga do rolamento: 490 N

Capac. de carga: 862 N

f<sub>H</sub> = f<sub>W</sub> = f<sub>C</sub> = f<sub>T</sub> = 1

Cálculo de Vida Útil em Km:

$$L = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 1}{1} \cdot \frac{862}{490} \right)^3 \cdot 50 = 272,20 \text{ (km)}$$

Cálculo de Vida Útil em Horas:

$$L_h = \frac{272,20 \cdot 1000}{2 \cdot 0,05 \cdot 50 \cdot 60} = 907,3 \text{ horas}$$

## Exemplo de Cálculo 2

1- Selecionar rolamento linear satisfazendo as seguintes condições:

Nº rolamentos usados: 4 (2 por eixo)

Curso: 1 metro

Velocidade: 10m/min

f<sub>C</sub> = 0,81; f<sub>W</sub> = f<sub>T</sub> = f<sub>H</sub> = 1

Nº golpes por minuto: 5

Vida útil desejada: 10.000 horas

Carga: 980 N

Da equação 2, obtemos:

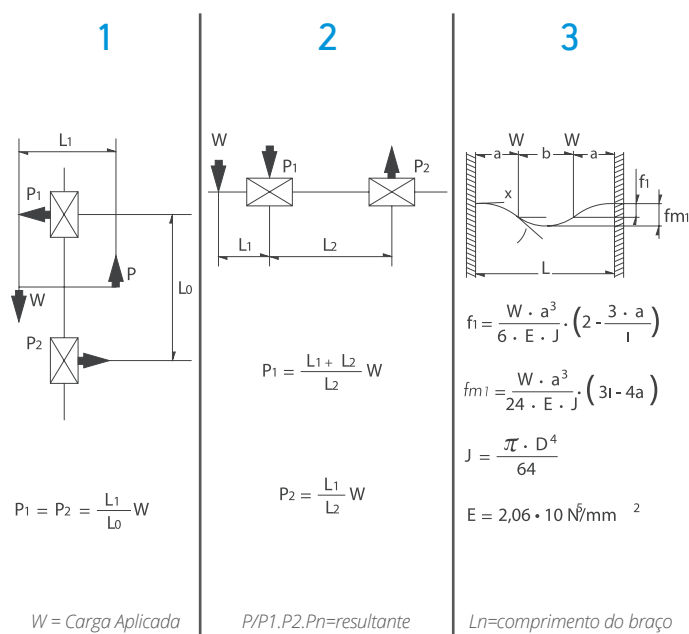
$$L = \frac{2 \cdot l_s \cdot N_1 \cdot 60 \cdot L_h}{1000} = 6000 \text{ (km)}$$

Da equação 1, obtemos:

$$C = \sqrt[3]{\frac{L}{50} \cdot \left( \frac{F_W}{F_H \cdot f_T \cdot f_C} \right) \cdot P} = \frac{5967,62}{4} = 1491,90 \text{ N}$$

(nº de rolamentos)

## Fórmulas de Carga e Flexa





# Tabela de Trilhos com Comprimentos Econômicos e Sobras

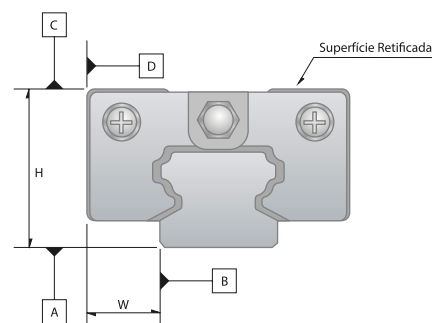
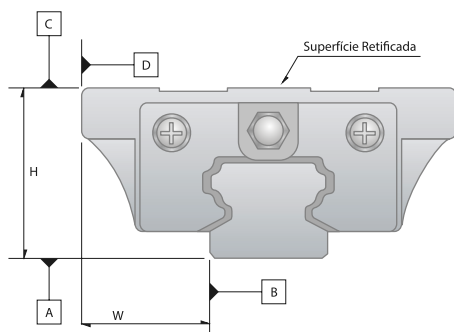
Usar preferencialmente estas dimensões para evitar perdas. Os cortes são realizados no centro dos passos e é considerado o desconto da serra. Único mm acima dos valores indicados, custará um passo (Distância entre dois furos) a mais.

| Dados / TN       | LWL7 | LWL9 | LWL12 | LWLF24 | LWLF42 | BR/LWH15  | BR/LWH20  | BR/LWH25  | BR/LWH30  | BR/LWH35  | BR/LWH45  | BR/LWH55  | BR/LWH65 |
|------------------|------|------|-------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Dist. Furos (F)  | 15   | 20   | 25    | 40     | 40     | 60        | 60        | 60        | 80        | 80        | 105       | 120       | 150      |
| Perda (mm)       | 2    | 2    | 2     | 2      | 2      | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4        |
| Trilho Min. (Mm) | 28   | 38   | 48    | 78     | 78     | 116       | 116       | 116       | 156       | 156       | 206       | 236       | 296      |
| Comp. Barra      | 300  | 860  | 1000  | 680    | 680    | 4000/1500 | 4000/1980 | 4000/3000 | 4000/2960 | 4000/2960 | 4000/2940 | 4000/3000 | 3000     |
| Sobras Mínimas   | 43   | 58   | 73    | 118    | 118    | 176       | 176       | 176       | 236       | 236       | 311       | 356       | 446      |
|                  | 58   | 78   | 98    | 158    | 158    | 236       | 236       | 236       | 316       | 316       | 416       | 476       | 596      |
|                  | 73   | 98   | 123   | 198    | 198    | 296       | 296       | 296       | 396       | 396       | 521       | 596       | 746      |
|                  | 88   | 118  | 148   | 238    | 238    | 356       | 356       | 356       | 476       | 476       | 626       | 716       | 896      |
|                  | 103  | 138  | 173   | 278    | 278    | 416       | 416       | 416       | 556       | 556       | 731       | 836       | 1046     |
|                  | 118  | 158  | 198   | 318    | 318    | 476       | 476       | 476       | 636       | 636       | 836       | 956       | 1196     |
|                  | 133  | 178  | 223   | 358    | 358    | 536       | 536       | 536       | 716       | 716       | 941       | 1076      | 1346     |
|                  | 148  | 198  | 248   | 398    | 398    | 596       | 596       | 596       | 796       | 796       | 1046      | 1196      | 1496     |
|                  | 163  | 218  | 273   | 438    | 438    | 656       | 656       | 656       | 876       | 876       | 1151      | 1316      | 1646     |
|                  | 178  | 238  | 298   | 478    | 478    | 716       | 716       | 716       | 956       | 956       | 1256      | 1436      | 1796     |
|                  | 193  | 258  | 323   | 518    | 518    | 776       | 776       | 776       | 1036      | 1036      | 1361      | 1556      | 1946     |
|                  | 208  | 278  | 348   | 558    | 558    | 836       | 836       | 836       | 1116      | 1116      | 1466      | 1676      | 2096     |
|                  | 223  | 298  | 373   | 598    | 598    | 896       | 896       | 896       | 1196      | 1196      | 1571      | 1796      | 2246     |
|                  | 238  | 318  | 398   | 638    | 638    | 956       | 956       | 956       | 1276      | 1276      | 1676      | 1916      | 2396     |
|                  | 253  | 338  | 423   | 680    | 680    | 1016      | 1016      | 1016      | 1356      | 1356      | 1781      | 2036      | 2546     |
|                  | 268  | 358  | 448   |        |        | 1076      | 1076      | 1076      | 1436      | 1436      | 1886      | 2156      | 2696     |
|                  | 283  | 378  | 473   |        |        | 1136      | 1136      | 1136      | 1516      | 1516      | 1991      | 2276      | 2846     |
|                  | 300  | 398  | 498   |        |        | 1196      | 1196      | 1196      | 1596      | 1596      | 2096      | 2396      | 3000     |
|                  |      | 418  | 523   |        |        | 1256      | 1256      | 1256      | 1676      | 1676      | 2201      | 2516      |          |
|                  |      | 438  | 548   |        |        | 1316      | 1316      | 1316      | 1756      | 1756      | 2306      | 2636      |          |
|                  |      | 458  | 573   |        |        | 1376      | 1376      | 1376      | 1836      | 1836      | 2411      | 2756      |          |
|                  |      | 478  | 598   |        |        | 1436      | 1436      | 1436      | 1916      | 1916      | 2516      | 2876      |          |
|                  |      | 498  | 623   |        |        | 1496      | 1496      | 1496      | 1996      | 1996      | 2621      | 3000      |          |
|                  |      | 518  | 648   |        |        | 1556      | 1556      | 1556      | 2076      | 2076      | 2726      |           |          |
|                  |      | 538  | 673   |        |        | 1616      | 1616      | 1616      | 2156      | 2156      | 2831      |           |          |
|                  |      | 558  | 698   |        |        | 1676      | 1676      | 1676      | 2236      | 2236      | 2936      |           |          |
|                  |      | 578  | 723   |        |        | 1736      | 1736      | 1736      | 2316      | 2316      | 3041      |           |          |
|                  |      | 598  | 748   |        |        | 1796      | 1796      | 1796      | 2396      | 2396      | 3146      |           |          |
|                  |      | 618  | 773   |        |        | 1856      | 1856      | 1856      | 2476      | 2476      | 3251      |           |          |
|                  |      | 638  | 798   |        |        | 1916      | 1916      | 1916      | 2556      | 2556      | 3356      |           |          |
|                  |      | 658  | 823   |        |        | 1976      | 1976      | 1976      | 2636      | 2636      | 3461      |           |          |
|                  |      | 678  | 848   |        |        | 2036      | 2036      | 2036      | 2716      | 2716      | 3566      |           |          |
|                  |      | 698  | 873   |        |        | 2096      | 2096      | 2096      | 2796      | 2796      | 3671      |           |          |
|                  |      | 718  | 898   |        |        | 2156      | 2156      | 2156      | 2876      | 2876      | 3776      |           |          |
|                  |      | 738  | 923   |        |        | 2216      | 2216      | 2216      | 2956      | 2956      | 3881      |           |          |
|                  |      | 758  | 948   |        |        | 2276      | 2276      | 2276      | 3036      | 3036      | 4000      |           |          |
|                  |      | 778  | 973   |        |        | 2336      | 2336      | 2336      | 3116      | 3116      |           |           |          |
|                  |      | 798  | 1000  |        |        | 2396      | 2396      | 2396      | 3196      | 3196      |           |           |          |
|                  |      | 818  |       |        |        | 2456      | 2456      | 2456      | 3276      | 3276      |           |           |          |
|                  |      | 838  |       |        |        | 2516      | 2516      | 2516      | 3356      | 3356      |           |           |          |
|                  |      | 860  |       |        |        | 2576      | 2576      | 2576      | 3436      | 3436      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2636      | 2636      | 2636      | 3516      | 3516      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2696      | 2696      | 2696      | 3596      | 3596      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2756      | 2756      | 2756      | 3676      | 3676      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2816      | 2816      | 2816      | 3756      | 3756      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2876      | 2876      | 2876      | 3836      | 3836      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2936      | 2936      | 2936      | 3916      | 3916      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        | 2996      | 2996      | 2996      | 4000      | 4000      |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3056      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3116      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3176      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3236      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3296      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3356      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3416      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3476      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3536      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3596      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3656      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3716      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3776      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3836      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 3956      |           |           |           |          |
|                  |      |      |       |        |        |           |           |           | 4000      |           |           |           |          |
| Dados / TN       | LWL7 | LWL9 | LWL12 | LWLF24 | LWLF42 | BR/LWH15  | BR/LWH20  | BR/LWH25  | BR/LWH30  | BR/LWH35  | BR/LWH45  | BR/LWH55  | BR/LWH65 |



# Classes de Precisão

## Guias de Esferas e Rolos (Exceto Tipo Miniatura)

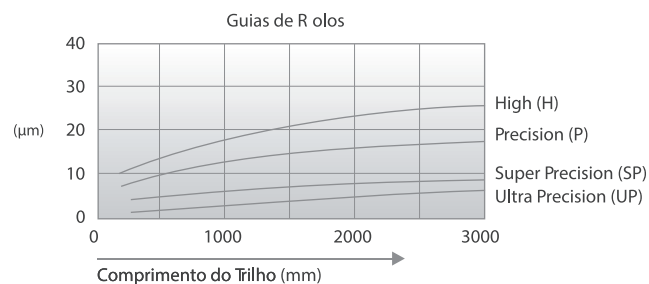
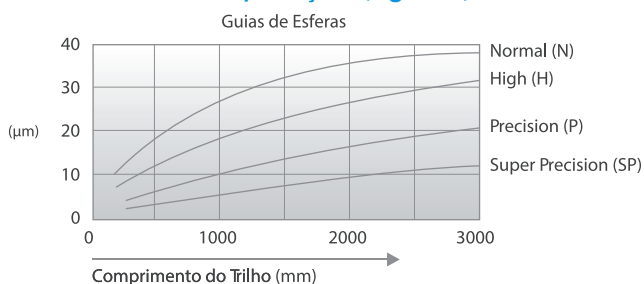


### Medidas em mm

| Classe                               | Normal (N)    | High (H) | Precision (P) | Super-Precision (SP) | Ultra-Precision (UP) |
|--------------------------------------|---------------|----------|---------------|----------------------|----------------------|
| Tolerância de H                      | ± 0.1         | ± 0.04   | ± 0.020       | ± 0.010              | ± 0.008              |
| Tolerância de N                      | ± 0.1         | ± 0.05   | ± 0.025       | ± 0.015              | ± 0.010              |
| Variação de H (1)                    | 0.03          | 0.02     | 0.007         | 0.005                | 0.003                |
| Variação de N (1)                    | 0.03          | 0.02     | 0.01          | 0.007                | 0.003                |
| Paralelismo em operações de C para A | Veja Figura 1 |          |               |                      |                      |
| Paralelismo em operações de D para B | Veja Figura 1 |          |               |                      |                      |

Nota (1): Variação entre diferentes patins montados em uma mesma posição do Trilho.

### Paralelismo em Operação (figura 1)

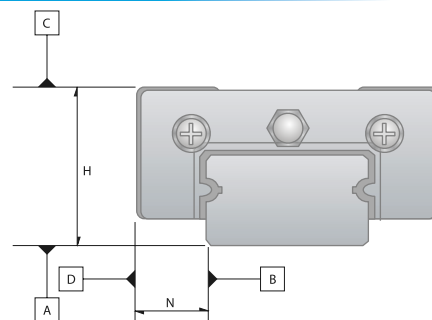


## Classe de Precisão - Guias Miniatura - INOX

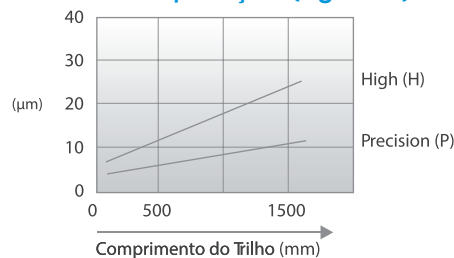
### Medidas em mm

| Item / Classe                          | High (H)      | Precision (P) |
|----------------------------------------|---------------|---------------|
| Tolerância de H                        | ± 0.020       | ± 0.010       |
| Tolerância de N                        | ± 0.025       | ± 0.015       |
| Variação de H (1)                      | 0.015         | 0.007         |
| Variação de N (1)                      | 0.020         | 0.010         |
| Variação de H para Múltiplos Conjuntos | 0.030         | 0.020         |
| Paralelismo em operações de C para A   | Veja Figura 2 |               |
| Paralelismo em operações de D para B   | Veja Figura 2 |               |

Nota (1): Variação entre diferentes patins montados em uma mesma posição do Trilho.



### Paralelismo em Operação (figura 2)



### Classe de Precisão - Fuso de Esfera

| Código    |     | IT1 |   | IT3 |    | IT3 |    | IT7 |    |     |
|-----------|-----|-----|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| JIS       | Co  | C1  |   | C3  |    | C5  |    | C7  |    | C10 |
| V300 (µm) | 3.5 | 5   | 6 | 8   | 12 | 18  | 23 | 50  | 52 | 210 |