

Desenho e os Processos de Fabricação

Prof. Alan Dantas

*Colegiado de
Engenharia Mecânica*



Etapas do desenho e do processo de fabricação



1. Realização de um esboço preliminar, onde as idéias são postas inicialmente no papel, em seguida é executado um esboço mais bem elaborado, denominado esboço definitivo,
 - esboço do conjunto e o esboço de detalhes. Neste esboço as cotas e o material de cada peça já se encontram definidos.
2. A segunda etapa é execução do desenho que se denomina **desenho do produto acabado.**



Etapas do desenho e do processo de fabricação



3. Etapa - plano de usinagem, plano de soldagem, etc.

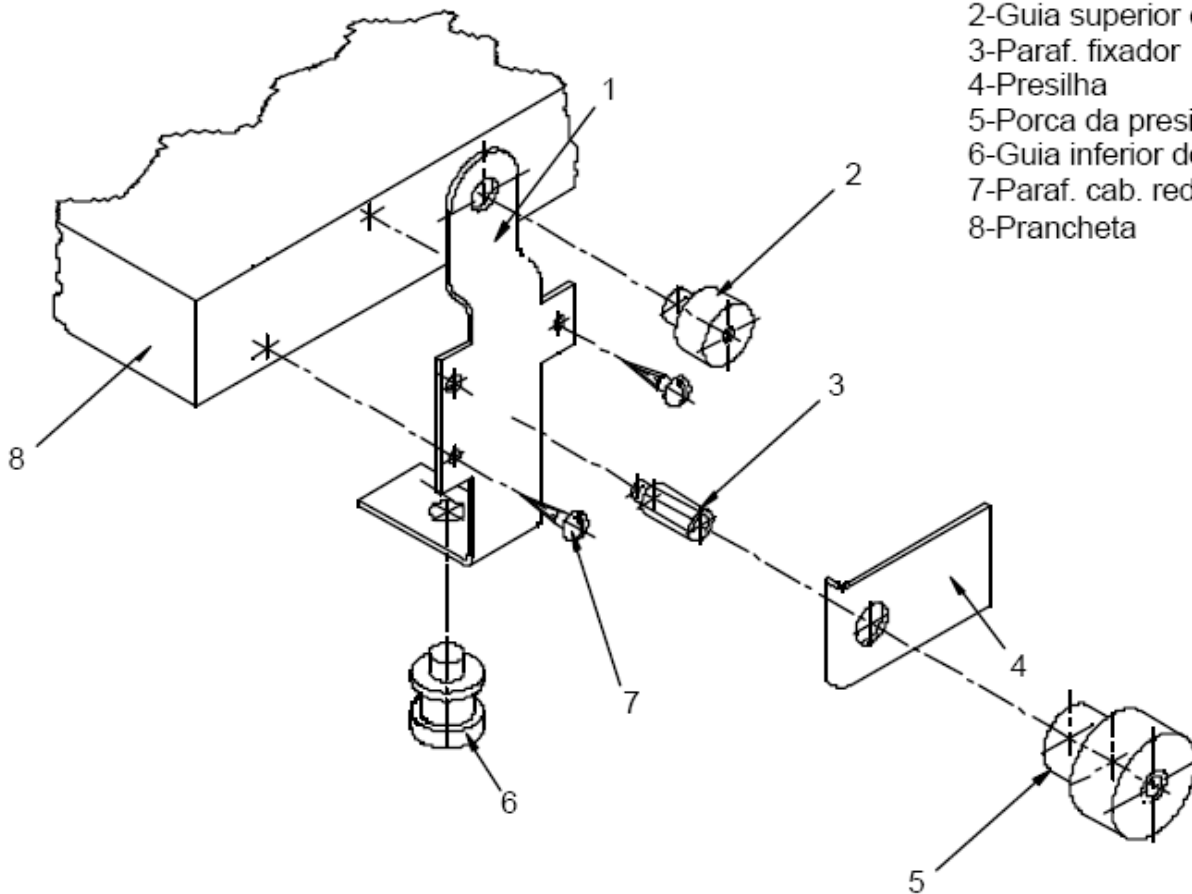
- traçam um roteiro, que orienta o processo de fabricação e a seqüência que deverá ser seguida para a fabricação, medição e montagem.

4. Etapa - execução de um desenho que deverá ser utilizado na montagem e manutenção do equipamento fabricado tb chamado **perspectiva explodida**.

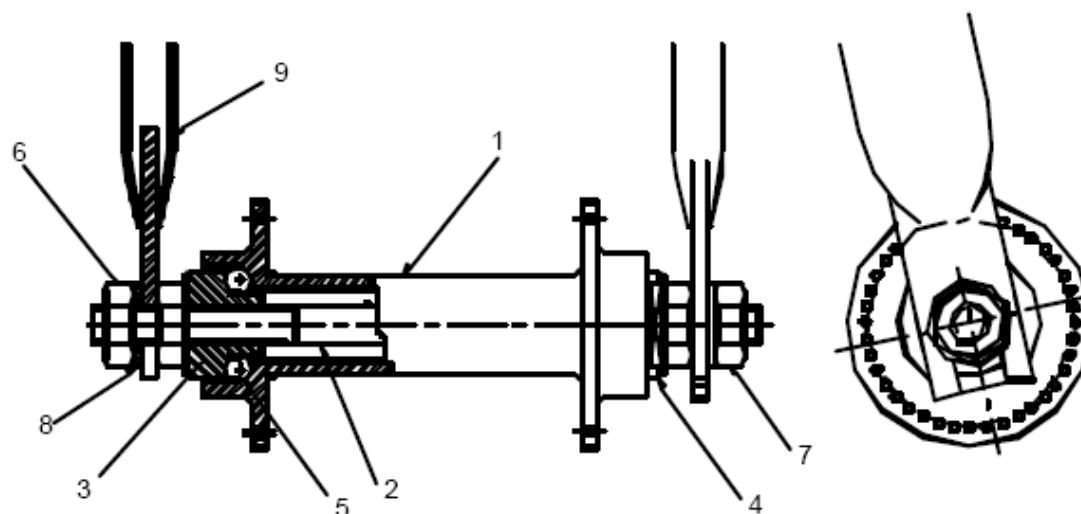
Perspectiva explodida

Itens:

- 1-Olhal
- 2-Guia superior do cabo
- 3-Paraf. fixador
- 4-Presilha
- 5-Porca da presilha
- 6-Guia inferior do cabo
- 7-Paraf. cab. redonda p/ madeira - Aço SAE 1020 - M3x12
- 8-Prancheta

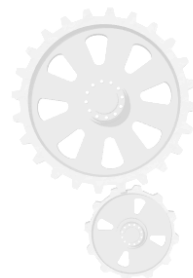


Desenho de conjunto e desenho de detalhes do produto acabado.



9	Garfo	1	Aço
8	Arruela lisa	2	Aço-Ø9x2
7	Porca sext. esq.	1	Aço-M9LH
6	Porca set. direita	1	Aço-M9
5	Esfera	40	Ac0-Ø6
4	Porca direita	1	Aço-Ø24x17
3	Porca esquerda	1	Aço-Ø24x17
2	Eixo	1	Aço-Ø9x150
1	Cubo	1	Aço-Ø55x100
N	Denominação	Q	Especificação

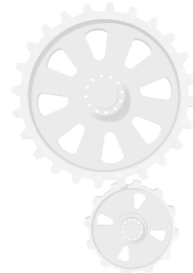
Características do desenho de conjunto



1. não devem aparecer dimensões, exceto aquelas necessárias a montagem de uma máquina ou de peças, como distância entre eixos, a posição dos furos na base de uma máquina, uma tolerância geométrica.
2. a posição do desenho de conjunto na folha deve ser a posição de funcionamento da máquina.
3. o desenho de conjunto deve apresentar tantas vistas (inclusive com arestas invisíveis), cortes e seções quantas forem necessárias, com a finalidade de melhor interpretar este conjunto e de permitir uma melhor visualização das peças existentes em seu interior.



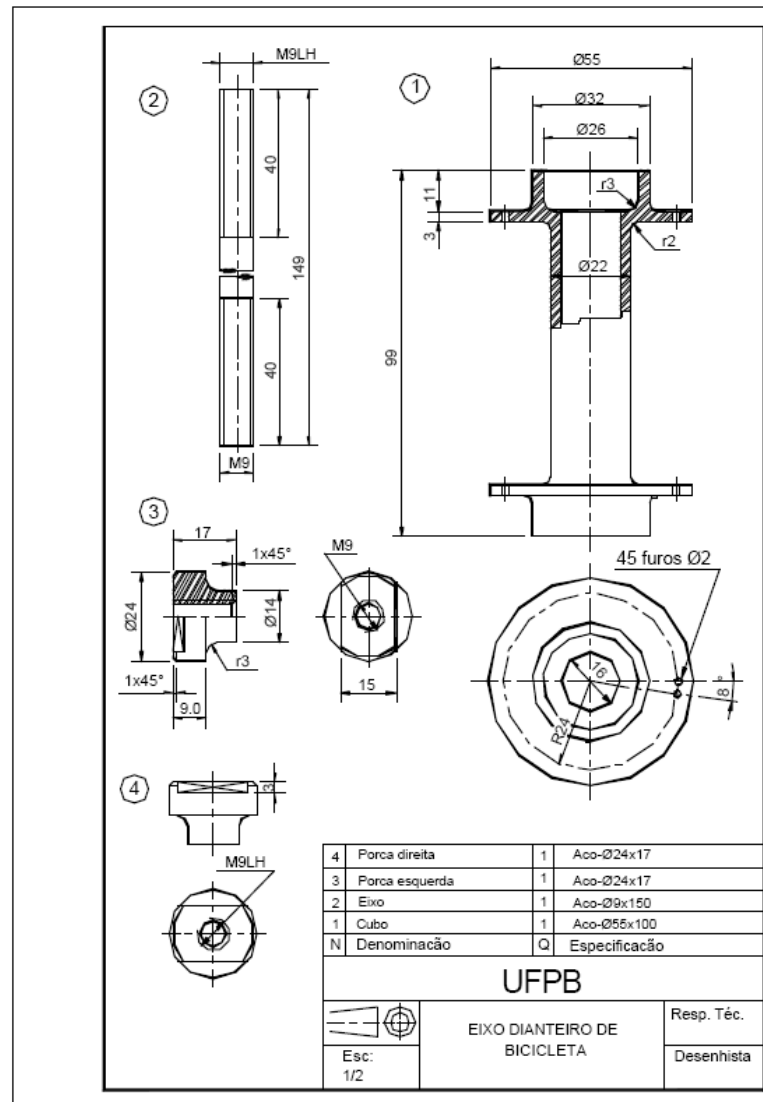
Características do desenho de conjunto



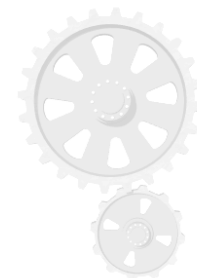
4. todas as peças do desenho de conjunto devem se enumeradas.
 - caso o conjunto seja muito complexo, pode-se dividi-lo em subconjuntos, como por exemplo em um automóvel: subconjunto da suspensão dianteira, etc.
5. o desenho de conjunto deve ser representado em folha específica, não podendo ocupar a mesma folha que o desenho de detalhes.
6. no desenho de conjunto deve-se representar todas as peças que compõe a máquina, as **padronizadas** (parafusos, rolamentos, contra-pinos, etc) e as **não padronizadas**.
7. o desenho de conjunto apresentará **legenda** com o nome da máquina e **lista de peças**, constando nesta todas as peças do conjunto desenhado.



Desenho de detalhes



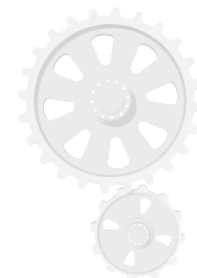
Desenho de detalhes



1. Deve apresentar vistas (inclusive aresta invisíveis), cotas, cortes, seções, indicações e notas.
2. A posição na folha e a seqüência do das peças no desenho de detalhes não tem nenhuma relação com a posição que a peça ocupa no desenho de conjunto, nem com o seu funcionamento.
3. Apenas peças **não padronizadas** devem ser representadas no desenho de detalhes.
 - Se uma peça padronizada precisar ser modificada, esta deve ser desenhada, constando no desenho as cotas e informações necessárias para realizar a modificação.



Desenho de detalhes



4. O número da peça no desenho de detalhes deve ser o mesmo que consta no desenho de conjunto.
5. Cada **peça** representada no desenho de detalhes pode ser desenhada em folha individual ou todas as peças numa única folha.
6. O desenho de detalhes apresentará **legenda** com o nome da máquina que consta no desenho de conjunto e **lista de peças**. Na lista de peças constará apenas a denominação e as especificações das peça desenhadas na folha.



Plano de usinagem

- Um plano de usinagem é constituído por: desenho de conjunto, desenho de detalhes e plano de usinagem propriamente dito.

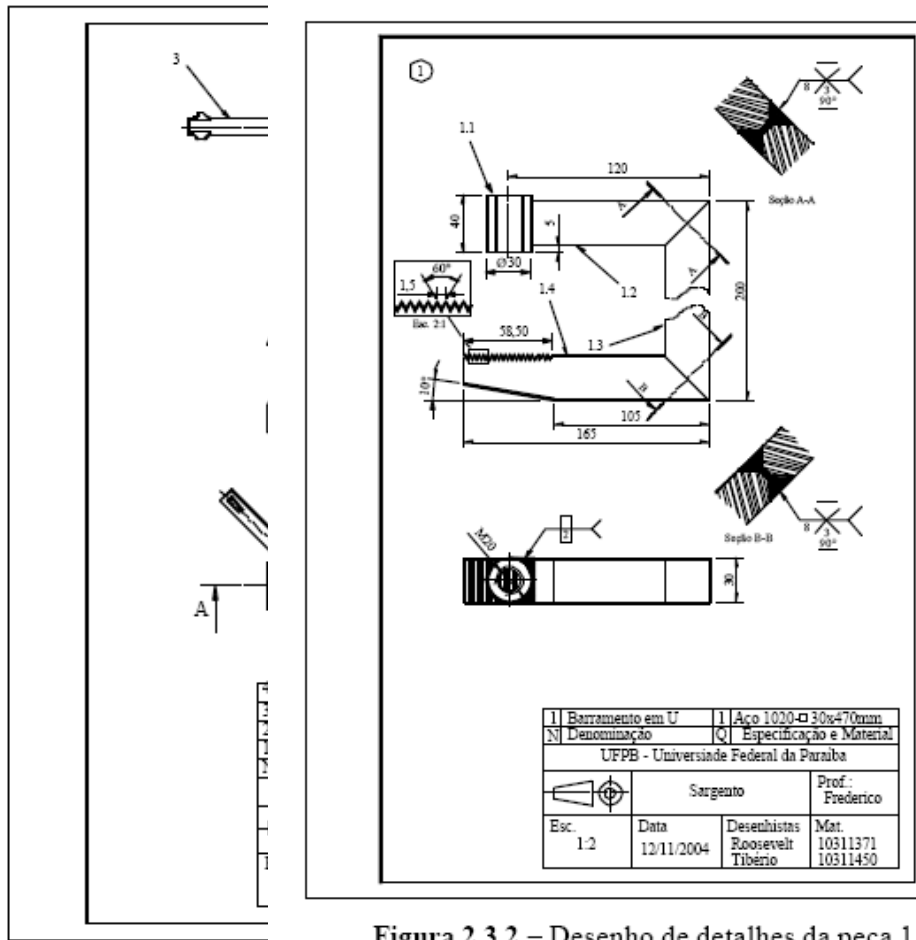


Figura 2.3.2 – Desenho de detalhes da peça 1

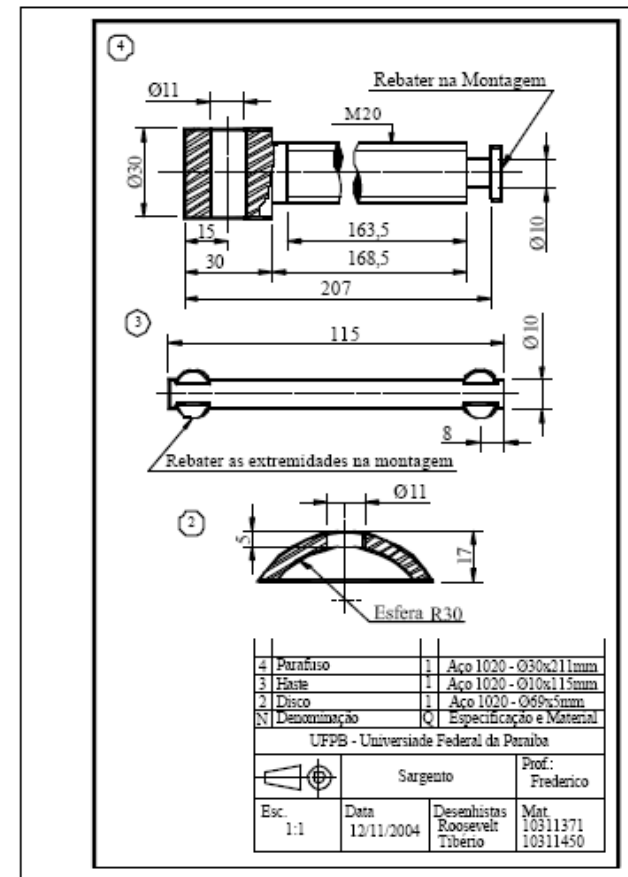
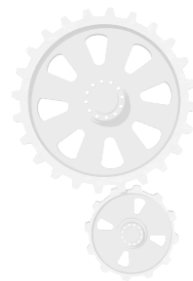
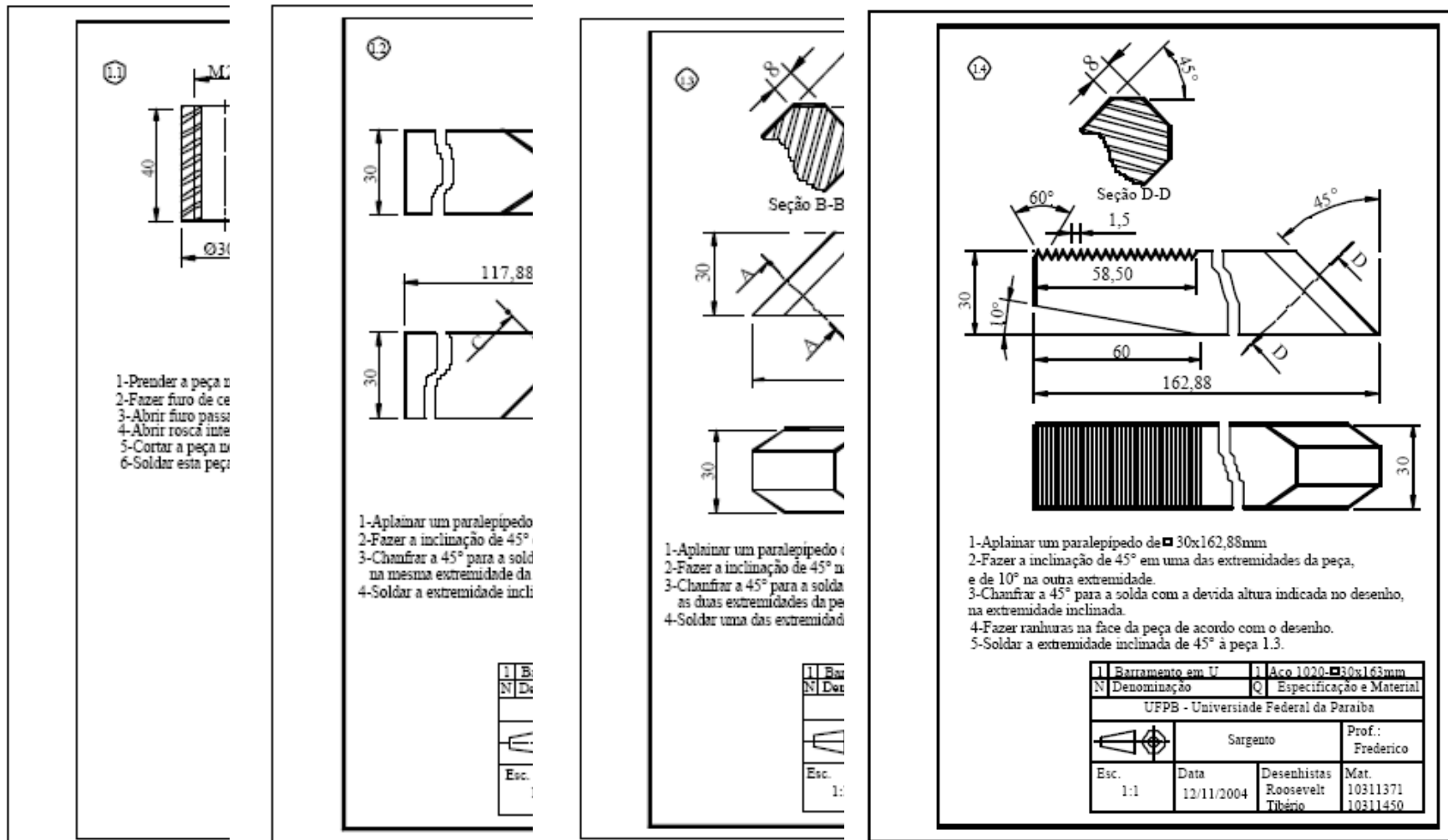


Figura 2.3.2 – Desenho de detalhes das peças 2,3 e 4

Plano de Usinagem

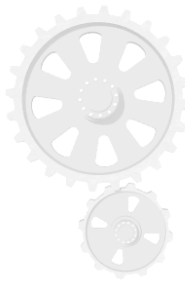


- Plano de usinagem da peça 1



1.1	Barramento em U	1.1	Aço 1020-30x163mm
N	Denominação	Q	Especificação e Material
UFPA - Universidade Federal do Pará			
Sargento		Prof.: Frederico	
Esc.	Data	Desenhista	Mat.
1:1	12/11/2004	Roosevelt Tibério	10311371 10311450

INDICAÇÕES



- Indicações são sinais e informações acrescentadas aos desenhos mecânicos, que especificam uma condição que deverá ser obtida pela peça durante sua fabricação.



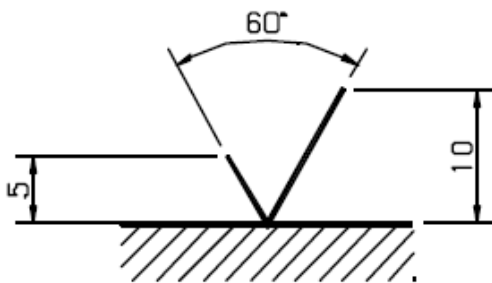
Indicação de rugosidade superficial no desenho Técnico Mecânico – NBR 6405-88

- Rugosidade superficial é o conjunto de irregularidade microgeométricas resultante na superfície de um elemento mecânico após sua fabricação.
- A unidade de rugosidade superficial é o **micrometro** ($1\mu\text{m} = 10^{-3}$ milímetros).

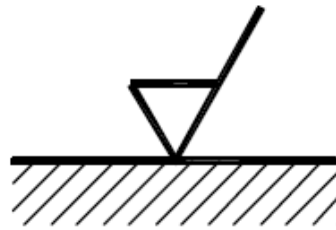
Indicação de rugosidade superficial



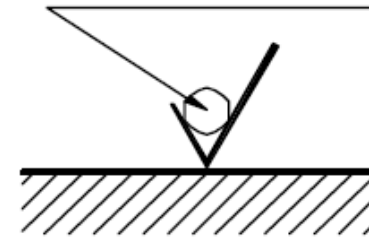
Sinal básico



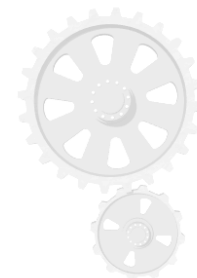
Sinal com retirada de material



Sinal sem retirada de material
(raio do círculo=2,5mm)

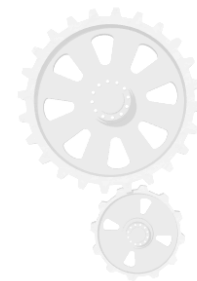


Classes e Valores

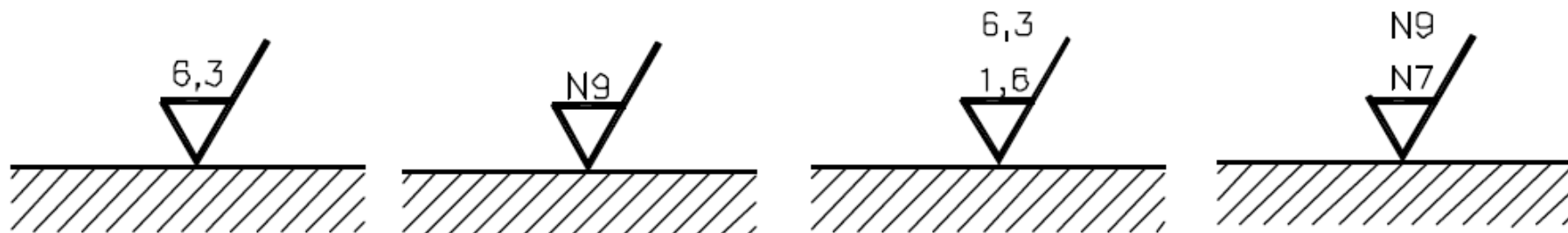


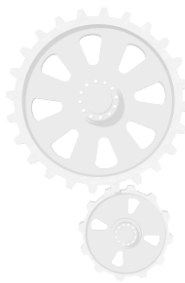
CARACTERÍSTICAS DA RUGOSIDADE (Ra)	
Classes de rugosidade	Desvio médio aritmético Ra (μm)
N 12	50
N 11	25
N 10	12,5
N 9	6,3
N 8	3,2
N 7	1,6
N 6	0,8
N 5	0,4
N 4	0,2
N 3	0,1
N 2	0,05
N 1	0,025

Formas de indicação da rugosidade

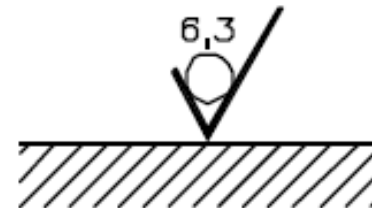
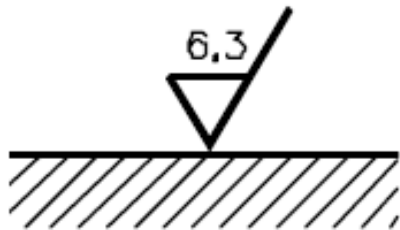


- A rugosidade pode ser indicada pelo seu valor, por um intervalo ou pela sua classe,

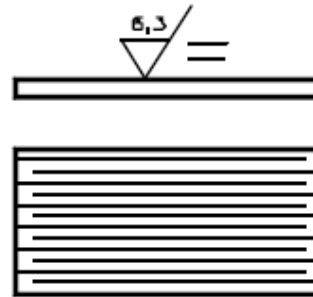
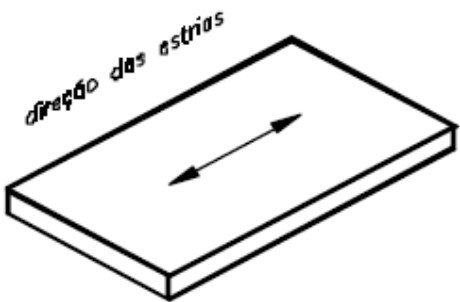
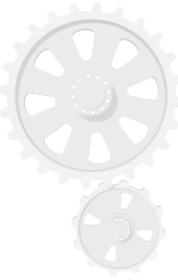




- Quando houver a necessidade da retirada de material da superfície da peça, para se atingir uma determinada rugosidade, esta rugosidade deverá ser representada, como na *Fig 1*,
- quando a remoção do material **não** for **permitido** para que a rugosidade seja atingida, esta deverá ser representada como na *Fig 2*.

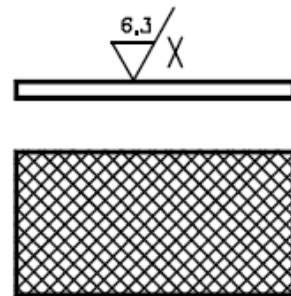
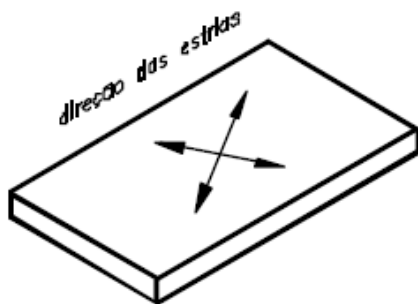


- Quando houver necessidade de indicar a direção das **estrias** deixadas na superfície durante o processo de polimento deve-se proceder das formas indicadas



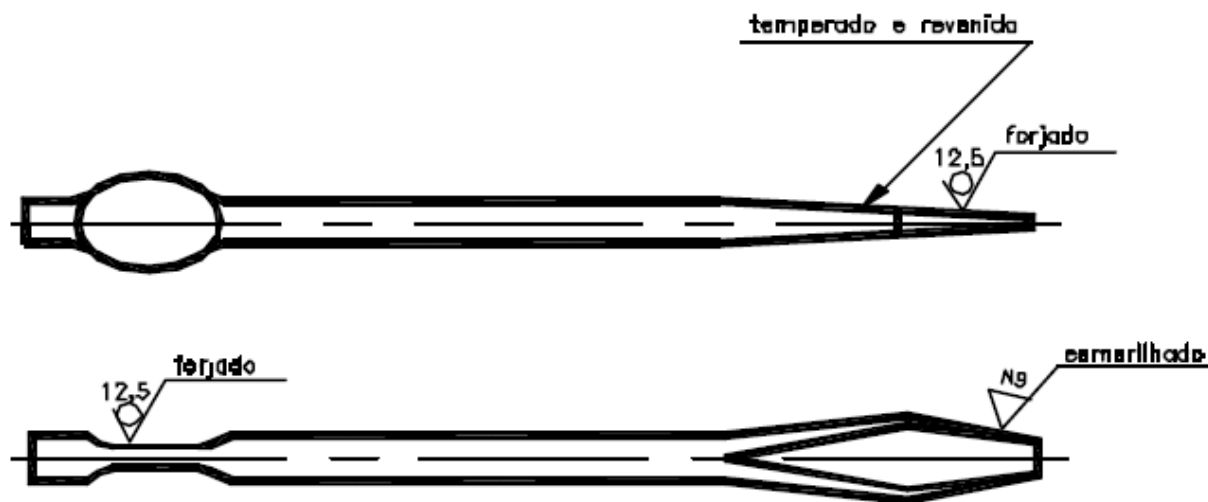
O símbolo = indica que as estrias são paralelas ao plano de projeção sobre o qual o símbolo é aplicado.

Observe que as estrias não são visíveis a olho nu, no exemplo ao lado isto foi feito apenas para uma melhor compreensão desta simbologia.

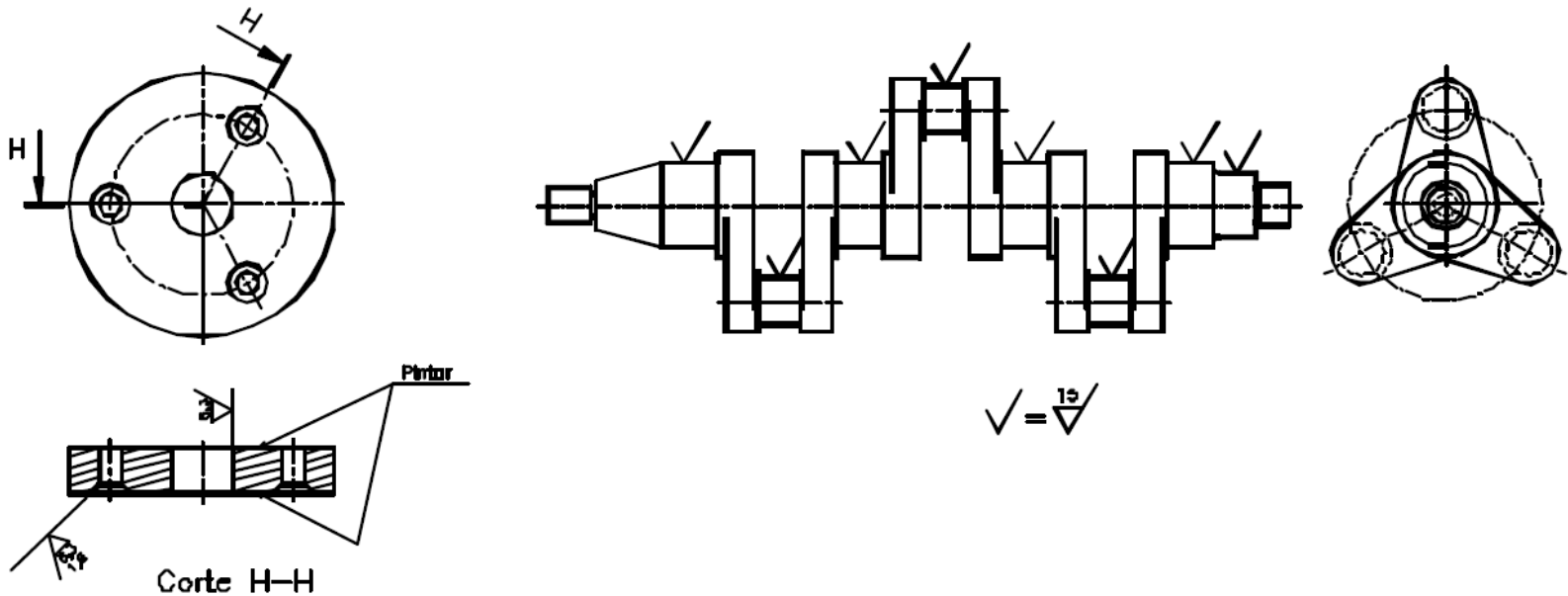


Quando as estrias em função do processo de fabricação devem ficar cruzadas em duas direções oblíquas, o símbolo indicado no lado direito da rugosidade é um X.

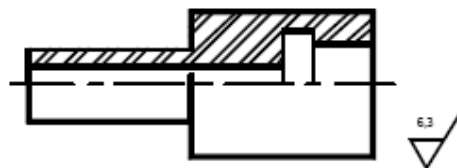
- Para indicar o processo de fabricação da peça ou um tratamento químico, termo-químico ou térmico, deve-se proceder de acordo com as formas apresentadas abaixo:



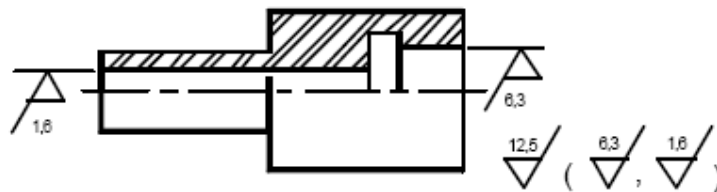
- Quando o valor da rugosidade for o mesmo em diversas superfícies da peça, indicar como mostrado na *Figura 3.1.8*.



Quando o sinal da rugosidade é indicado como mostrado na 1, deve-se ler que todas as superfícies da peça (superfícies internas e externas), deverão ter rugosidade $Ra=6,3\text{mm}$, com retirada de material.

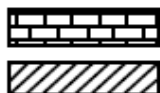


Quando o sinal da rugosidade é indicado como mostrado na *Figura 2*, deve-se ler que toda a peça (superfícies externas e interna) tem rugosidade $Ra=12,5\text{mm}$, exceto nas superfícies onde estiver indicado rugosidades $Ra=1,6\text{mm}$ e $Ra=6,3\text{mm}$, com retirada de material.



A rugosidade e os processo de fabricação

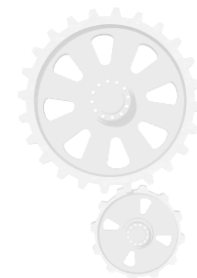
Simbologia antiga												
Rugosida máxima correspondente	50			6,3			0,8			0,1		
Classes de rugosidade	N12	N11	N10	M9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Rugosidade máxima	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
RUGOSIDADE ESPERADA EM ALGUNS PROCESSOS												
Serrar												
Limar												
Plainar												
Tornear												
Furar												
Alargar												
Fresar												
Brochar												
Raspar												
Retificar												
Polir												
Lapidar												



Rugosidade realizavel com usinagem comum

Rugosidade realizavel com cuidados e metodos especiais

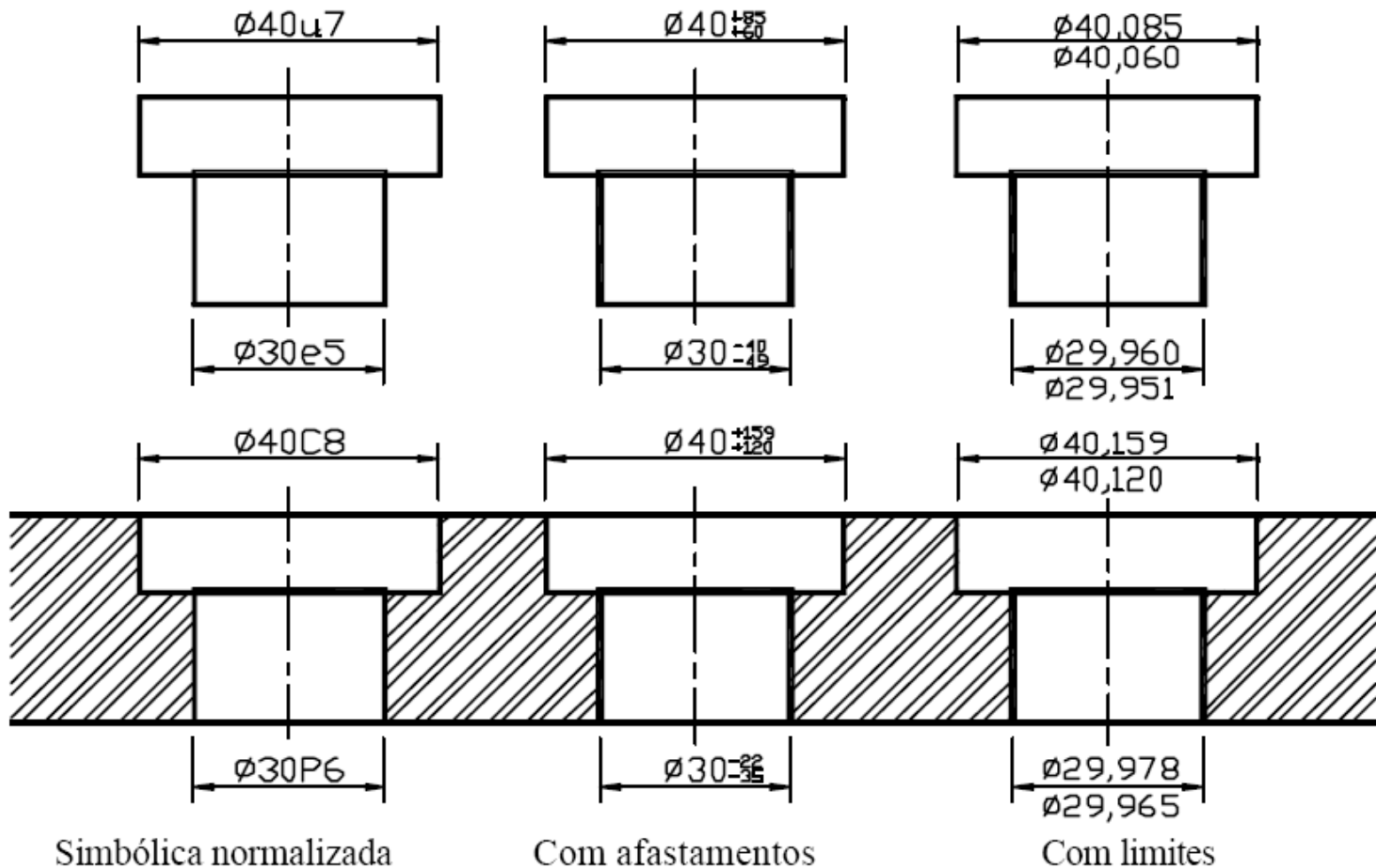
Indicação de tolerância dimensional - NBR 6158/95



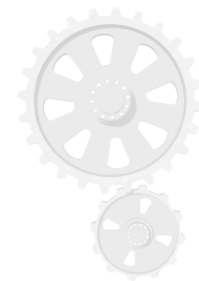
- Tolerância dimensional é a diferença entre a dimensão máxima e a dimensão mínima que uma peça pode assumir durante um processo qualquer de fabricação.
- **A tolerância dimensional nada mais é do que a variação para mais ou para menos na dimensão de uma peça em torno de sua dimensão nominal.**
- É de grande importância principalmente na fabricação de peças em série intercambiáveis, como parafusos, rolamentos, pistão de motores, pinos, engrenagens, eixos, etc.



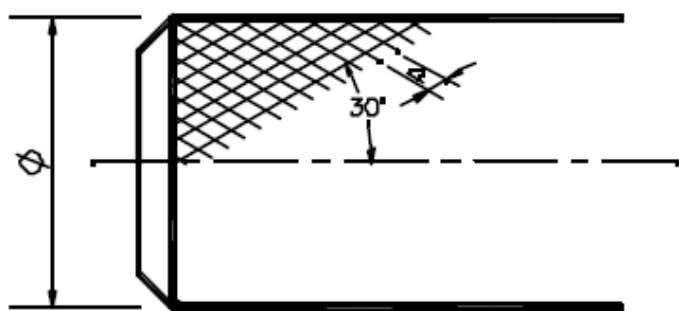
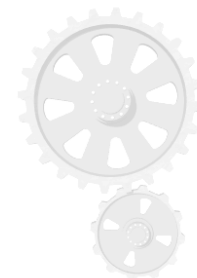
A unidade utilizada para indicar tolerância dimensional é o **micrometro** ($1\text{mm} = 10^{-6}\text{ metros} = 10^{-3}\text{ milímetros}$)



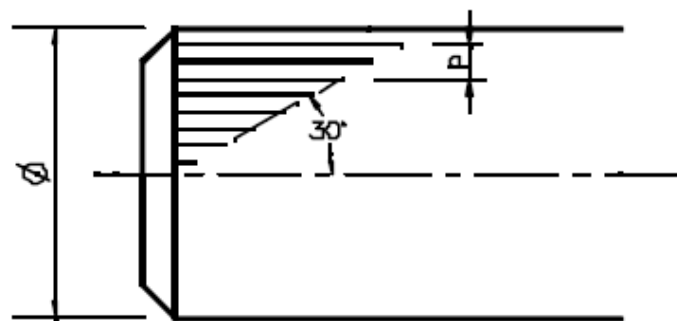
Indicação de recartilhado



Indicação de recartilhado



Recartilhado em X



Recartilhado paralelo

Tabela 3.3 – Passos padronizados de recartilhado (mm)

Paralelo	0,5	0,8	1	1,5	-
X	0,5	0,8	1	1,5	2



Exemplos de indicação:

Quando a dimensão gráfica do elemento permitir representar o recartilhado

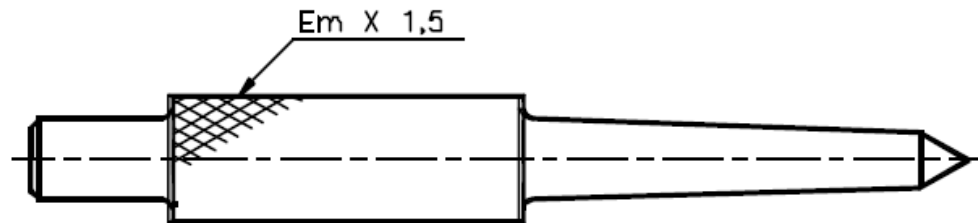


Figura 3.3.2 – Punção de marcar

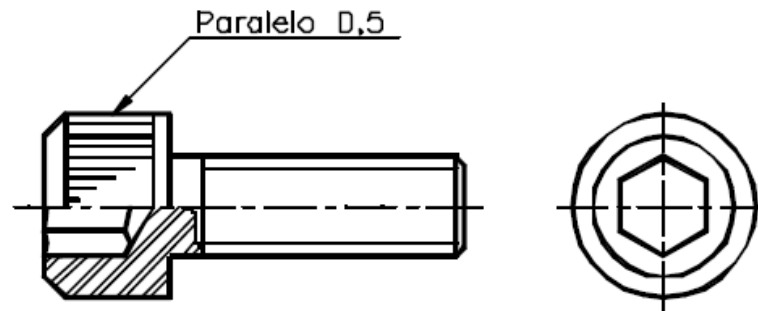


Figura 3.3.3 – Parafuso Halen

Exemplos de indicação:

Quando isto não for possível, seja por que a dimensão gráfica não permite ou pelo efeito de um corte

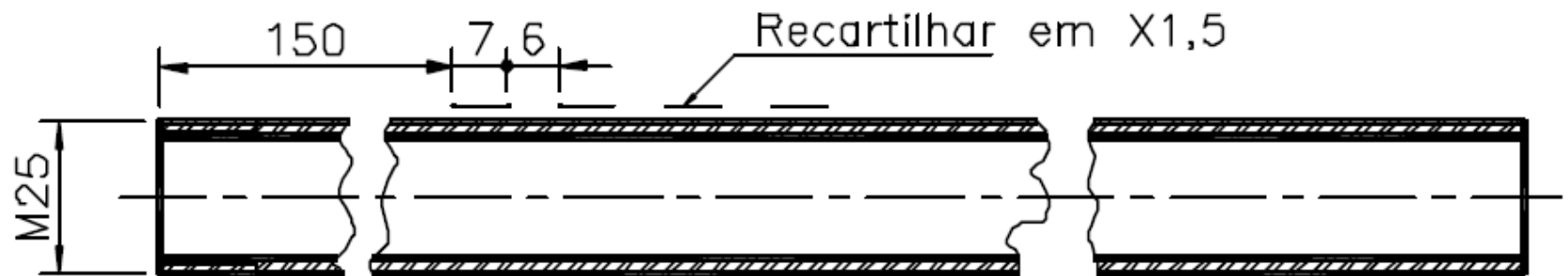
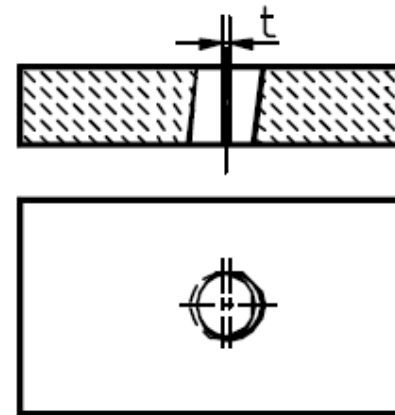
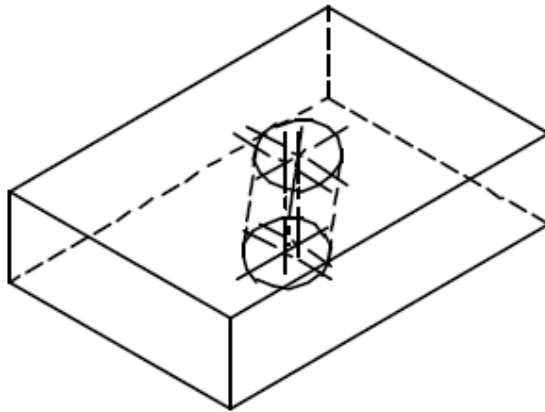


Figura 3.3.4 – Câmara de Bomba de Ar Manual

Tolerância geométrica

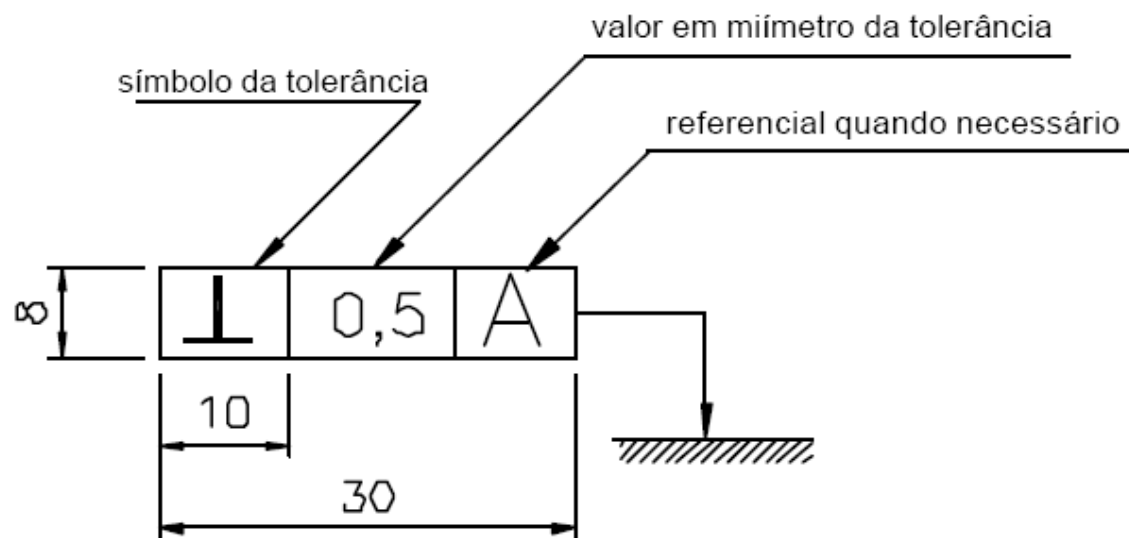
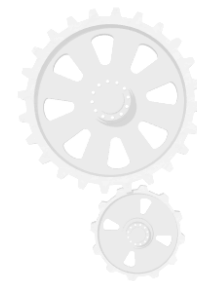
- São erros de fabricação ligados a forma, a orientação e a posição dos elementos mecânicos. Desta forma uma peça pode está dimensionalmente bem fabricada, mas ser geometricamente mal fabricada



Tipos de Tolerância Geométrica

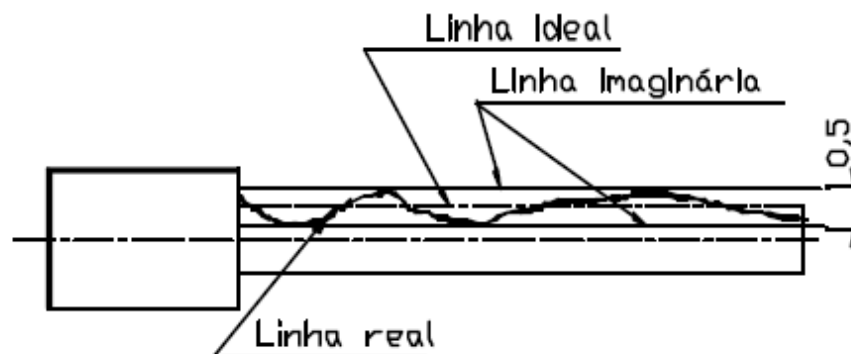
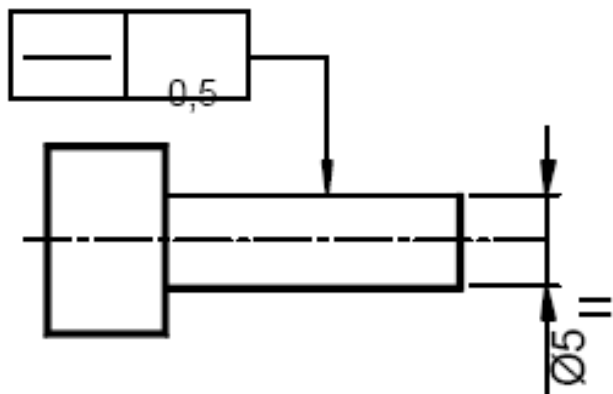
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE FORMA	
Retitude	
Planeza	▱
Circularidade	○
Cilindricidade	⊘
Forma de linha qualquer	⌒
Forma de superfície qualquer	Ⓓ
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE ORIENTAÇÃO	
Paralelismo	//
Perpendicularidade	⊥
Inclinação	∕
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE POSIÇÃO	
Posição de um elemento	⊕
Concentricidade	⊙
Coaxialidade	⊘
Simetria	≡
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE OCILAÇÃO (Batimento)	
Batimento	↗

Sinal gráfico para cotagem de tolerância geométrica e para o referencial

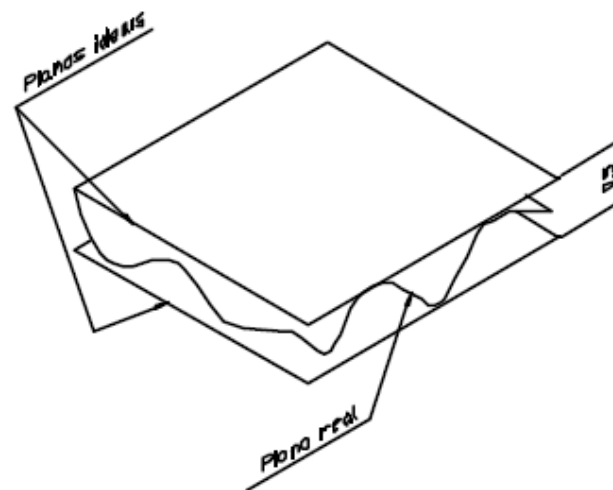
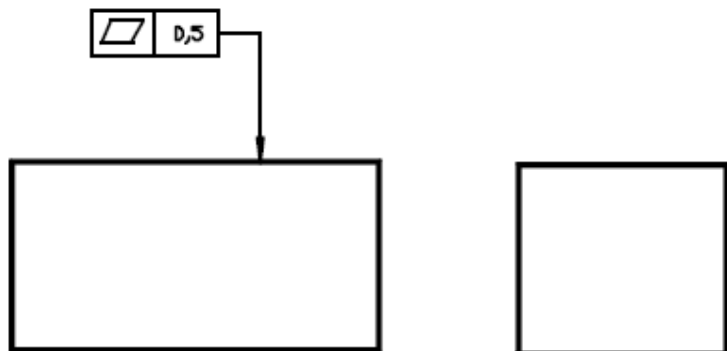


interpretação de tolerância geométrica de forma

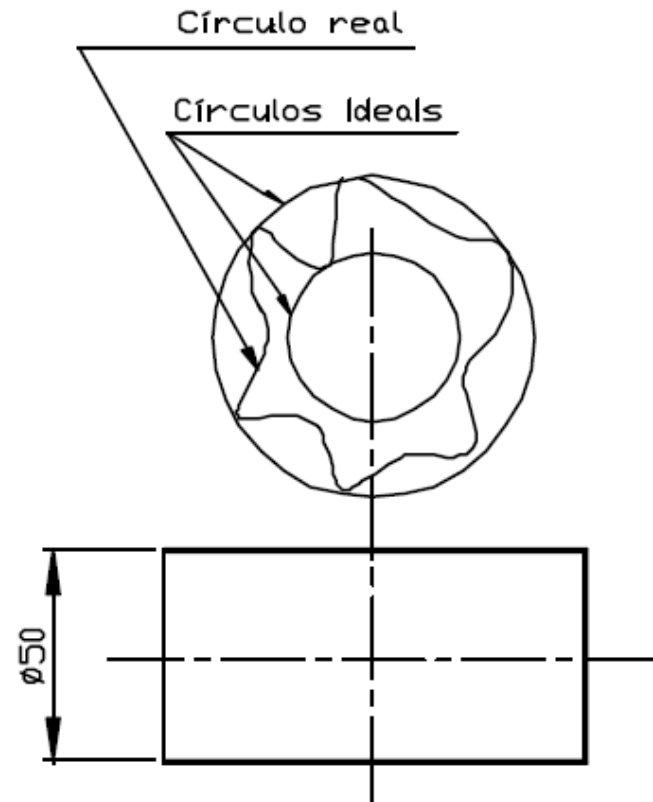
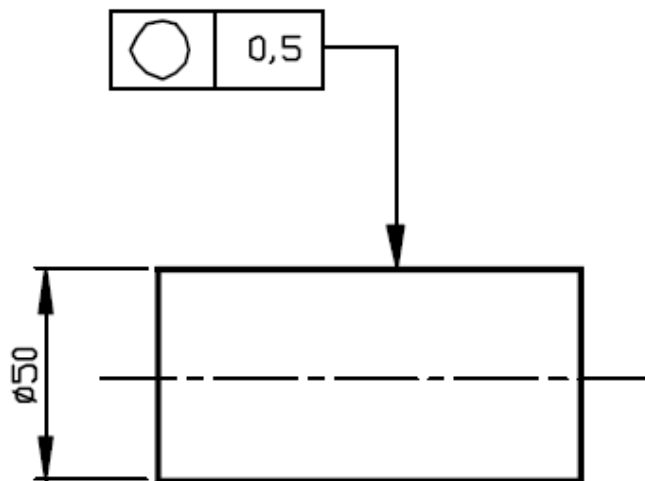
- **Retitude:** Uma peça será considerada "reta", se o seu erro estiver dentro do campo da tolerância (t), onde este campo é definido por um retângulo de comprimento igual ao trecho que se quer medir a retitude e de altura igual a t



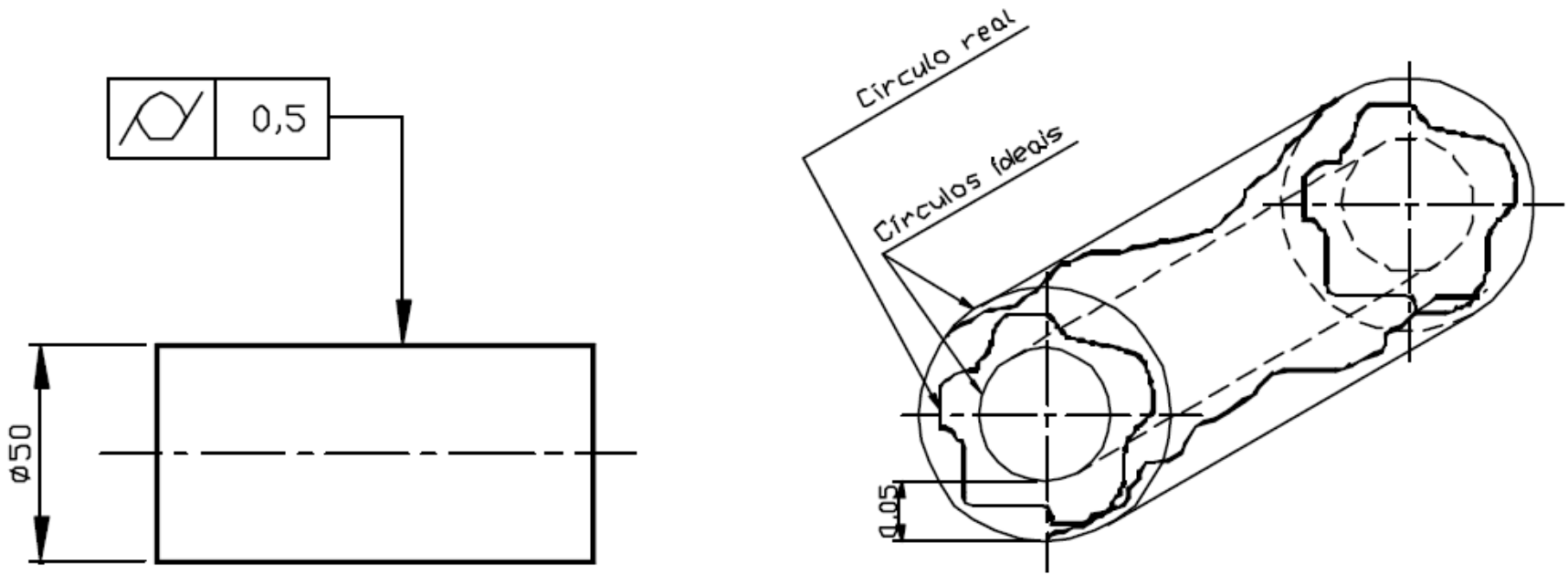
- **Planeza:** Uma determinada superfície de uma peça será considerada "plana" para uma determinada utilização, quando o erro estiver dentro do campo da tolerância. Este campo está compreendido entre dois planos ideais paralelos, distanciados da tolerância (**t**).



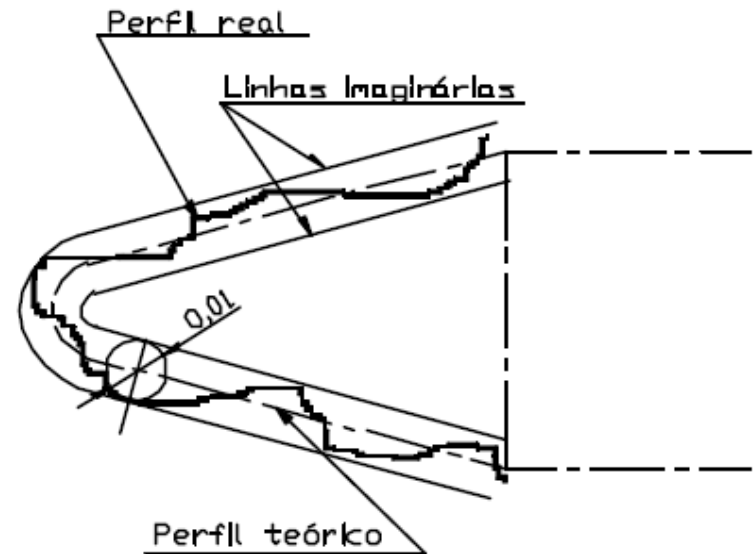
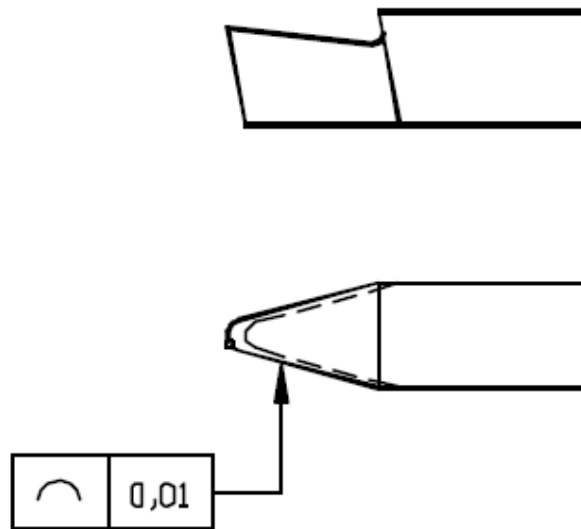
- **Circularidade:** Uma peça será considerada circular, quando o círculo real ficar compreendido entre duas circunferências concêntricas ideais distanciadas radialmente da tolerância (t).



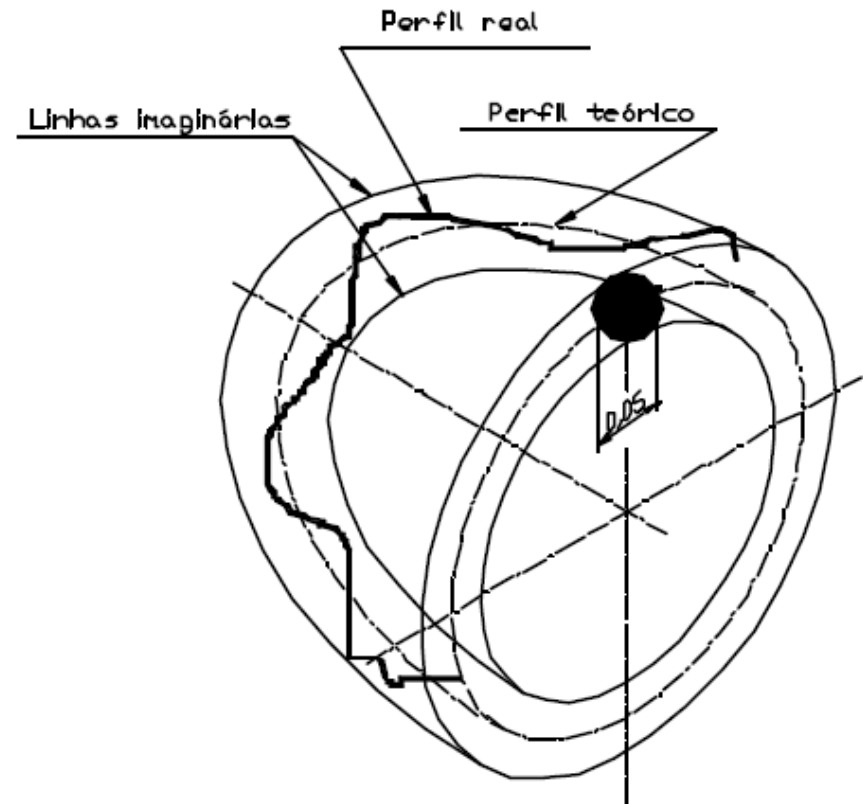
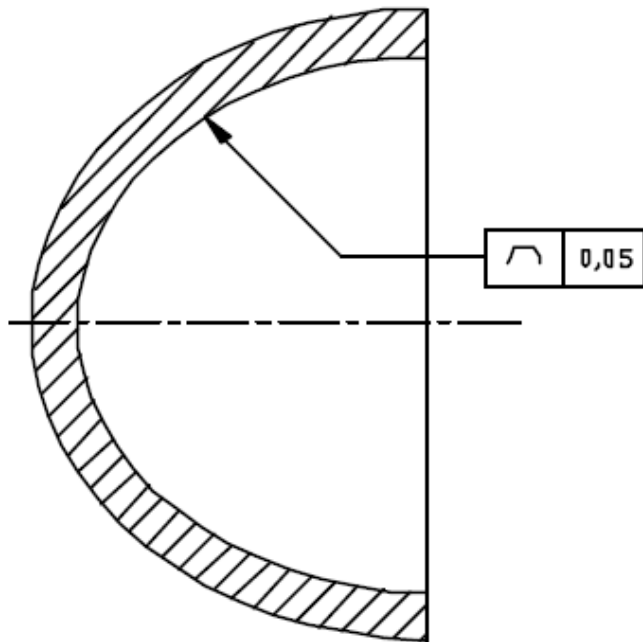
- **Cilindricidade:** Uma peça será considerada cilíndrica, se o erro de cilindricidade for inferior à tolerância indicada. O cilindro real deve se encontrar entre dois cilindros ideais, que se encontram separados radialmente de uma distância igual à tolerância (t).



- **Forma de linha qualquer:** A tolerância de forma para o perfil de forma qualquer de um elemento, é definida por duas linhas imaginárias, cuja distância ente si é determinada por uma circunferência de diâmetro t , que tem o seu centro se deslocando sobre o perfil teórico desejado.

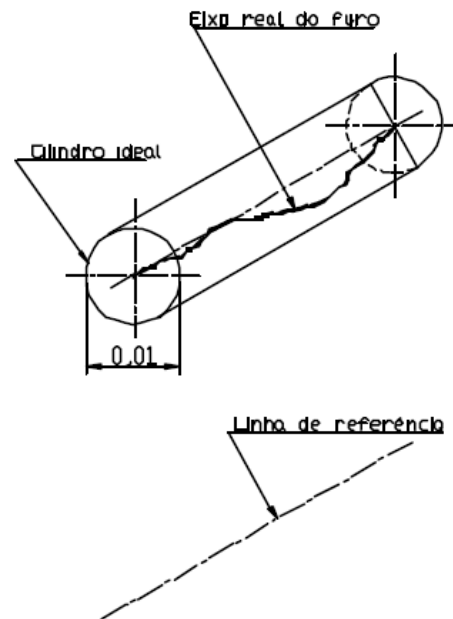
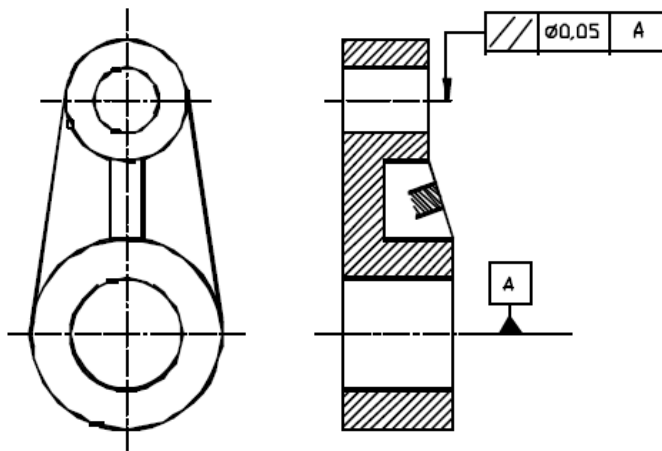


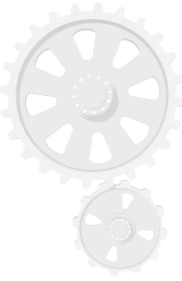
- **Forma de superfície qualquer:** É semelhante ao caso anterior, apenas que serão duas superfícies imaginárias que têm os seus contornos definidos por uma esfera de diâmetro (t) e que tem o seu centro se deslocando sobre uma superfície teórica.



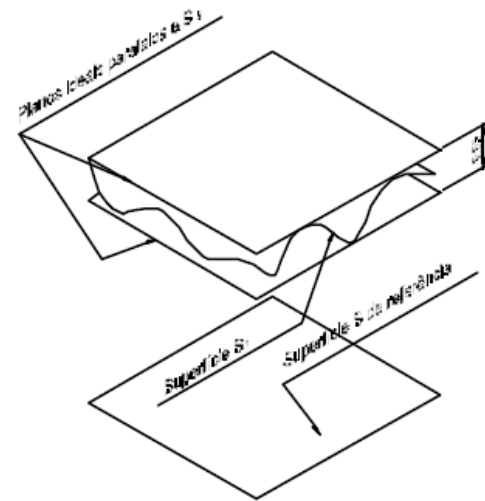
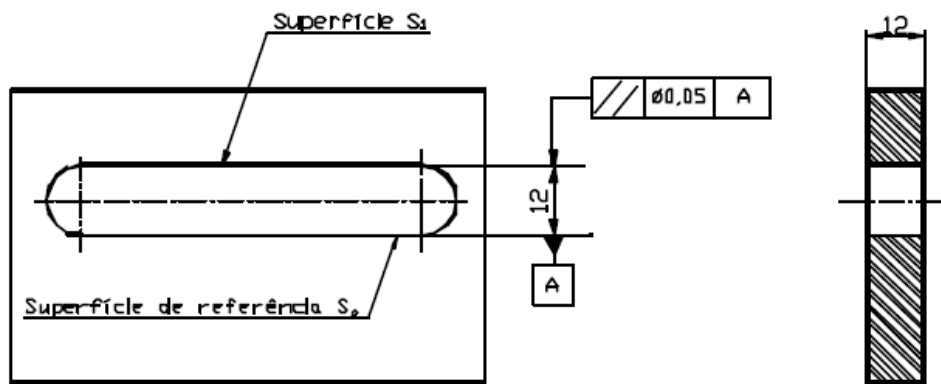
interpretação de tolerância geométrica de orientação

- **Paralelismo:** Uma linha será considerada paralela a outra se todos os seus pontos se encontrarem entre duas retas ideais paralelas separadas da tolerância t ou no interior de um cilindro de diâmetro de diâmetro t , e que seja paralela à linha de referência. O mesmo raciocínio deve ser empregado para definir paralelismo entre dois planos

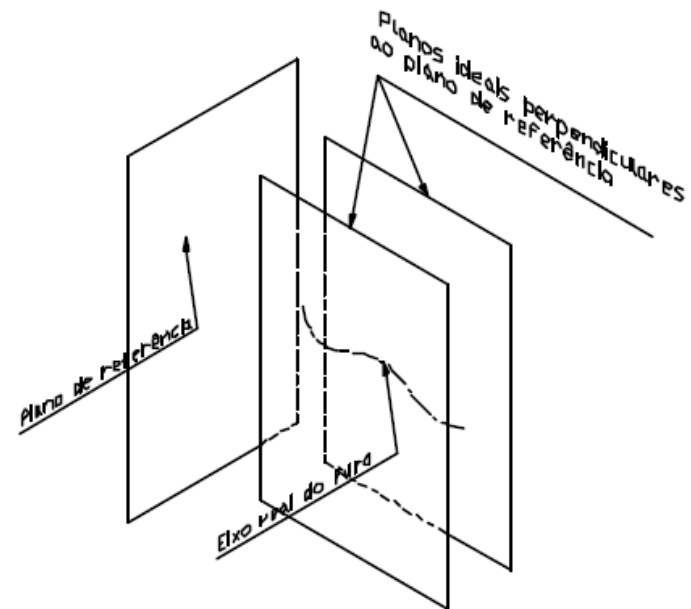
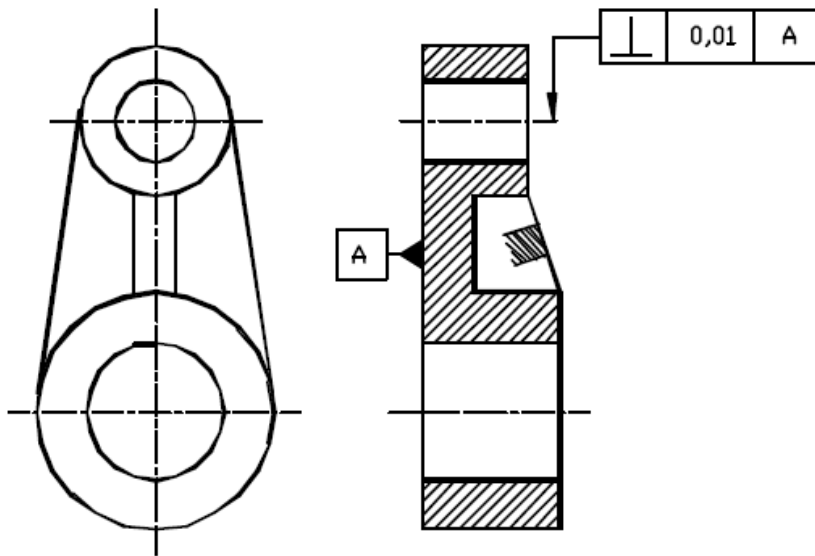




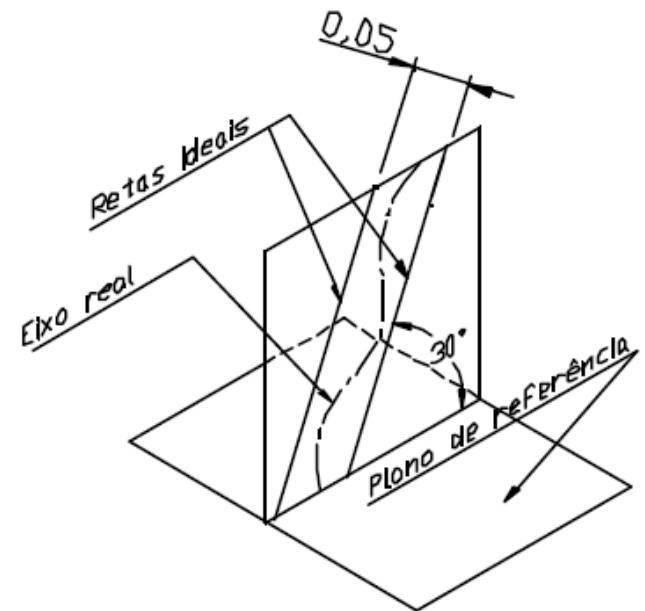
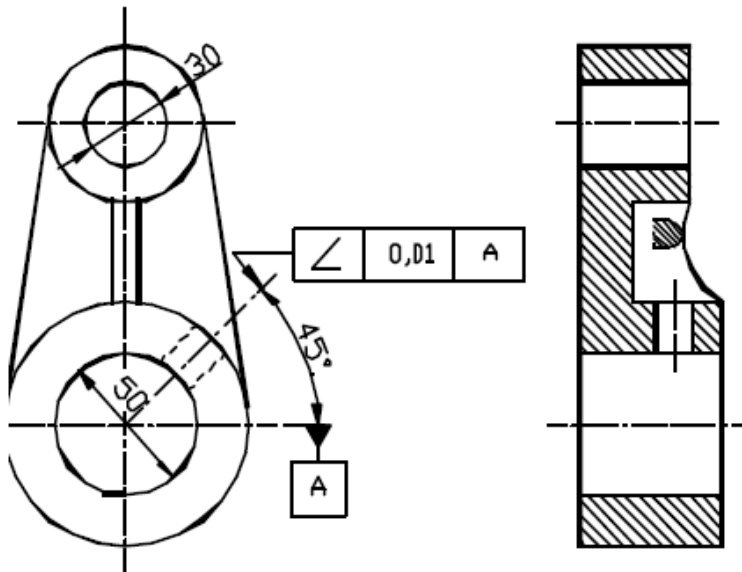
Paralelismo:



- **Perpendicularidade:** Uma linha será considerada perpendicular a uma superfície de referência, se o seu erro se encontrar dentro do campo da tolerância (t), definido por dois planos ideais perpendiculares à superfície de referência e distanciados de (t). Se a tolerância vier precedida do símbolo f , o campo da tolerância passará a ser definido por um cilindro ideal de diâmetro t , perpendicular ao plano de referência

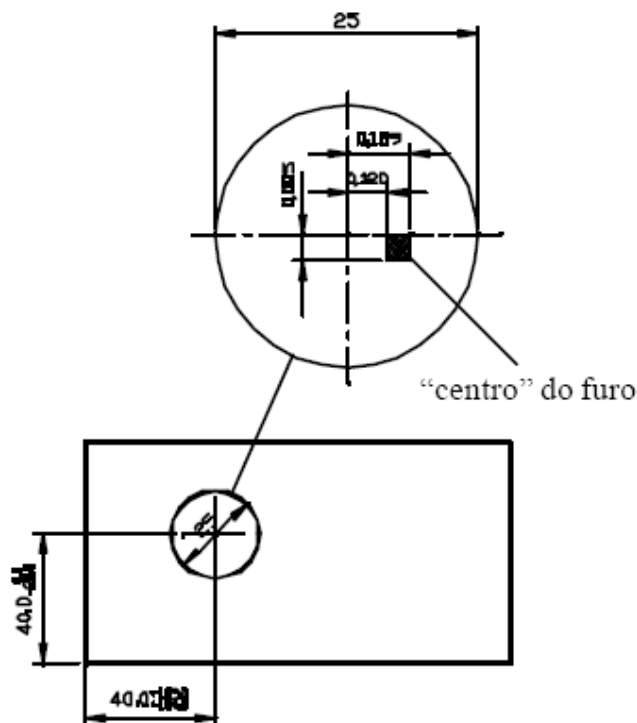


- **Inclinação:** O erro de inclinação de um elemento, é medido entre duas retas ideais coplanares separadas de uma distância igual ao valor da tolerância (t), e inclinadas do ângulo α em relação à superfície de referencia



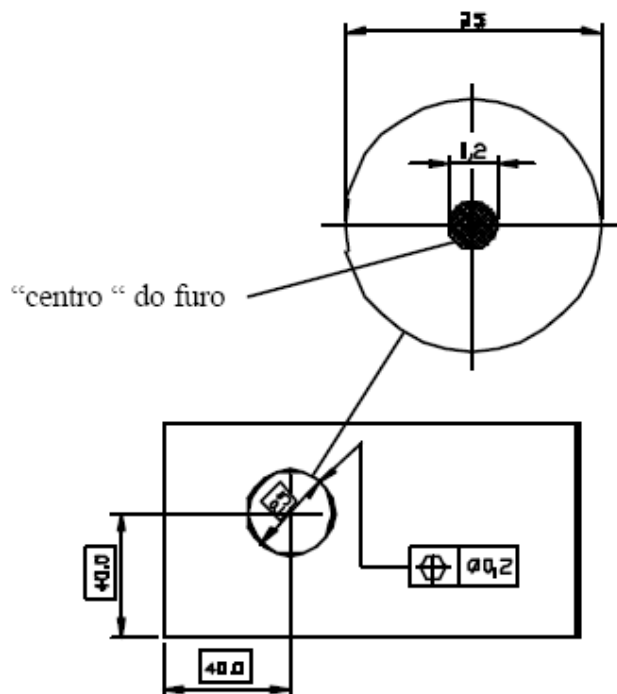
interpretação de tolerância geométrica de posição

- **Localização:** Quando a localização de um elemento é de importância, é necessário a indicação da tolerância para a sua posição ou localização.
 - **tolerância**
 - o centro do furo resulta em um retângulo cujas dimensões é o campo da tolerância.

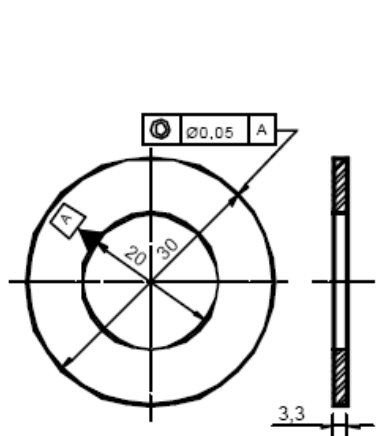


– tolerância de localização.

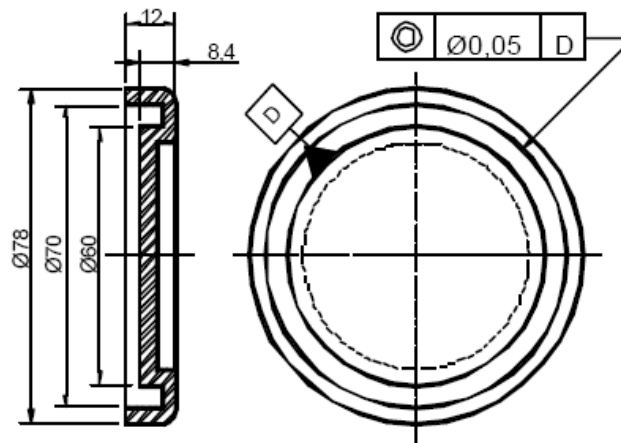
- tem-se para o centro, uma área definida por uma circunferência cujo diâmetro é o valor da tolerância
- Na cotação com Tolerância Geométrica de Localização, as cotas de **posição** e de **forma** (diâmetro), devem vir no interior de um retângulo, indicando suas dimensões teóricas



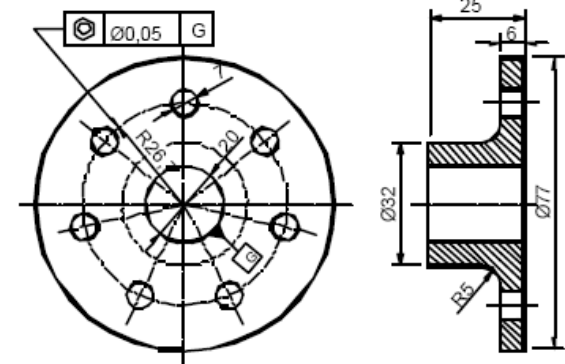
- **Concentricidade:** É indicado normalmente em peças com formas circulares concêntricas, de pequena espessura, para quantificar o erro admissível ligado à excentricidade deste elemento. O erro de **Concentricidade** é medido em relação ao centro teórico da circunferência



(a) Arruela

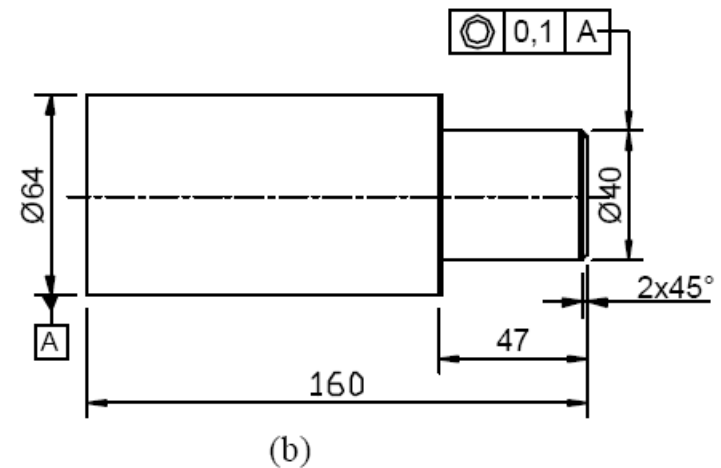
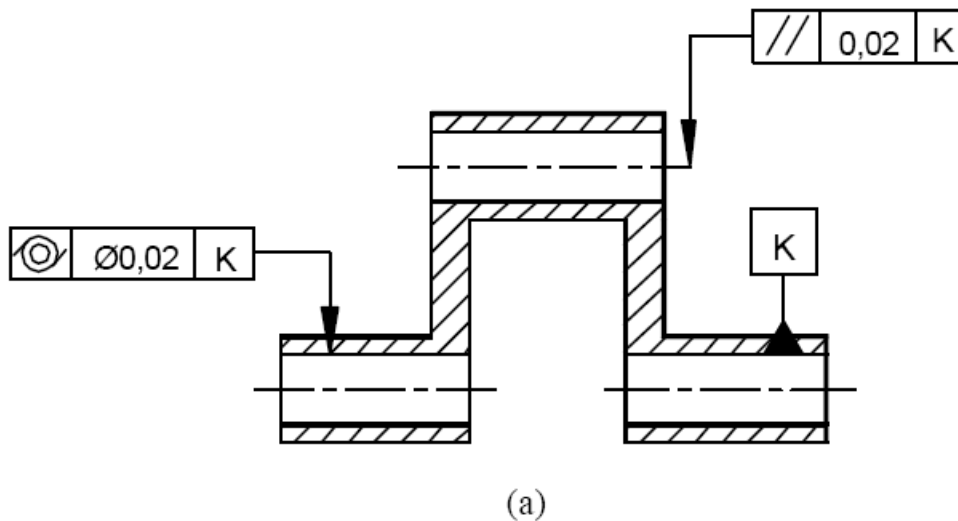


(b) Tampa



(c) Flange

- **Coaxialidade:** É indicado normalmente em peças com formas cilíndricas escalonadas, para quantificar o erro admissível ligado à excentricidade deste elemento. O erro de **Coaxialidade** é medido em relação ao eixo teórico do elemento cilíndrico



- **Simetria:** Em alguns elementos mecânicos a condição de simetria é necessária para o seu bom funcionamento, seja um rasgo, ranhura, furo, etc. Como a simetria também é um conceito teórico não realizável na prática, torna-se necessário indicar uma tolerância para esta condição, que é conseguida quando o eixo de simetria real da peça fica no interior do campo de tolerância definido por duas retas paralelas ou dois planos ideais, simétricos em relação ao eixo de simetria de referência

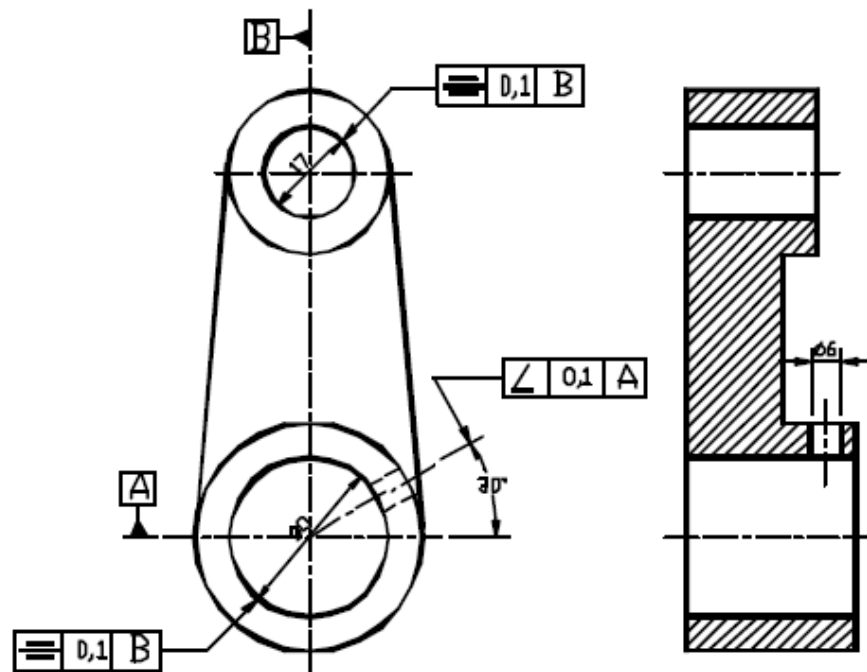


Figura – 3.4.10 – Indicação de tolerância de simetria