

FICHA 2 – TRABALHO DE BANCADA

O fabrico de moldes: um case study sobre as operações de bancada

Os moldes são ferramentas usadas no fabrico de peças por moldação. Um plástico ou um metal no estado líquido é introduzido na cavidade do molde onde arrefece e fica com a forma dessa cavidade.

Sobre as operações de bancada estudamos o caso do fabrico de moldes. Na indústria de moldes a bancada é o setor onde é feito a montagem, ajustamento e acabamento das diversas peças que constituem o molde.

Todas as peças, depois de totalmente produzidas, são reencaminhadas para a bancada (Quadro 4), inicialmente são limpas, analisadas e conferidas as dimensões, de forma a perceber se não sucederam percalços na sua produção,

Etapas típicas na bancada

1 Limpeza e verificação das várias peças

Há medida que as peças foram produzidas, procedeu-se à limpeza, verificação e medição das mesmas de forma a garantir que todos os requisitos foram cumpridos. Nesta fase são feitos alguns procedimentos de forma a melhorar o aspeto e funcionamento das várias peças ou chapas, tais como lixar a peça de forma a atribuir um aspeto e textura homogénea para minimizar as marcas deixadas pelas várias ferramentas durante o processo de maquinação.

Neste processo é fundamental: limpar a peça; desgordurar a peça; lixar a peça, para retirar todas as marcas de oxidação (ferrugem) existente; lixar os planos e paredes, de forma a minimizar as marcas resultantes das ferramentas no processo de maquinação; medir e comparar com os desenhos 2D de forma a garantir que todas as tolerâncias exigidas pelo cliente foram cumpridas.

2 Ajustamento

O ajustamento dos vários componentes do molde é essencial, para garantir um bom funcionamento. Para isso as várias peças foram montadas e ajustadas manualmente. O ajustamento é feito com a ajuda de uma tinta própria, aplicada na peça que se deseja ajustar.

Quando montada e apertada a peça no sítio correspondente, é desejado que a superfície marque a face oposta de uma forma uniforme, caso contrário, se a superfície não ficar marcada uniformemente como se pode observar na Figura 5 essa superfície terá que ser ajustada, e todo o processo repetido novamente.

É fundamental garantir um ajustamento perfeito, entre zonas moldantes, uma vez que estas iram ser as zonas de contacto com o material injetado, é essencial assim garantir uma vedação perfeita entre ambas, para que a peça produzida não possua imperfeições.

Este é um processo bastante demorado, e de elevada precisão, fundamental ao bom funcionamento mecânico do molde. Só assim se pode garantir a produção das peças desejadas, cumprindo os requisitos impostos pelo cliente.

As principais zonas a ajustar para garantir o bom funcionamento do molde são: as zonas moldantes (Figura 6), assim como todos os seus componentes (postigos, balances e extratores) e todos os elementos móveis, em que é fundamental garantir o seu movimento correto e livre.

Quadro 4 - Sequencia de trabalhos na Bancada



Ajustamento de componentes

A operação de ajustamento consiste em ajustar o componente ao alojamento a que está destinado. O ajustamento serve para eliminar as cristas deixadas pela maquinação das CNC, que, por vezes, impossibilitam o perfeito ajustamento do componente.

Para ajustar o componente à caixa usa-se tinta de zarcão, para marcar o componente ou a caixa e, um material abrasivo (retificador pneumático, lima ou pedra) para retirar o material em excesso. A tinta de zarcão indica ao operador as zonas onde tem que retirar o material. Quando se insere o componente não pintado no local pintado este vai ficar em contacto (pintar) nas zonas onde existir material em excesso, como se pode ver na Figura 49.

Quando já não existir material em excesso, todas as faces do componente estarão em contacto com a caixa, como tal, todas as faces estarão pintadas e dá-se por concluída a operação. Na figura seguinte, Figura 50, pode ver-se um exemplo de um componente acabado de ajustar, que tem as superfícies pintadas com a tinta de zarcão.

É fundamental, o rigor na produção da peça, de forma a preencher os requisitos impostos pelo cliente, assim como uma boa apresentação. Para isso são retiradas eventuais manchas existentes de oxidação, lixados todos os planos ou paredes de forma a minimizar as marcas deixadas pelas ferramentas ao longo dos percursos de

maquinação e pequenas imperfeições provenientes de pequenos erros de programação e produção.

No final de todo este processo, a peça é lavada com um líquido que permite retirar toda a sujidade e pulverizada com óleo antioxidante para conservar a peça.

No final deste processo, dependendo do cliente, as peças são encaminhadas de forma diferente, podendo-se tratar apenas de peças para uma estrutura a montar fora da empresa, ou por outro lado ser uma estrutura de um molde interno, que será posteriormente montado e afinado.

Polimento

Polimento de molde é o trabalho de baixar a rugosidade superficial do material base nas cavidades, partindo-se da deixada pela maquinação ou eletroerosão, com a utilização de ferramentas operadas manualmente, de acionamento elétrico, eletrônico ou pneumático, em etapas específicas relativas à pressão exercida e tempo utilizado, até que se obtenha a superfície ideal para o que foi determinado

O fino acabamento de superfícies na construção de moldes, apesar de todas as técnicas computadorizadas e de controle, permanece até o presente sob domínio dos instrumentos operados manualmente.

1.1 O Que é Polimento?

Polimento é baixar a rugosidade das superfícies do molde, através de desbastes em etapas definidas, com a utilização de abrasivos e acessórios de movimentação de diferentes durezas.

A diferença entre uma superfície de baixa rugosidade espelhada e uma opaca é o arredondamento dos picos que refletem a luz em linhas paralelas na espelhada enquanto na opaca as linhas são dispersas devido aos picos serem pontiagudos.

1.2 Por que as Superfícies São Polidas?

Podemos dividir o polimento em dois níveis: Funcional e Visual.

1.2.1 Polimento funcional

- A peça de plástico deixa-se extrair com muito mais facilidade.
- Redução dos ciclos de moldagem por injeção devido a um melhor preenchimento do molde.
- Diminui a pressão de fechamento no processo de moldagem por injeção.
- É facilitada a criação de peças de plástico de paredes finas.
- É mais fácil limpar ferramentas com superfícies polidas.
- O perigo de corrosão é menor.
- Destinado a posterior texturização.

1.2.2 Polimento visual

- O produto final possui uma superfície lisa, brilhante e/ou translúcida.

POLIMENTO E REPOLIMENTO

O polimento compreende o molde vindo da maquinação ou eletroerosão, enquanto que o repolimento é somente para devolver a superfície a qualidade ideal de trabalho.

O repolimento pode encontrar muitas dificuldades para ser executado dependendo do motivo que o levou a necessidade do trabalho, sendo que pode ocorrer a necessidade de usinar a parte afetada e desta forma deverá ser esta região novamente polida.

7 POLIMENTO E A ALTERAÇÃO DIMENSIONAL

O material ideal a ser retirado no polimento seria a do valor da rugosidade R_t , que mede a distância entre o maior pico e a menor depressão, levando-se em consideração também, a irregularidade da proveniente da maquinação e/ou a espessura da camada dura da eletroerosão.

Dependendo da tolerância, o polimento errado pode inutilizar o produto que está sendo polido, portanto o material a ser retirado no polimento deve ser analisado junto com a tolerância dimensional da peça a ser produzida.

CONCLUSÃO

- Por se tratar de um trabalho manual, os equipamentos aceleram e facilitam os movimentos, porém as habilidades manuais inatas de cada um se sobrepõem.
- Um trabalho com consciência, esmero, destreza, atenção, organização, versatilidade e limpeza é imprescindível para o bom resultado de polimento.
- O polimento necessita tempo que deve ser considerado no cronograma de confecção da ferramenta, ainda na etapa inicial de projeto.
- Sendo a última etapa do trabalho, se for executada por pessoas não capacitadas, todo o que se produziu poderá ter que ser refeito ou até se iniciar todo o processo produtivo novamente com todas as consequências que isto pode acarretar.

Estado da superfície

A produção de uma peça, ou de um objeto qualquer, parte sempre de um corpo bruto para, passo a passo, chegar ao estado acabado. Durante o processo de fabricação, o material bruto sofre transformações de forma, de tamanho e de propriedades.

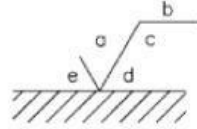
A peça pronta deve ficar de acordo com o seu desenho técnico. Você já sabe que o desenho técnico traz informações sobre as características geométricas e dimensionais da peça. Você já aprendeu, também, que certos desvios de tamanho e de forma, dentro de limites de tolerância estabelecidos no desenho técnico, são aceitáveis porque não comprometem o funcionamento da peça.

Mas, em alguns casos, para garantir a perfeita funcionalidade da peça, é necessário especificar, também, o acabamento das superfícies, isto é, a aparência final da peça e as propriedades que ela deve ter. As informações sobre os estados de superfície são indicadas, no desenho técnico, através de simbologia normalizada.

Qual o valor da rugosidade Ra para a classe **N 5**?

R.: Ra =

Cada uma das indicações de estado de superfície é representada em relação ao símbolo, conforme as posições a seguir:



Relembre o que cada uma das letras indica:

a - valor da rugosidade Ra, em μm , ou classe de rugosidade N 1 a N 12;

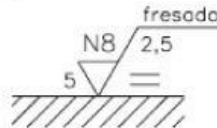
b - método de fabricação, tratamento ou revestimento da superfície;

c - comprimento da amostra para avaliação da rugosidade, em mm;

d - direção predominante das estrias;

e - sobremetal para usinagem (μm).

Analise o próximo exemplo, com indicação de estado de superfície e depois resolva o exercício.



Verificando o entendimento

Escreva nas lacunas, as informações solicitadas:

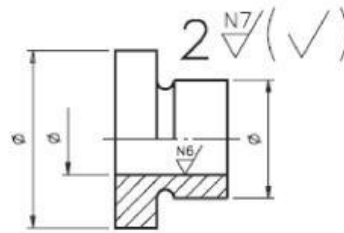
a) classe de rugosidade:..... **d)** direção das estrias:.....

b) processo de fabricação:..... **e)** sobremetal p / usinagem:.....

c) comprimento da amostra:

Veja agora as respostas corretas: **a)** classe de rugosidade: N 8; **b)** processo de fabricação: fresagem; **c)** comprimento da amostra: 2,5 mm; **d)** direção das estrias: paralelas ao plano vertical; **e)** sobremetal para usinagem: 5 mm.

Analise o próximo desenho e resolva o exercício proposto, para verificar se este assunto ficou bem compreendido.



Verificando o entendimento

Preencha as lacunas:

- A classe de rugosidade da maioria das superfícies da peça é
- O número que indica a posição da peça no conjunto é
- A superfície do furo deve ter a classe de rugosidade
- O valor, em μm da rugosidade da superfície do furo é:

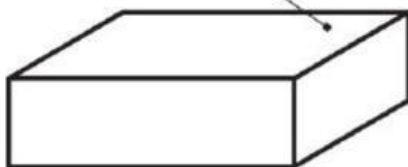
Veja as respostas corretas: **a)** A classe de rugosidade da maioria das superfícies da peça é N 7; **b)** O número que indica a posição da peça no conjunto é 2; **c)** A superfície do furo deve ter a rugosidade N 6 e **d)** A rugosidade da superfície do furo é de 0,8 mm , conforme a tabela apresentada nesta aula.

AULA

30

SUPERFÍCIES

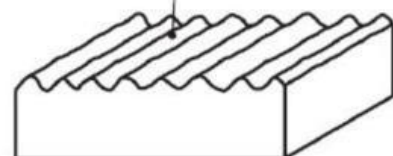
SUPERFÍCIE GEOMÉTRICA



Ideal

A superfície geométrica é, por definição, perfeita.

SUPERFÍCIE REAL



Superfície real, uma herança do método empregado na usinagem.

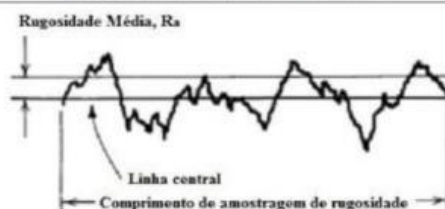
Real

Equação Característica

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx$$

Rugosidade média (R_a)

Esquema Representativo



SÍMBOLO	SIGNIFICADO	CORRESPONDÊNCIA DE SIMBOLOGIA (Indicando Rugosidade)
~	Indica que a superfície deve permanecer bruta, sem acabamento, e as rebarbas devem ser eliminadas.	✓
▽	Indica que a superfície deve ser desbastada. As estrias produzidas pela ferramenta podem ser percebidas pelo tato ou visão.	de N10 a N12
W	Indica que a superfície deve ser alisada, apresentando dessa forma marcas pouco perceptíveis à visão.	de N7 a N9
W	Indica que a superfície deve ser polida, e assim ficar lisa, brilhante, sem marcas visíveis.	de N4 a N6

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
~	Indica que a superfície deve permanecer bruta, sem acabamento, e as rebarbas devem ser eliminadas.
▽	Indica que a superfície deve ser desbastada. As estrias produzidas pela ferramenta podem ser percebidas pelo tato ou visão.
W	Indica que a superfície deve ser alisada, apresentando dessa forma marcas pouco perceptíveis à visão.
W	Indica que a superfície deve ser polida, e assim ficar lisa, brilhante, sem marcas visíveis.

SIMBOLOGIA QUANTITATIVA

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

Processos de fabricação x rugosidade

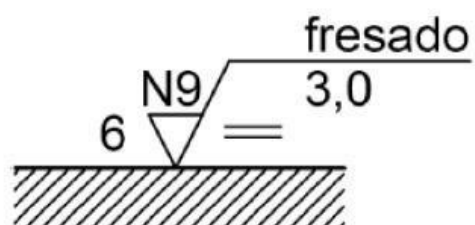
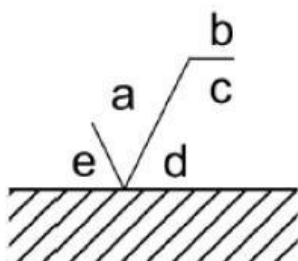
Operação/ processo de fabricação	Rugosidade média R_a (μm)													
	60	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.06	0.025	0.012	
Corte por chama														
Corte com serra														
Limar, apalnar														
Furação (broca helicoidal)														
Mandrilar														
Escarear														
Fresar														
Tornear														
Corte por faço														
Retificar														
Affiar (pedra)														
Esmerilar														
Polimento														
Superacabamento														
Fundição em molde de areia														
Laminação a quente														
Forjamento														
Fundição em molde permanente														
Extrusão														
Laminação, Estampagem														
Fundição injetada														

Desenho Técnico Mecânico

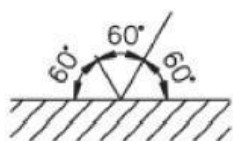
TABELA: Características da Rugosidade (R_a)	
Classes de rugosidade	Desvio médio aritmético (μm)
N 12	50
N 11	25
N 10	12,5
N 9	6,3
N 8	3,2
N 7	1,6
N 6	0,8
N 5	0,4
N 4	0,2
N 3	0,1
N 2	0,05
N 1	0,025

SIMBOLOGIA

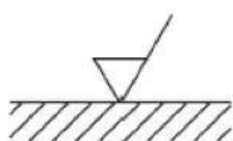
- a - valor da rugosidade R_a , em μm , ou classe de rugosidade N 1 a N 12;
- b - método de fabricação, tratamento ou revestimento da superfície;
- c - comprimento da amostra para avaliação da rugosidade, em mm;
- d - direção predominante das estrias;
- e - sobremetal para usinagem (m).



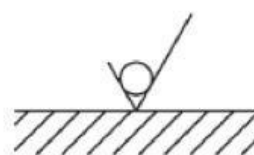
INDICAÇÃO EM PROJETO



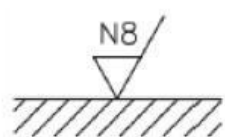
símbolo básico



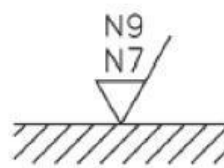
remoção exigida



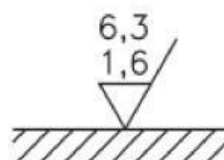
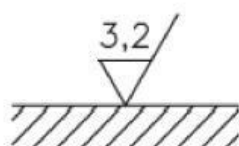
remoção não permitida



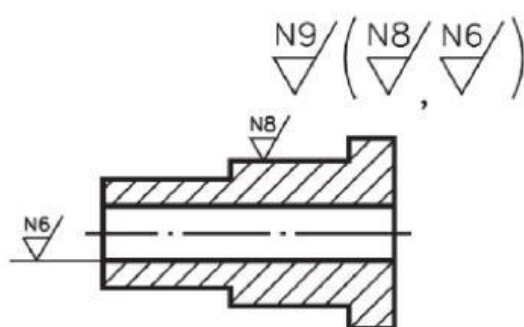
valor único



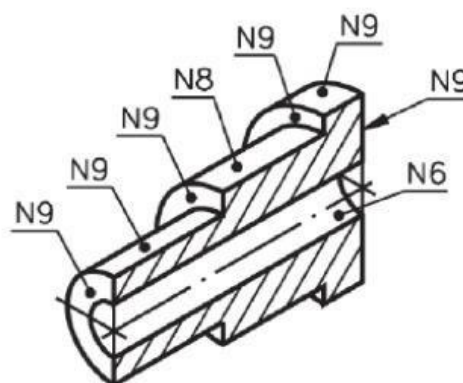
intervalo



INDICAÇÃO BÁSICA EM PROJETO

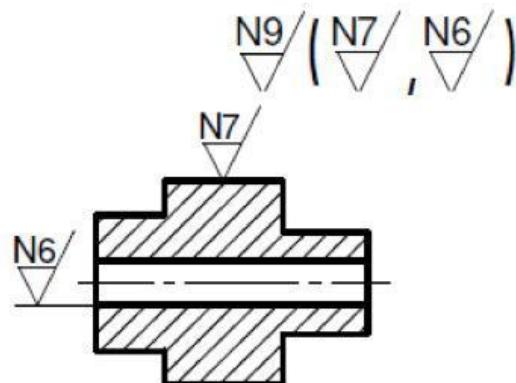
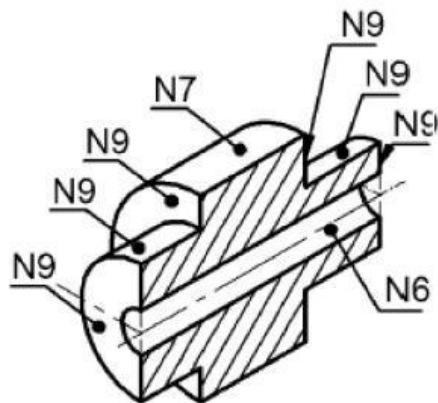
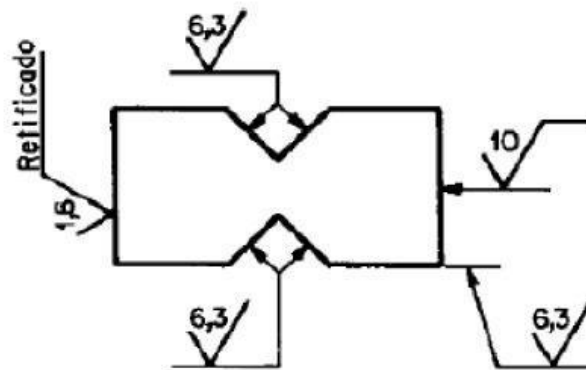
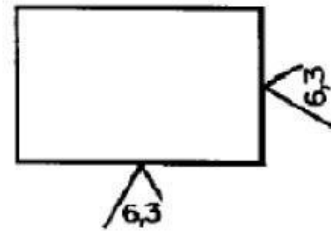
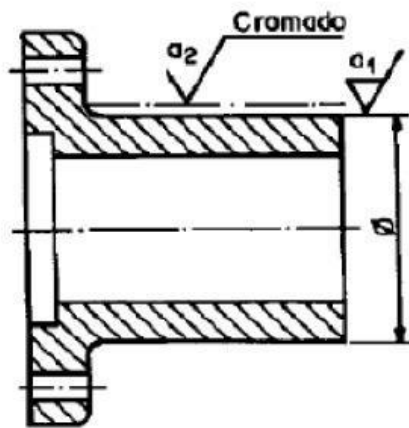


Aplicação em desenho técnico

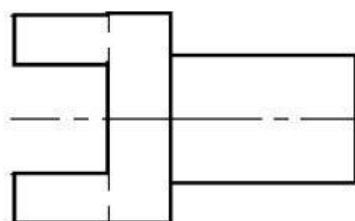
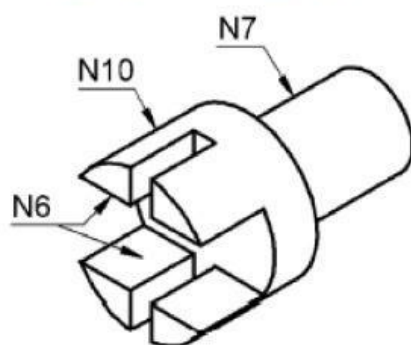


Significado da simbologia

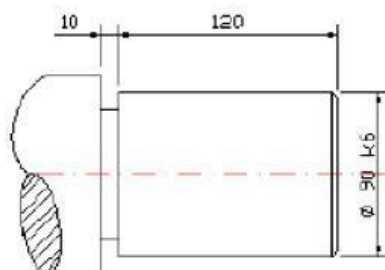
EXEMPLO DE APLICAÇÃO



b) Represente no desenho os sinais de rugosidade indicado na perspectiva. As demais superfícies são N11.



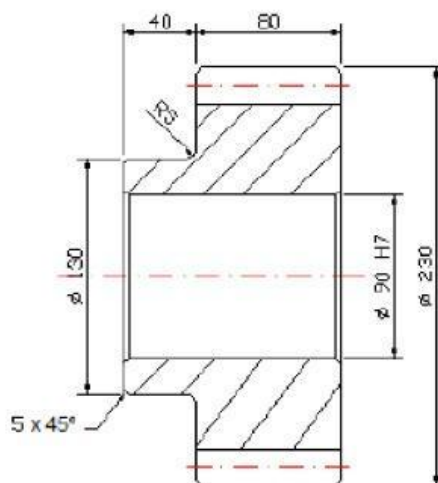
PONTA DE EIXO



$$90 \text{ H7} = \begin{matrix} +35 \\ 0 \end{matrix} \mu\text{m}$$

$$90 \text{ k6} = \begin{matrix} +25 \\ +3 \end{matrix} \mu\text{m}$$

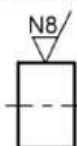
ENGRENAGEM



QUAL É O AJUSTE?

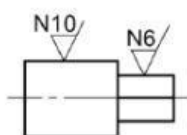
Exercício 7.1

- a) Escreva nas linhas indicadas, a rugosidade das peças em sua grandeza máxima.

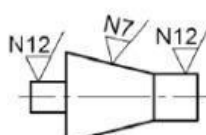


Exemplo:

$$a) \text{ N8} = 3,2 \mu\text{m}$$



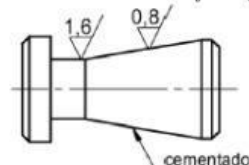
b) _____



c) _____

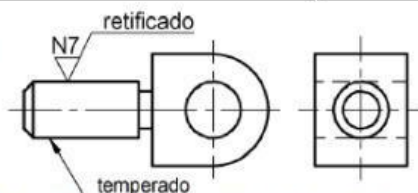
- b) Responda as perguntas.

$$12,5 / (0,8 / 1,6)$$



- a) Que classe de rugosidade a maioria das superfícies da peça deverá receber?
 b) Que outras classes de rugosidade a peça deverá receber?
 c) Que tratamento térmico a peça deverá receber?

- c) Analise o desenho e responda.



- a) Qual é o modo de fabricação de obter o acabamento N7?
 b) Qual é o tratamento indicado?

Fonte: Apostila Desenho Mecânico. Desenho com instrumentos. Convênio SENAI/São Paulo
 Desenho técnico mecânico



Verificando o entendimento

Analise as cotas com indicação de tolerância ISO e escreva **F** para as que se referem a furos e **E** para as que se referem a eixos.

- | | | |
|--------------|--------------|---------------|
| a) 21H6 () | c) 30h5 () | e) 485 E9 () |
| b) 18f 7 () | d) 150h7 () | f) 500 M8 () |