

## 6. TOLERÂNCIAS DE ACABAMENTO SUPERFICIAL - RUGOSIDADE

### 6.1 Introdução

As superfícies de peças apresentam irregularidades quando observadas em detalhes. Estas irregularidades são provocadas por sulcos ou marcas deixadas pela ferramenta que atuou sobre a superfície da peça.

A importância do estudo do acabamento superficial aumenta na medida em que cresce a precisão de ajuste entre as peças a serem acopladas, onde somente a precisão dimensional, de forma e de posição não é suficiente para garantir a funcionabilidade do par acoplado.

O acabamento superficial é fundamental onde houver desgaste, atrito, corrosão, aparência, resistência à fadiga, transmissão de calor, propriedades óticas, escoamento de fluidos e superfícies de medição (blocos-padrão, micrômetros, paquímetros, etc.). O acabamento superficial é medido através da rugosidade superficial, a qual é expresso em microns (mm ou m).

No Brasil, os conceitos de rugosidade superficial são definidos pela norma ABNT NBR 6405-1985.

A rugosidade superficial é função do tipo de acabamento, da máquina-ferramenta ou do processo de fabricação utilizado. Na análise dos desvios da superfície real em relação à superfície geométrica (ideal, de projeto), pode-se distinguir os seguintes erros:

- Erros macro-geométricos ou erros de forma: Podem ser medidos com instrumentos de medição convencionais. Foram estudados no capítulo 3;
- Erros micro-geométricos: Podem ser medidos somente com instrumentos especiais tais como rugosímetros, perfilógrafos. Estes instrumentos podem ser óticos, a laser ou eletromecânicos.

A Fig. 6.1 mostra a medição da rugosidade superficial através de um rugosímetro eletro-mecânico.

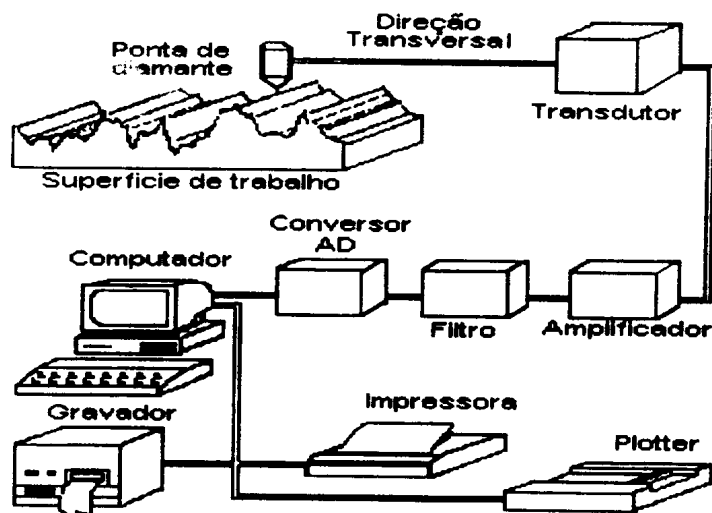


Fig. 6.1: Rugosímetro eletro-mecânico

A Fig. 6.2 mostra um resultado de uma medição real obtida através de um rugosímetro semelhante ao da Fig. 6.1.

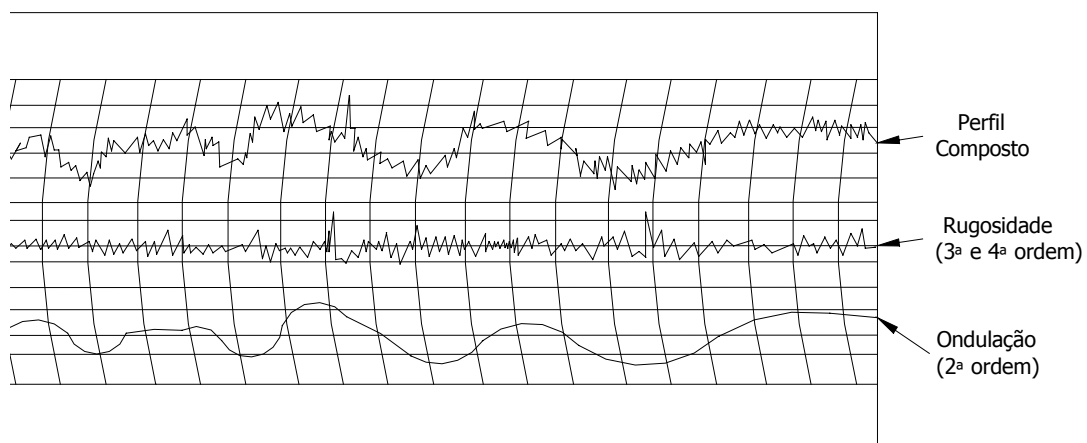


Fig. 6.2: Resultado da medição com um rugosímetro eletro-mecânico

#### SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE RUGOSIDADE:

Existem basicamente dois sistemas de medição de rugosidade:

- ☞ O sistema da linha média M e
- ☞ O sistema da envolvente E.

O sistema da linha média é o mais utilizado. A norma ABNT NBR 6405-1985 adota no Brasil o sistema M. Além do Brasil, os EUA, Inglaterra, Japão e Rússia adotam o sistema M. A Alemanha e Itália adotam o sistema E. A França adota ambos os sistemas.

## 6.2 Rugosidade e Ondulações: Filtragem

As superfícies reais distinguem-se das superfícies geométricas (teóricas ou ideais) através dos erros de forma, sejam eles macro ou micro-geométricos.

Quando se mede a rugosidade, o instrumento mostrará o perfil da peça composto da rugosidade e da ondulação.:

- Ondulações ou textura secundária: É o conjunto das irregularidades repetidas em ondas de comprimento bem maior que sua amplitude. A frequência destas ondas é pequena.
- Rugosidade superficial ou textura primária: É o conjunto das irregularidades repetidas em ondas de comprimento semelhantes à sua amplitude. A frequência destas ondas são bastantes elevadas.

Quando se mede a rugosidade, o aparelho mostrará o perfil composto da rugosidade e das ondulações, como mostra a Fig. 6.3 (Observe também a Fig. 6.2).

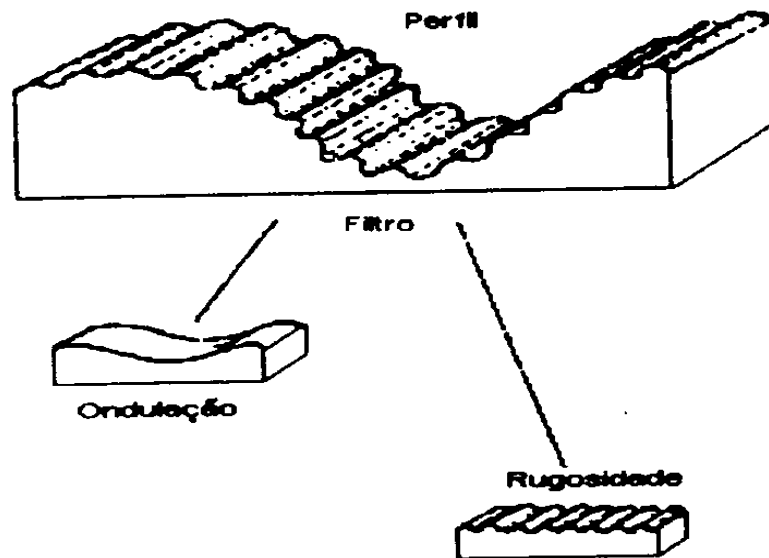


Fig. 6.3: Perfil da peça: Rugosidade + Ondulações

Para a medição da rugosidade, esta deve ser separada da ondulação e dos desvios macro-geométricos. Esta separação é realizada através da filtragem. Um filtro de rugosidade separa o perfil de rugosidade dos demais desvios de forma.

O comprimento de onda do filtro, chamado de "cutt-off", determina o que deve passar

e o que não deve passar. O sinal da rugosidade apresenta altas frequências (pequenos comprimentos de onda) e as ondulações e demais erros de forma apresentam sinais com baixas frequências (altos comprimentos de ondas). Os rugosímetros utilizam assim, filtros que deixam passar os sinais de altas frequência e eliminam os sinais de baixa frequência. (Fig. 6.4) ⇒ Estes filtros são denominados *Filtro Passa-alta*.

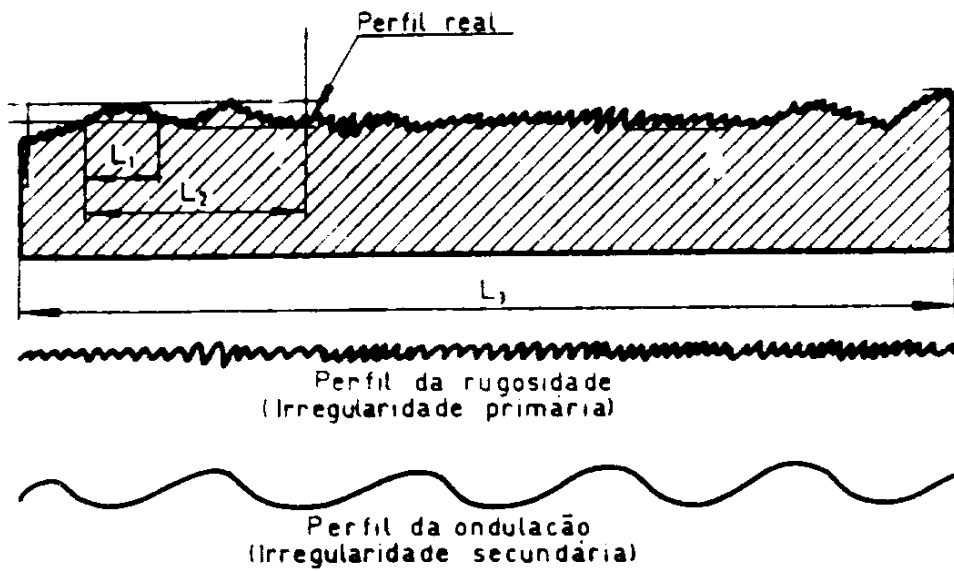


Fig. 6.4: Perfil da peça: Rugosidade + Ondulações

☞ Os rugosímetros utilizam filtros passa-alta: Somente frequências maiores que um valor pré-determinado são analisadas. Esta frequência pré-determinada é chamada de "cut-off". Sinais com frequências inferiores à frequência de "cut-off" são eliminados.

### 6.3 Sistemas de Medição da Rugosidade Superficial pelo Método da Linha Média - M

No sistema da linha Média, ou sistema M, todas as grandezas são definidas a partir de uma linha de referência, a *linha média*.

Linha Média: É definida como uma linha disposta paralelamente à direção geral do perfil, dentro do percurso de medição, de tal modo que a soma das áreas superiores, compreendida entre ela e o perfil efetivo seja igual à soma das áreas inferiores. Conforme mostra a Fig. 6.5a ⇒  $A_1 + A_2 = A_3$ .

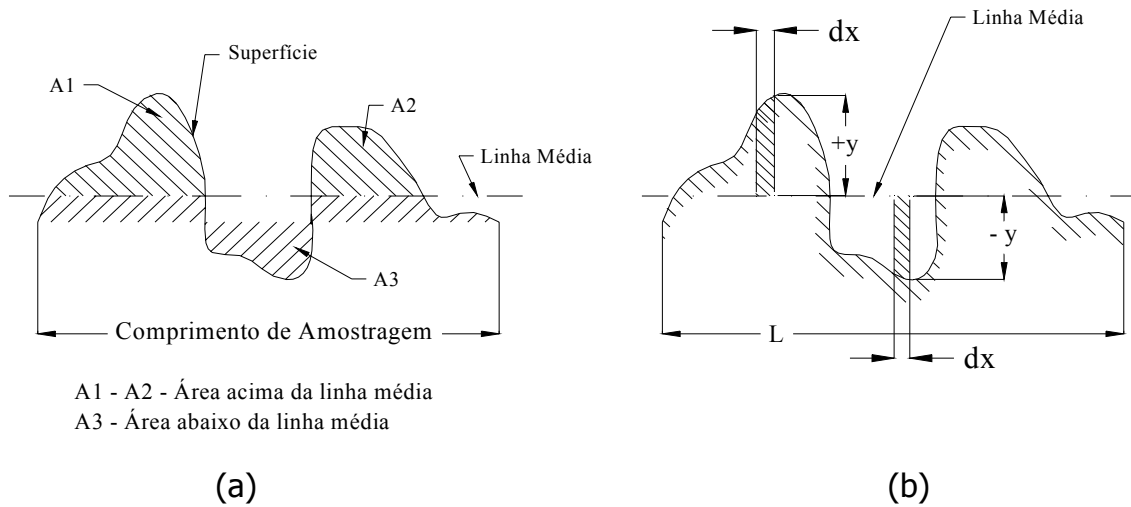


Fig. 6.5: Conceito da linha média

Pode-se definir a linha média de maneira mais precisa: Conforme mostra a Fig 6.5b, pode-se afirmar que, para um comprimento L do perfil, a soma das áreas superiores e inferiores é igual a zero, ou seja

$$\int_0^L y dx = 0 \quad (6.1)$$

Como  $y dx$  é a área de uma faixa elementar, a área total (A) dos picos e vales dentro do comprimento de referência L será

$$A = \int_0^L |y| dx \quad (6.2)$$

Durante o processo de medição da rugosidade, o rugosímetro apalpa a superfície a ser medida. Pode-se definir vários percursos e/ou comprimentos neste processo de medição (Fig. 6.6):

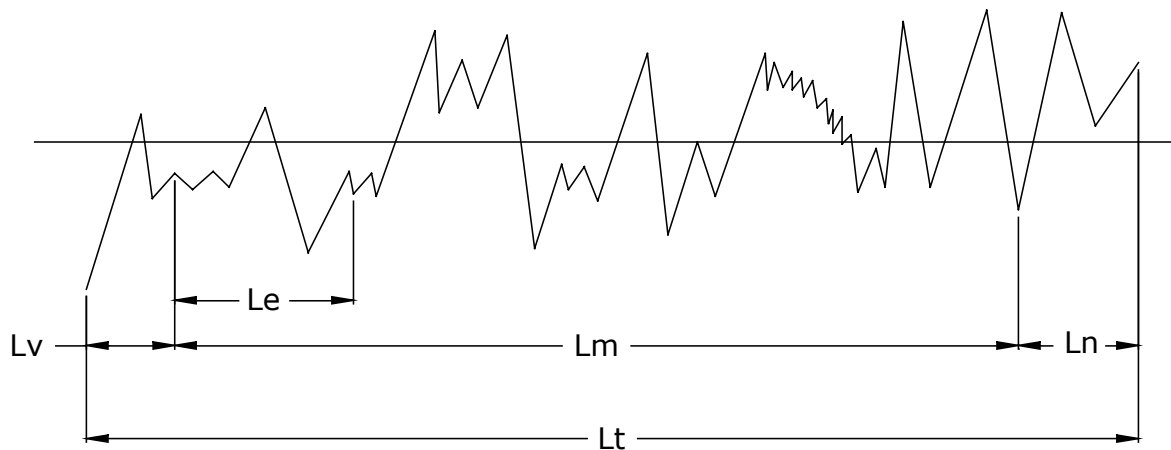


Fig. 6.6: Conceitos de percursos durante o processo de medição de rugosidade

Percurso Inicial ( $l_v$ ): É a extensão da primeira parte do primeiro trecho, projetado sobre a linha média. Ele não é utilizado na avaliação da rugosidade. Este trecho inicial tem a finalidade de permitir o amortecimento das oscilações mecânicas e elétricas iniciais do sistema de medição e a centragem do perfil de rugosidade.

Percurso de Medição ( $l_m$ ): É a extensão do trecho útil do perfil de rugosidade usado diretamente na avaliação, projetado sobre a linha média.

Percurso Final ( $l_n$ ): É a extensão da última parte do trecho apalpado, projetado sobre a linha média e não utilizado na avaliação. O trecho final tem a finalidade de permitir o amortecimento das oscilações mecânicas e elétricas finais dos sistema de medição.

Percurso de Apalpamento ( $l_t$ ): É o percurso total apalpado pelo sistema de medição, ou seja, é a soma dos percursos inicial, de medição e final.  $\Rightarrow l_t = l_v + l_m + l_n$

Comprimento de Amostragem ( $l_e$ ): É igual a um quinto do percurso de medição, ou seja,  $l_e = l_m/5$ . O comprimento de amostragem deve ser o suficiente para avaliar a rugosidade, isto é, deve conter todos os elementos representativos de rugosidade.

Os sistemas de medição de rugosidade, baseados na linha média, podem ser divididos em três classes, baseados no tipo de medição efetuada:

- i) Medições da profundidade da rugosidade;
- ii) Medições horizontais da rugosidade e
- iii) Medições proporcionais da rugosidade.

Serão estudados apenas os sistemas que se baseiam na medida de profundidade da rugosidade.

### 6.3.1 Parâmetros de avaliação da rugosidade

Rugosidade Média ( $R_a$ ): É a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas dos afastamentos dos pontos do perfil de rugosidade, em relação à linha média, dentro do percurso de medição  $l_m$ .  $R_a$  pode ser calculada pela Equação

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx = \frac{A}{L} \quad (6.3)$$

ou, aproximadamente

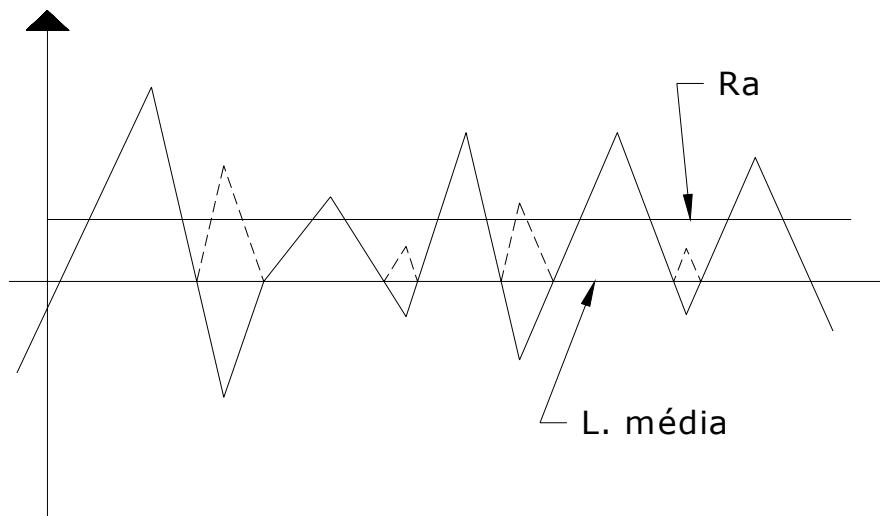
$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y| \quad (6.4)$$

onde  $n$  é o número de ordenadas consideradas. A ABNT recomenda o parâmetro  $R_a$  para avaliação da rugosidade (em  $\mu\text{m}$ ). A Fig. 6.7 mostra  $R_a$  esquematicamente.

$R_a$  na Inglaterra  $\Rightarrow$  **CLA**: Center Line Average;

$R_a$  nos EUA  $\Rightarrow$  **AA**: Aritmetical Average. Ambas em  $\mu\text{in}$ .

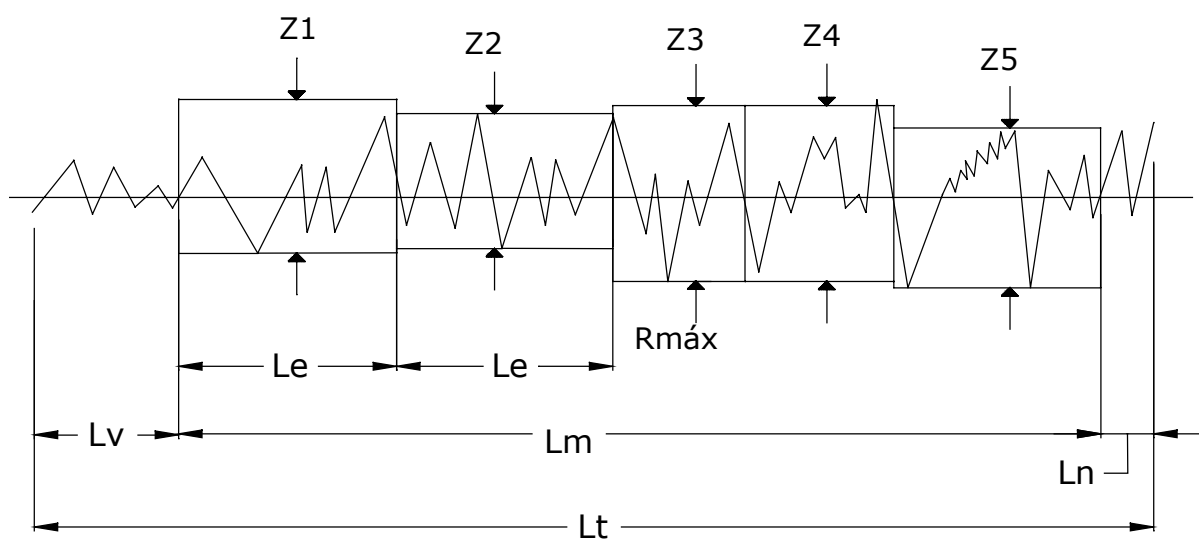
☞  $R_a$  é um valor médio, podendo as vezes, não dá indicação direta do estado da superfície. Em determinadas aplicações específicas pode ser mais útil utilizar outros parâmetros de rugosidade.



**Fig. 6.7:** Rugosidade média  $R_a$

**Rugosidade Média ( $R_z$ ):** É a média aritmética dos 5 valores da rugosidade parcial  $Z_i$ . A rugosidade parcial  $Z_i$  é definida como a soma dos valores absolutos das ordenadas dos pontos de maiores afastamentos (acima e abaixo da linha média) existentes dentro de *um comprimento de amostragem*  $l_e$ . Graficamente, este valor representa a altura entre os pontos máximo e mínimo do perfil, dentro do *comprimento de amostragem*  $l_e$  (Fig. 6.8).

$$R_z = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$



**Fig. 6.8:** Rugosidades médias  $R_z$ ,  $Z_i$  e rugosidade máxima  $R_{max}$ .



**Rugosidade máxima** ( $R_{m\acute{a}x}$ ): É o maior valor das rugosidades parciais  $Z_i$ , que se apresenta no *percurso de medição*  $l_m$  (Fig. 6.8).

A norma DIN 4762 (de 1984) indica um parâmetro semelhante ao  $R_{m\acute{a}x}$  para medição de rugosidade superficial na Alemanha e é designada por  $R_y$ .  $R_y$  é a máxima distância pico-vale, dentro do comprimento de avaliação.

☞  $R_{m\acute{a}x}$  é o maior valor das rugosidades parciais e  $R_y$  é a máxima distância pico-vale. A Fig. 6.8a mostra esta diferença.

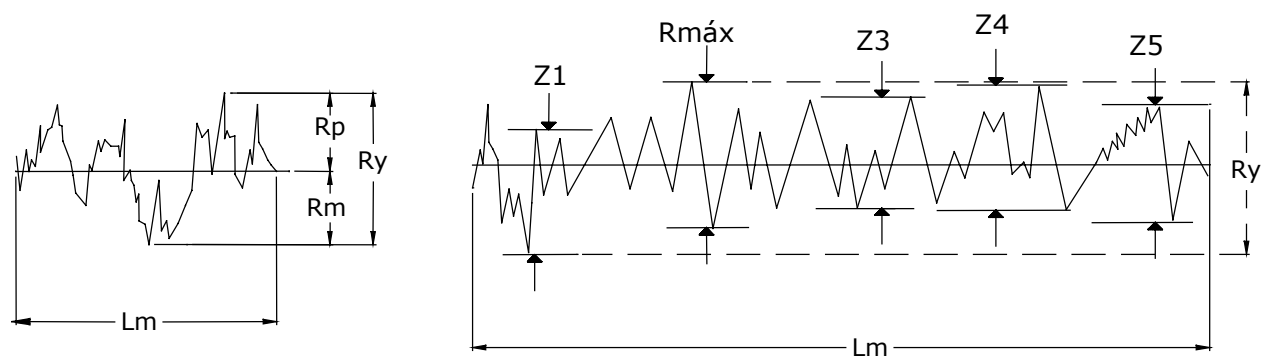


Fig. 6.8a: Rugosidades máxima  $R_{m\acute{a}x}$  e  $R_y$

#### OUTROS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE

**Desvio Médio Quadrático** ( $R_q$ ): É um parâmetro correspondente ao  $R_a$ . É o desvio médio quadrático (Fig. 6.10a).  $R_q \approx 1,11$  a  $1,25R_a$  (ou AA e CLA). É denominado RMS (Root Mean Square) em países de língua inglesa.  $R_q$  pode ser definido pela equação

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y^2 dx} \approx \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n}} \quad (6.5)$$

$R_q$  é bastante usada nos E.U.A.. A elevação ao quadrado aumenta o efeito das irregularidades que se afasta da média.

$R_p$ : É a altura máxima do pico mais elevado da rugosidade, situado acima da linha média

$R_m$ : É a máxima profundidade do vale mais profundo da rugosidade, situado abaixo da

linha média. A Fig. 6.9 mostra estes dois parâmetros.

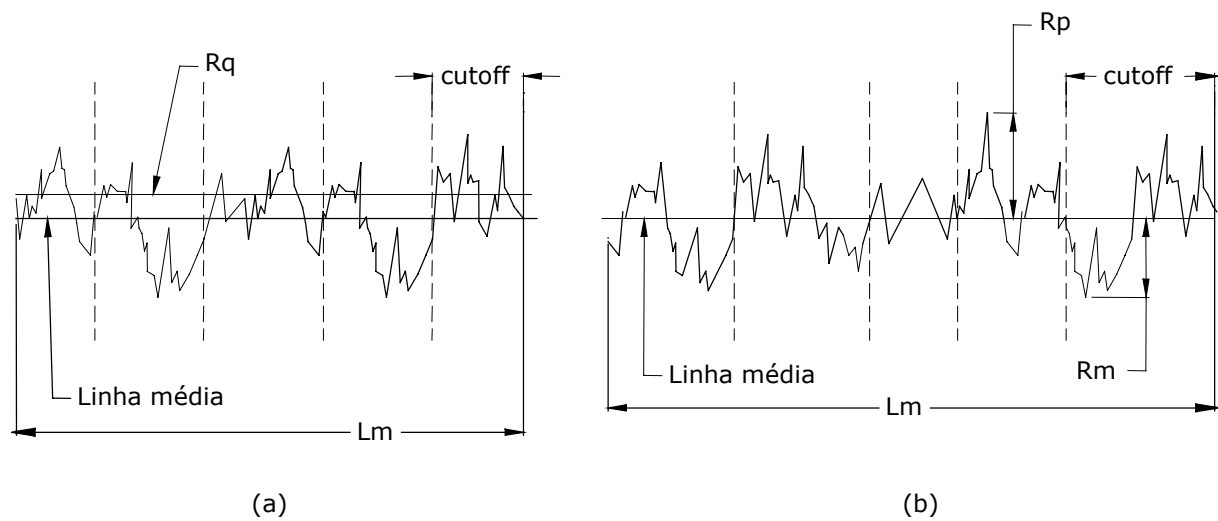


Fig 6.9: Parâmetros  $R_q$ ,  $R_p$  e  $R_m$

#### SELEÇÃO DO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE

- A norma ABNT recomenda o uso do parâmetro  $R_a$ ;
- A escolha de um ou outro parâmetro para caracterizar a rugosidade de uma peça deve ser adaptada à sua função:
  - ⇒ *Peças de vedação*: É mais lógico o uso de  $R_{m\acute{a}x}$ . Pontos isolados individuais podem provocar permeabilidade com o uso de  $R_a$ , já que este último parâmetro indica um valor médio da rugosidade.
  - ⇒ *Superfície porosa*: É mais conveniente o uso de  $R_a$  ou  $R_q$ .

### 6.3.2 Determinação do Comprimento de amostragem ("Cut-Off"):

Para perfis que resultam periódicos (torneamento, aplainamento, etc.), recomenda-se a utilização da Tab. 6.1 para a escolha do comprimento de amostragem e demais parâmetros. A distância entre sulcos é aproximadamente igual ao avanço.

**Tab. 6.1:** Determinação do comprimento de amostragem, de acordo da distância entre sulcos

<b>Distância entre sulcos (mm)</b>	<b><math>l_e</math> (mm)</b>	<b><math>l_m</math> (mm)</b>
de 0,01 até 0,032	0,08	0,4
de 0,032 até 0,1	0,25	1,25
de 0,1 até 0,32	0,8	4
de 0,32 até 1	2,5	12,5
de 1 até 3,2	8	40

Para perfis onde não se consegue ver a periodicidade da ondulação (superfícies obtidas por retificação, conformação plástica, etc.) sugere-se a utilização da Tab 6.2.

**Tab. 6.2:** Determinação do comprimento de amostragem para perfis aperiódicos baseados no parâmetro  $R_a$ ,  $R_z$  ou  $R_{máx}$ .

<b>Rugosidade <math>R_a</math> (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Rugosidade <math>R_z</math> ou <math>R_{máx}</math> (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b><math>l_e</math> (mm)</b>	<b><math>l_m</math> (mm)</b>
até 0,1	até 0,5	0,25	1,25
de 0,1 até 2,0	de 0,5 até 10,0	0,80	4,00
de 2,0 até 10,0	de 10,0 até 50	2,50	12,50
acima de 10,0	acima de 50,0	8,00	40,00

#### 6.4 Sistemas de Medição da Rugosidade Superficial pelo Método da Envolvente

Este sistema baseia-se em linhas envoltórias descritas pelo centro de dois círculos de raios  $R$  e  $r$ , respectivamente, que rolam sobre o perfil real da peça. As linhas AA e CC assim geradas (Fig. 6.10) são deslocadas, paralelamente a si mesmas, em direção perpendicular ao perfil geométrico até tocarem o perfil real da peça, ocupando então as posições BB e DD.

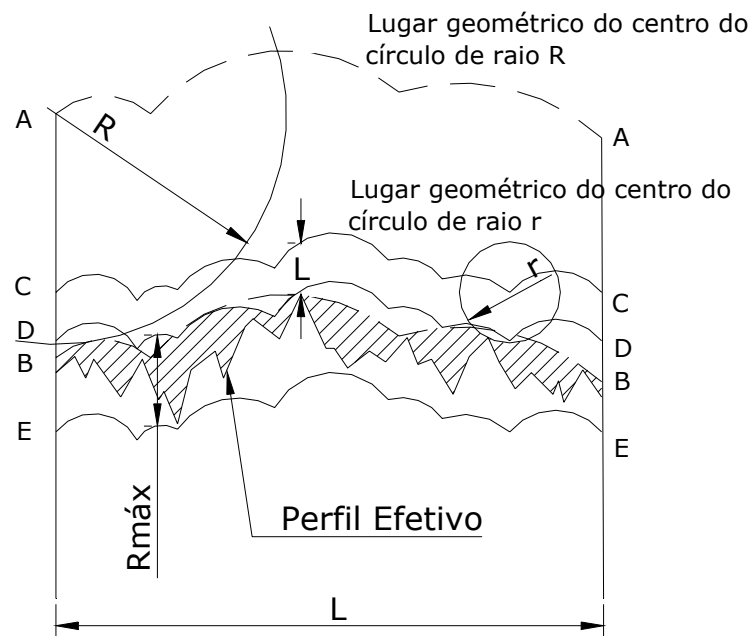


Fig. 6.10: Sistema E para avaliação de rugosidade superficial

*A rugosidade é definida como sendo o erro do perfil real da peça em relação à linha DD;*

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

#### 6.5 Simbologia e Indicação em Desenhos Técnicos

A característica principal da rugosidade média  $R_a$  pode ser indicada pelos números de classe de rugosidade correspondente conforme a Tab. 6.3.

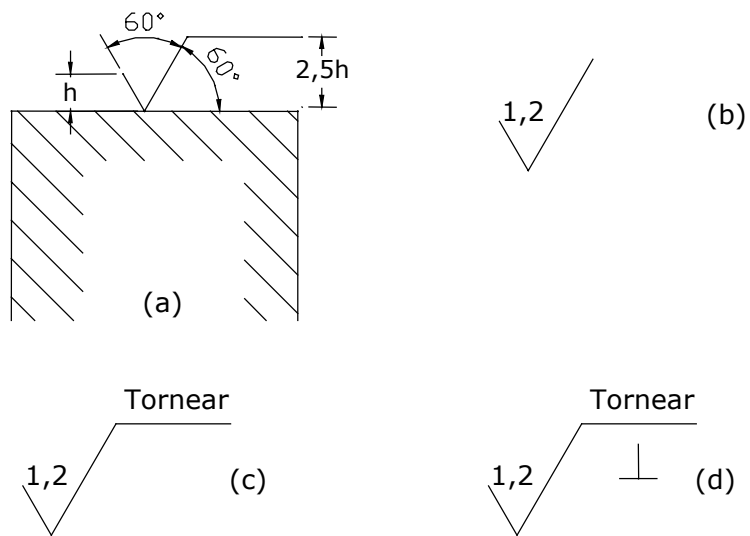
Para indicação da rugosidade superficial nos desenhos, deve-se indicar o símbolo da Fig. 6.11. A indicação da rugosidade, sempre expressa em  $\mu\text{m}$ , deve ser colocada no

interior do símbolo, conforme mostra a Fig. 6.11b. De acordo com a ABNT, a medida de rugosidade será sempre indicada pelo valor de  $R_a$ , a menos que haja indicação em contrário.

⇒ Para indicações complementares, deve-se acrescentar uma linha horizontal ao traço maior do símbolo (Fig. 6.11c, 6.11d). Sobre esta linha será indicado o tipo de usinagem ou acabamento (torneado, retificar, limpar com jato de areia, polir, etc.). Abaixo da linha horizontal, pode-se indicar a orientação preferencial dos sulcos de usinagem, conforme mostram as Fig. 6.11d e Fig. 6.12.

Tab. 6.3: Característica da rugosidade média  $R_a$

<b>Classe da Rugosidade</b>	<b>Rugosidade média <math>R_a</math> (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
N12	50
N11	25
N10	12,5
N9	6,3
N8	3,2
N7	1,6
N6	0,8
N5	0,4
N4	0,2
N3	0,1
N2	0,05
N1	0,03



**Fig. 6.11:** Indicação de rugosidade superficial em desenhos

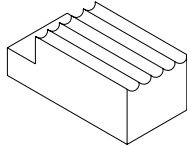
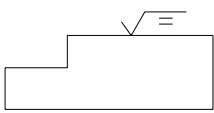
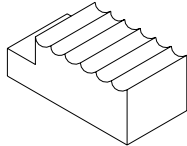
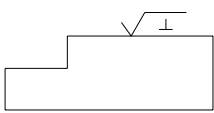
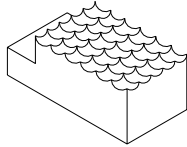
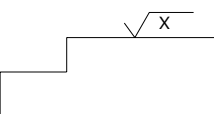
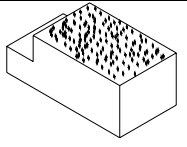
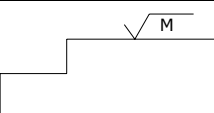
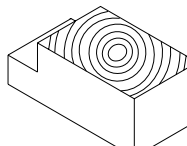
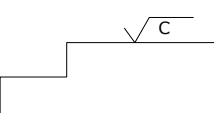
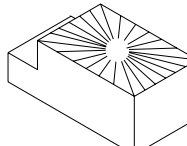
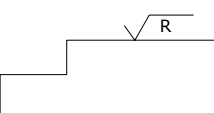
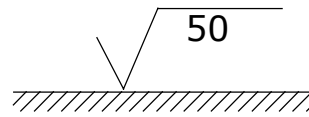
Sinais convencionais	PERSPECTIVA ESQUEMÁTICA	INDICAÇÃO DO DESENHO	ORIENTAÇÃO DOS SULCOS	DIREÇÃO DA MEDIÇÃO DA RUGOSIDADE OU DO PLANO DE PERFIL
=			Os sulcos devem ser orientados paralelamente ao traço da superfície sobre a qual o símbolo se apóia, no desenho	Perpendicular à direção dos sulcos
⊥			Os sulcos devem ser orientados em direção normal ao traço da superfície sobre a qual o símbolo se apóia 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 multi-direcionais)	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

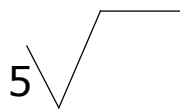
Fig. 6.12: Símbolos convencionais para indicação da orientação dos sulcos

- Quando existir um comprimento de controle, deve-se indicar seu valor em milímetros como mostra a figura abaixo



Comprimento de controle = 50 mm

- A indicação de sobre-metal para usinagem deve ser indicada do lado esquerdo do símbolo, como mostra a figura abaixo.



Sobre-metal = 5mm

A Fig. 6.13 mostra mais detalhes sobre a simbologia a ser utilizada em desenhos técnicos.

Símbolo	Significado
	Símbolo básico. Só pode ser usado quando seu significado for complementado por uma indicação.
	Caracterização de uma superfície usinada sem maiores detalhes.
	Caracteriza uma superfície na qual a remoção de material não é permitida e indica que a superfície deve permanecer no estado resultante de um processo de fabricação anterior, mesmo se esta tiver sido obtida por usinagem ou outro processo.


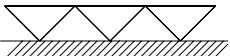

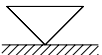
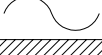
Símbolo			Significado
A remoção do material é:			
facultativa	exigida	não-permitida	
			Superfície com uma rugosidade com valor máximo $R_a = 3,2 \mu\text{m}$
			Superfície com uma rugosidade de um valor máximo $R_a = 6,3 \mu\text{m}$ e mínimo $R_a = 1,6 \mu\text{m}$

Fig. 6.13: Simbologia para indicação de rugosidade superficial em desenhos



A indicação de acabamento superficial em desenhos sob a forma de triângulos está ultrapassada e não deve ser utilizada. Às vezes, porém, devido às dificuldades em se medir os parâmetros de rugosidade, a aplicação desta simbologia é adotada como indicação meramente qualitativa. Recomenda-se todavia a medição da rugosidade e respectiva indicação por um parâmetro específico. A Tab. 6.4 mostra uma relação aproximada entre a simbologia antiga de triângulos e os parâmetros de rugosidade superficial.

**Tab. 6.4:** Relação entre formas distintas de indicação de rugosidade em desenho

Indicação em desenho	Ra (CLA) $\mu\text{m}$	Exigências de qualidade superficial	Exemplo de aplicação
	0,1 0,16 - 0,25 - 0,4	Fins especiais Exigência máxima	Superfícies de medição de calibres, ajustes de pressão não desmontáveis, superfície de pressão alta, fadigadas.
	0,6 1 1,6 2,5 4 6	Alta exigência Exigência média	Superfícies de deslizamento muito fadigadas, ajustes de pressão desmontáveis
			Peças fadigadas por flexão e torção, ajustes normais de deslizamento e pressão
	10 16 25	Pouca exigência	Ajustes parados sem transmissões de força, ajustes leves na pressão em aço, superfície sem usinagem prensado com precisão
	40 63 100	Sem exigência particular	Superfície desbastada, fundição e pressão
	150 250 400 630 1000	Superfícies brutas	Peças fundidas, estampadas e forjadas

**Conversão de escalas de rugosidade superficial:** A passagem de uma escala de rugosidade para outra é um problema para quem trabalha com especificações e normas de diversos países. Não existe relações diretas entre os vários parâmetros e

sim aproximações. A Tab. 6.5 mostra uma conversão aproximada de rugosidades.

**Tab. 6.5:** Conversão aproximada de escalas de rugosidade

R <sub>a</sub> (CLA) Desvio médio aritmético		R <sub>q</sub> (RMS) Desvio médio quadrático		R <sub>y</sub> Alt. Máx. irregularidades	
[μm]	[μin]	[μm]	[μin]	[μm]	[μin]
*0,05	1,96	0,053	2,06	0,15	5,90
0,06	2,36	0,063	2,49	0,18	7,09
0,07	2,76	0,074	2,91	0,21	8,27
*0,08	3,15	0,084	3,32	0,24	9,45
0,09	3,54	0,095	3,74	0,27	10,6
*0,10	3,94	0,105	4,11	0,30	11,8
0,15	5,90	0,158	6,18	0,40	15,7
*0,20	7,88	0,210	8,27	0,60	23,6
*0,25	9,83	0,261	10,3	0,80	31,5
0,30	11,8	0,315	12,4	0,95	37,4
0,35	13,8	0,368	14,5	1,10	43,3
*0,40	15,7	0,420	16,5	1,25	49,3
0,45	17,7	0,473	18,6	1,40	55,1
*0,50	19,7	0,525	20,7	1,60	63,0
0,60	23,6	0,630	24,8	2,00	78,8
0,70	27,6	0,735	28,9	2,30	90,5
*0,80	31,5	0,840	33,1	2,70	106
0,90	35,4	0,945	37,2	3,00	118
*1,00	39,4	1,05	41,3	3,30	130
1,20	47,1	1,26	49,6	4,00	157
1,40	55,1	1,47	57,9	4,60	181
*1,60	63,0	1,68	66,2	5,30	209
1,80	70,9	1,89	74,4	5,90	233
*2,00	78,8	2,10	82,7	6,50	256

\* Valores R<sub>a</sub> normalizados pela ABNT

1 micrón = 39,4 micropolegadas

1 micropolegada = 0,025 micrón

*Aplicações típicas de rugosidade superficial:*

Blocos-padrão, guias de instrumentos de medição de alta precisão  $\Rightarrow R_a \approx 0,01\mu\text{m}$ ;

Superfícies de medidas de micrômetros  $\Rightarrow R_a \approx 0,02\mu\text{m}$ ;

Calibradores, elementos de válvulas de alta pressão hidráulica  $\Rightarrow R_a \approx 0,03\mu\text{m}$ ;

Agulhas de rolamento, superacabamento de camisa de bloco de motor  
 $\Rightarrow R_a \approx 0,04\mu\text{m}$ ;

Pistas de rolamentos  $\Rightarrow R_a \approx 0,05\mu\text{m}$ ;

Camisa de bloco de motores  $\Rightarrow R_a \approx 0,06\mu\text{m}$ ;

Eixos montados em mancais de teflon, bronze c/ veloc. Média  $\Rightarrow R_a \approx 0,1\mu\text{m}$ ;

Flancos de engrenagens, guias de mesas de máquinas-ferramentas  $\Rightarrow R_a \approx 0,3\mu\text{m}$ ;

Tambores de freios, válvulas de esfera  $\Rightarrow R_a \approx 0,6\mu\text{m}$ ;

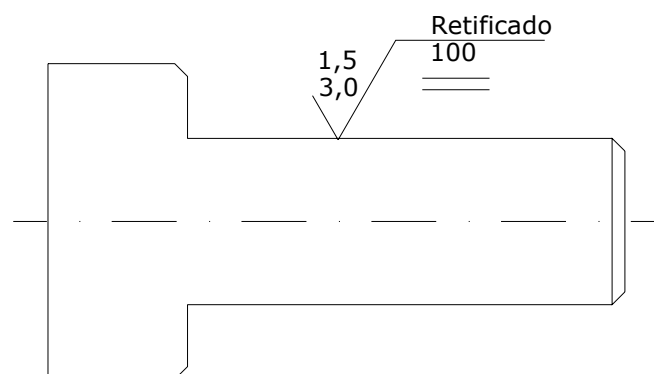
Superfícies usinadas em geral, alojamento de rolamentos  $\Rightarrow R_a \approx 2$  a  $3\mu\text{m}$ ;

Superfícies debastadas por usinagem  $\Rightarrow R_a \approx 4\mu\text{m}$ ;

Superfícies fundidas, estampadas  $\Rightarrow R_a \approx 5$  a  $15\mu\text{m}$ ;

Peças fundidas, forjadas e laminadas  $\Rightarrow R_a \geq 15\mu\text{m}$ .

A Fig. 6.14 mostra exemplo de desenho com especificação de acabamento superficial.



**Fig. 6.14:** Exemplo de acabamento superficial

- A superfície deve ser retificada;
- A rugosidade  $R_a$  deve estar compreendida entre  $1,5$  e  $3,0\mu\text{m}$ ;
- Os sulcos devem ter orientação paralela à superfície mostrada;

- O comprimento de controle é de 100mm.

A Fig 6.15 mostra desenhos de peças com indicações de acabamento superficial.

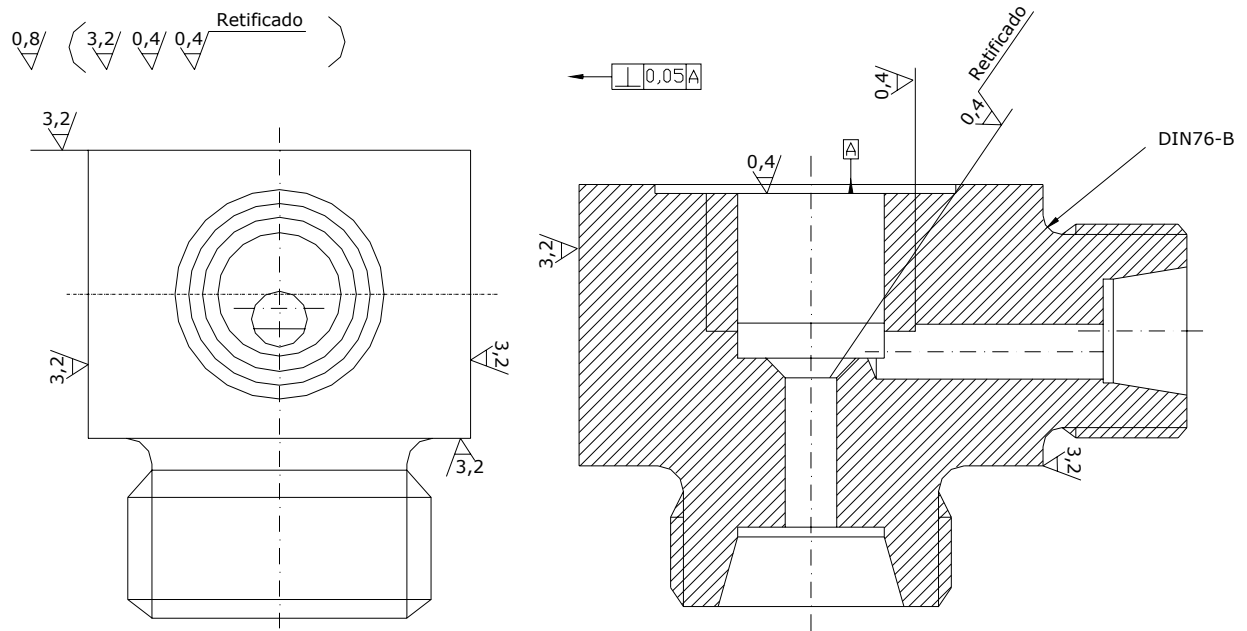


Fig. 6.15: Desenho com indicação de rugosidade superficial