

CONTRIBUIÇÕES PARA APLICAÇÃO DAS NORMAS ATUALIZADAS DE RUGOSIDADE

Sueli Fischer Beckert, sueli@joinville.ufsc.br¹

Luiz Veriano Oliveira Dalla Valentina, dalla@joinville.udesc.br²

Ronan Michels, ronanmichels@hotmail.com¹

Elpídio Faleiros, elpidio_f@hotmail.com¹

Wagner de Campos, wagnergaluppo@gmail.com²

Mariana Furtado, mari_mari_f@hotmail.com²

¹Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Engenharia da Mobilidade, Rua Presidente Prudente de Moraes, 406 - Joinville - 89218-000- SC

²Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC - Centro de Ciências Tecnológicas - CCT - Rua Paulo Malschitzki, s/numero - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - 89219-710 - Joinville-SC

Resumo: A textura superficial é usualmente representada por parâmetros de rugosidade e de ondulação. Os parâmetros de rugosidade com maior aplicação no ambiente industrial estão definidos na norma ISO 4287: 1997, que teve sua versão brasileira disponibilizada em 2002. A norma que estabelece os critérios de avaliação de rugosidade (ISO 4288:1996) teve a versão brasileira emitida em 2008. No que se refere à norma de indicação da rugosidade em desenhos (ISO 1302:2002), a norma brasileira data de 1984 e está referenciada na revisão de 1978 da norma internacional. Com a tendência de um comércio internacional, é necessário que as instituições de ensino de engenharia contribuam para a disseminação de conhecimentos atualizados. Neste sentido, este artigo apresenta as principais mudanças que as normas de rugosidade apresentaram em sua última revisão, buscando facilitar sua inclusão nos conteúdos programáticos.

Palavras-chave: normalização, rugosidade

1. INTRODUÇÃO

Ao se realizar a especificação geométrica de um produto ou a pesquisa em processos de fabricação, é frequente a utilização de parâmetros de rugosidade. Os parâmetros de amplitude tradicionais, como por exemplo o R_a , R_z , e R_t , estão definidos na norma ABNT NBR ISO 4287:2002, e as regras para comparação dos valores medidos com os limites de tolerância estão especificados na norma ABNT NBR ISO 4288:2008. É importante destacar que as normas originais ISO foram publicadas em 1997 e 1996, respectivamente. Vale ressaltar também que a norma internacional, ISO 1302, que fixa os símbolos e indicações do estado de superfície na documentação técnica do produto foi revisada em 2002, enquanto que a versão brasileira (NBR 8404) data de 1984, baseada na revisão da norma internacional de 1978. Em um tempo, em que a informação é disponibilizada rapidamente, e quando a integração global é um fato indiscutível, é necessário a adequação a documentos atualizados. Em consultas realizadas, em âmbito nacional, às publicações científicas e tecnológicas e à materiais didáticos disponibilizados por instituições de ensino técnico e superior em seus sites, também se constatou a disponibilização de informações desatualizadas ou incompletas, seja referente a definição dos parâmetros de rugosidade, como na sua representação em documentação técnica do produto. Ao ampliar a abrangência da pesquisa sobre a aplicação dos parâmetros de rugosidade, verificou-se que esta dificuldade é internacional. Isto talvez seja decorrente das mudanças significativas feitas nas últimas revisões destas normas e a existências de uma grande quantidade de rugosímetros operando ainda em versões anteriores. Este artigo tem como objetivo apresentar uma discussão sobre as principais mudanças na definição dos parâmetros da rugosidade (ISO 4287:1997), na aplicação dos critérios de avaliação de conformidade (ISO 4288:1996) e na interpretação da ISO 1302:2002. No ensino da engenharia mecânica, é fundamental que os estudantes tenham acesso a informação atualizada, de forma a contribuir na padronização da indicação e medição da textura superficial, auxiliando na interpretação dos resultados obtidos em inspeções ou em resultados de pesquisa. Devido a sua aplicação frequente na indústria mecânica, este artigo limita-se aos parâmetros extraídos do perfil de rugosidade, mais especificamente os parâmetros de amplitude R_a , R_z e R_t .

2. PARÂMETROS DE AMPLITUDE DA RUGOSIDADE

Torneamento, fresamento, retificação e outros processos de usinagem impõe irregularidades características na superfície de uma peça. Fatores adicionais como a ferramenta de corte, a condição da máquina-ferramenta, os parâmetros de usinagem, vibração e outras influências ambientais também impactam sobre estas irregularidades (Tabenkin, 1999). A textura superficial consiste nos picos e vales que a compõem, podendo ser dividida em três componentes: rugosidade, ondulação e forma.

A rugosidade é essencialmente sinônimo de marcas da ferramenta, sendo o conjunto de pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam uma superfície. Para Alves (2002), a rugosidade desempenha um papel importante nos componentes mecânicos, tendo influência na qualidade de deslizamento, resistência ao desgaste, possibilidade de ajuste forçado, resistência oferecida pela superfície ao escoamento de fluidos e lubrificantes, qualidade de aderência que a estrutura oferece às camadas protetoras, resistência à corrosão e à fadiga, vedação e aparência.

A norma ISO 4287:1997 trata das definições e parâmetros para a determinação do estado da superfície (rugosidade, ondulação e perfil primário). Conforme a Figura (1), o perfil de rugosidade é derivado do perfil primário, através da aplicação dos filtros λ_s e λ_c , sendo que este último define a separação entre as componentes de rugosidade e ondulação. O filtro λ_s define a separação entre os componentes de rugosidade e os componentes de onda mais curtos presentes na superfície.

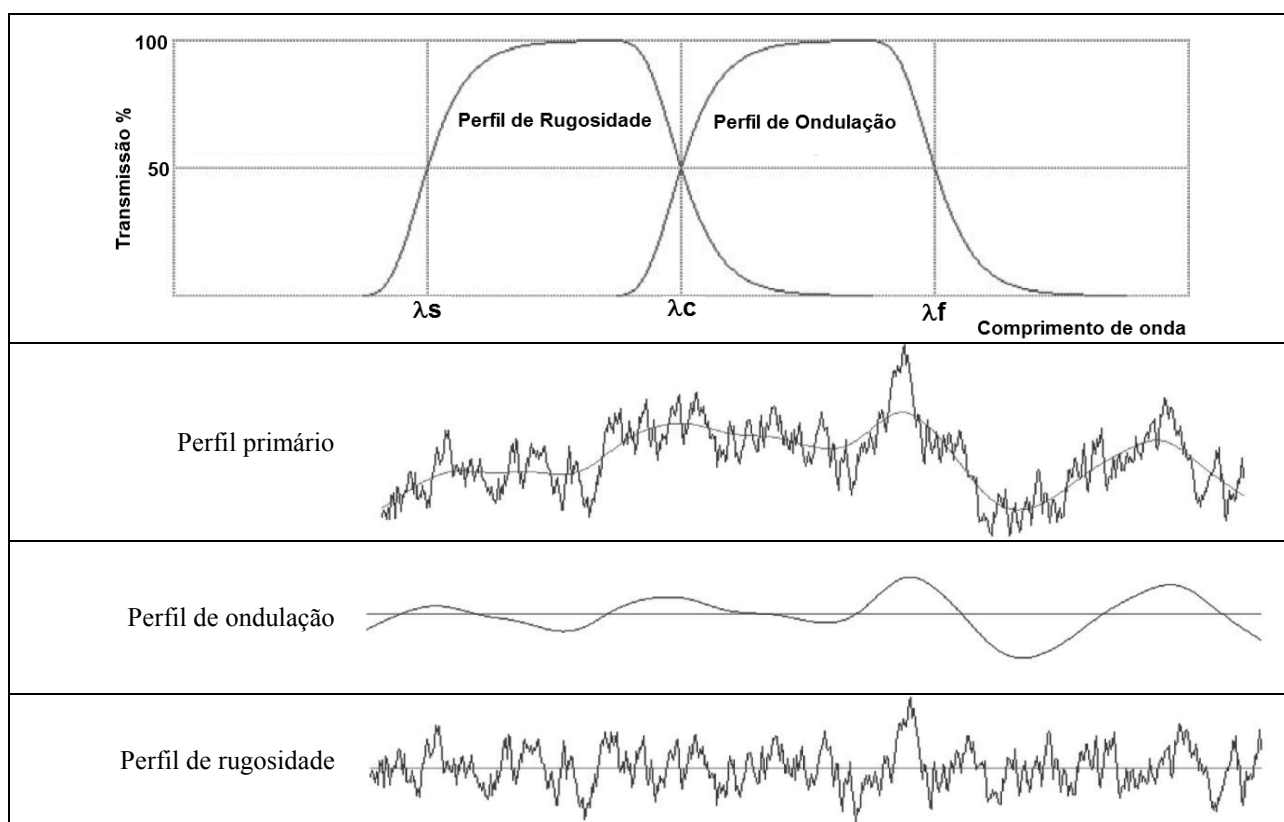


Figura 1. Características de transmissão e representação dos perfis de rugosidade e de ondulação (ISO, 1997) e (Mitutoyo, 2009).

Os parâmetros calculados a partir do perfil de rugosidade recebem o prefixo "R", sendo estimados em um comprimento de avaliação (l_n). Este comprimento pode conter um ou mais comprimentos de amostragem (l_r), como apresentado na Figura 2. O comprimento de amostragem é numericamente igual ao comprimento de onda do filtro de perfil λ_c . A linha média utilizada como referência para a obtenção dos parâmetros de rugosidade corresponde à componente do perfil de onda longa suprimida pelo filtro de perfil λ_c .

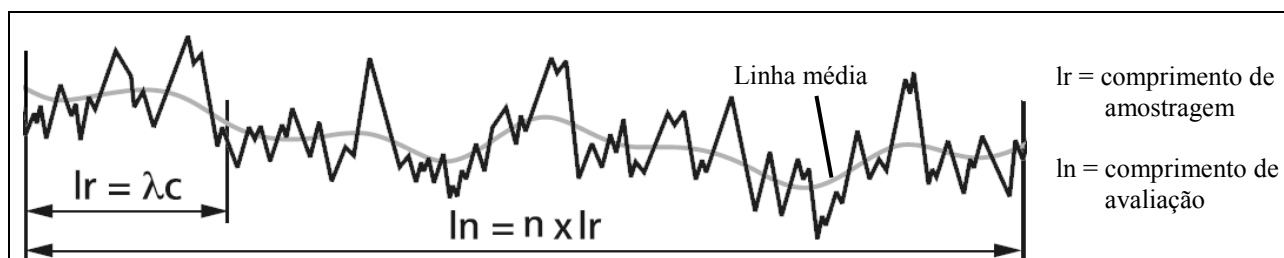


Figura 2. Comprimento de amostragem e comprimento de avaliação (adaptado de Jenoptik, 2008).

Quando nenhuma especificação é feita no desenho, o comprimento de amostragem e o comprimento de avaliação são seleccionados de acordo com o parâmetro de rugosidade e tipo de perfil apresentados na Tabela 1. Adicionalmente, nesta tabela foram incluídos os valores padronizados para o filtro de perfil λ_s e o valor máximo para o raio de apalpação do instrumento de medição por contato. Pode-se verificar através da Tabela 1 que a seleção dos comprimentos é baseada nos valores esperados dos parâmetros de rugosidade. Quando esta informação não estiver disponível, uma medição prévia é realizada para estimativa dos respectivos valores.

Tabela 1: Valor padronizados para os comprimento de l_r , l_n , λ_s e r (ISO 4288:1996 e ISO 3274:1996).

Perfil Periódico (Ex: torneamento, fresamento)	Perfil aperiódico (Ex: retificação, eletroerosão)		$l_r = \lambda_c$ (mm)	l_n (mm)	λ_s (μm)	$r^{(1)}$ (μm)
	RSm (mm) ⁽²⁾	Ra (μm) Rz (μm)				
> 0,013 ...0,04	> (0,0063) ...0,02	> (0,025) ...0,1	0,08	0,4	2,5	2
> 0,04 ...0,13	> 0,02 ...0,1	> 0,1 ...2	0,25	1,25	2,5	2
> 0,13 ...0,4	> 0,1 ...2	> 2 ...10	0,8	4	2,5	2 ou 5 ⁽³⁾
> 0,4 ...1,3	> 2 ...10	> 10 ...50	2,5	12,5	8	5
> 1,3 ...4	> 10 ...80	> 50 ...200	8	40	25	10

⁽¹⁾ r = valor máximo para o raio da ponta de apalpação

⁽²⁾ RSm = valor médio da largura dos elementos do perfil no comprimento de amostragem

⁽³⁾ aplicável para superfícies com $Ra > 0,5 \mu\text{m}$ ou $Rz > 3 \mu\text{m}$

Com a revisão de 1997 da ISO 4287, algumas definições nos parâmetros de amplitude de rugosidade foram alterados. Em relação ao parâmetro Ra (Desvio aritmético médio do perfil de rugosidade), este tem a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas $Z(x)$ calculada no comprimento de amostragem (l_r), conforme representado na Figura 3. Nesta revisão, o parâmetro Ra não é mais calculado no comprimento de avaliação (l_n). No entanto, caso $l_n > l_r$, então Ra corresponde a média calculada sobre os valores de Ra obtidos em cada comprimento de amostragem. Conceitualmente, os valores de Ra medidos em rugosímetros mais antigos são diferentes dos calculados conforme a última revisão da norma. No entanto, como este parâmetro não é impactado por picos e vales isolados, os valores obtidos tendem a ser similares.

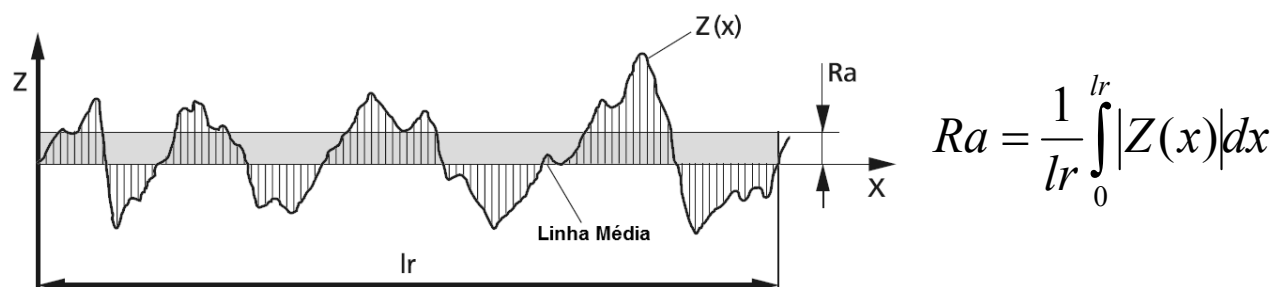


Figura 3. Parâmetro de amplitude Ra (Jenoptik, 2008).

O parâmetro R_t (altura total do perfil) não teve alteração em sua definição, ou seja, é calculado como a soma da maior altura de pico Z_p e a maior profundidade de vale Z_v obtidas no comprimento de avaliação (Figura 4).

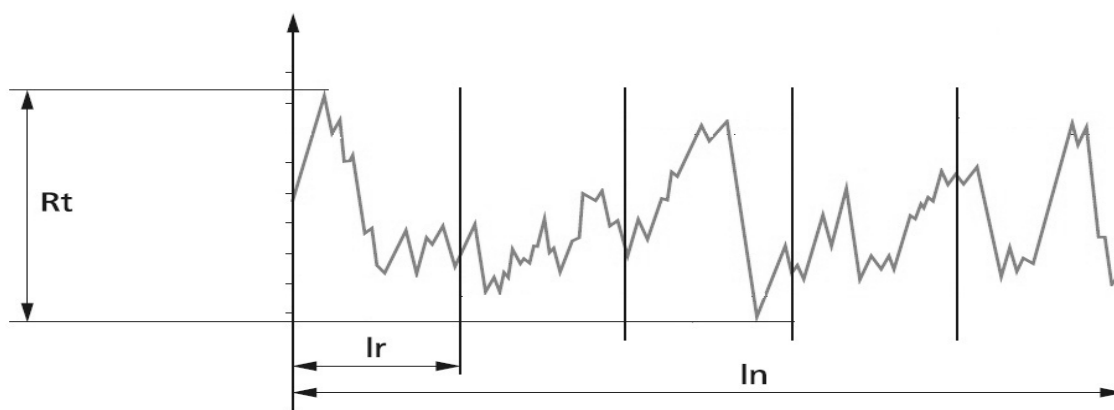


Figura 4. Parâmetro R_t (Jenoptik, 2008).

O parâmetro de rugosidade R_z (altura máxima do perfil) é que apresentou mudanças significativas em sua definição, mas não obrigatoriamente na sua aplicação. Tabenekin, em seu artigo "The Mystery of R_z " traz uma discussão sobre este parâmetro, apresentando as diferentes abordagens dadas em normas, tanto em suas versões históricas como atuais. De acordo com a ISO 4287:1997, o parâmetro R_z corresponde a soma da altura máxima dos picos do perfil Z_p e a maior das profundidades dos vales do perfil Z_v , no comprimento de amostragem (Figura 5). Quando o comprimento de avaliação é superior ao comprimento de amostragem ($l_n > l_r$), então R_z corresponde a média calculada sobre os valores de R_z obtidos em cada comprimento de amostragem. Para o caso do comprimento de avaliação ser igual a cinco comprimentos de amostragem ($l_n = 5 l_r$), o parâmetro R_z de acordo com a ISO 4287:1997 coincide com o parâmetro R_z da obsoleta norma DIN 4768:1974, frequentemente encontrado em rugosímetros mais antigos e com o parâmetro R_z da norma americana ASME B46.1:2009 (Surface Texture - Surface Roughness, Waviness, and Lay).

Considerando que mais de um comprimento de amostragem compõe o comprimento de avaliação, convencionou-se R_{z1max} para o maior dos valores R_z obtidos em cada comprimento de amostragem (Figura 5). As terminologias R_y e R_{max} não estão normalizadas na ISO 4287:1997, mas ainda podem ser encontradas em instrumentos de medição mais antigos. No entanto, sua representação em desenhos técnicos não é aplicável.

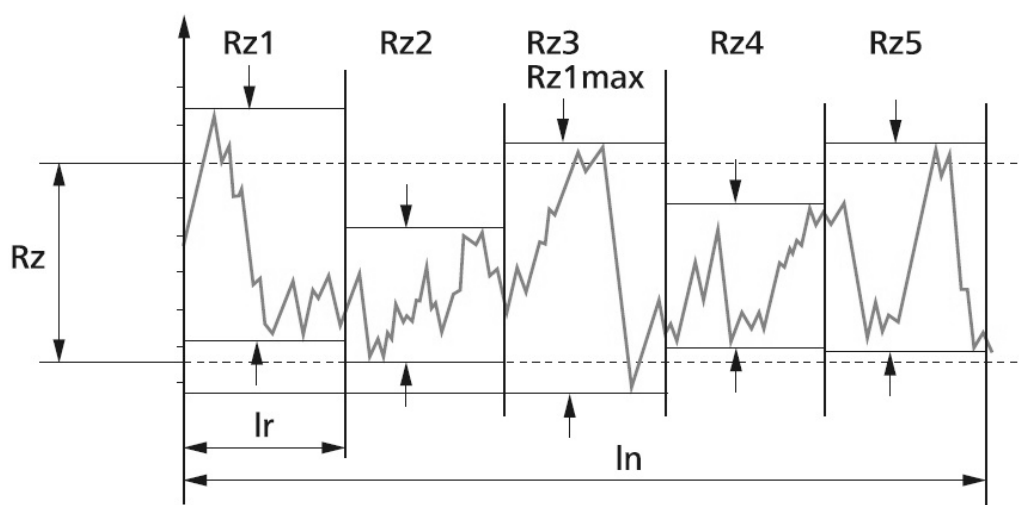


Figura 5. Parâmetros R_z e R_{z1max} (Jenoptik, 2008).

A indústria automotiva alemã, buscando minimizar os efeitos técnicos e financeiros advindos com as revisões das normas de rugosidade, estabeleceram recomendações adicionais para garantir a comparação de resultados e evitar mudanças em desenho, novas aquisições e erros de medição. Foram criados os documentos VDA 2005 e VDA 2006, sendo que nestes documentos ficou mantido o uso do parâmetro R_{max} .

Diante do conteúdo apresentado, alguns cuidados necessitam ser tomados: inicialmente, torna-se necessário analisar as especificações apresentadas no desenho dos componentes, verificando qual parâmetro efetivamente está sendo requerido. Segundo, ao utilizar o instrumento de medição de rugosidade, deve ser observado quais parâmetros estão realmente disponibilizados. Para equipamentos mais antigos, pode ser necessária uma seleção criteriosa do parâmetro de rugosidade, de forma que realmente a verificação da conformidade às especificações possa ser feita. Por exemplo, se no desenho do componente tem-se a solicitação de " $R_{z1max} 10$ ", então o parâmetro R_{max} (ou R_y) deve ser selecionado.

3. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE

No escopo da norma ISO 4288:1996, um dos objetivos é estabelecer as regras para comparação dos valores medidos com os limites de tolerância dos parâmetros de rugosidade especificados na documentação técnica do produto. Através de uma inspeção visual da superfície, é necessário identificar se a textura superficial parece homogênea ou muito diferente em diversas regiões. No caso de homogeneidade, os valores dos parâmetros devem ser determinados ao longo de toda a superfície e comparados com os requisitos especificados na documentação técnica do produto. No caso de texturas diferentes, a determinação e a comparação dos parâmetros devem ser realizadas em cada área separadamente.

Dois critérios distintos podem ser aplicados na verificação da textura superficial: a "Regra 16%" e a "Regra máx". De acordo com a "Regra 16%", quando os requisitos são especificados pelo limite superior, a superfície é considerada aceitável se não mais de 16% de todos os valores medidos do parâmetro selecionado exceder os valores especificados na documentação técnica do produto. De igual forma, para requisitos especificados pelo limite inferior, a superfície é considerada aceitável se não mais de 16% de todos os valores medidos do parâmetro selecionado forem menores que os valores especificados na documentação técnica do produto.

Em termos práticos, quando 3 medições forem realizadas, todas as medidas devem atender ao requisito; quando 6 medições forem realizadas, não mais de 1 medida pode ficar em desacordo com o requisito especificado. A recomendação da ISO 4288:1996 recomenda que, antes de rejeitar uma peça, mais medições deveriam ser feitas, por exemplo: se 25 medições forem realizadas, não mais de 4 medidas podem exceder o limite especificado.

De acordo com a “Regra máx”, nenhum dos valores medidos dos parâmetros por toda a superfície medida deve exceder os valores especificados na documentação técnica do produto.

A determinação do tipo de regra a ser utilizada (16% ou máx) deve ser indicada na documentação técnica do produto, seguindo as orientações da ISO 1302:2002.

4. INDICAÇÃO DA RUGOSIDADE NA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO

A norma ISO 1302:2002 especifica as regras para a indicação da textura superficial na documentação técnica do produto através de símbolos gráficos e indicações de texto. A norma brasileira NBR 8404: 1984 traz discrepâncias entre as representações feitas, considerando que várias regras foram alteradas. Em tempos que a fabricação de componentes de um produto não fica limitada a um único País, é importante que a representação dos requisitos do produto seja feita de forma padronizada e claramente especificada nos desenhos.

Considerando a situação acima, as instituições de ensino estão diante de impasse: apresentam aos seus alunos a norma vigente no Brasil ou a norma internacional? Em uma resposta óbvia, a resposta seria que as duas normas deveriam ser apresentadas. Mas verificando materiais disponibilizados na Internet, verifica-se uma frequência maior na abordagem da NBR 8404:1984. Sabendo-se que a regra é utilização de normas atualizadas, as instituições não podem ser penalizadas, visto que esta norma está vigente no Brasil, mesmo que este conteúdo já esteja obsoleto internacionalmente. Por outro lado, com a ISO 1302 já em vigência durante 10 anos, é fato que não se pode deixar de abordar também esta norma no conteúdo programático. Especificamente para a NBR 8404, é esperado que as instituições demonstrem a obsolescência desta norma, e apresente as novas regras de representação da textura superficial na documentação técnica do produto. Pois, na realidade industrial, é certo que o profissional terá acesso as normas internacionais.

É importante destacar que não está se enfatizando aqui a necessidade de ensinar normas de diferentes países. Mas no caso de normas baseadas em documentos internacionais, é esperada uma abordagem deste conteúdo na versão atualizada.

A versão atual da ISO 1302:2002 tem uma dependência com as normas ISO 4287:1997 e ISO 4288:1996, além de outras normas relacionadas a textura superficial (ISO 12085:1996, ISO 3274:1996, ...). A partir da ISO 4288:1996, no desenho é indicada a sistemática de medição. Por exemplo: o número de cut-offs considerados no comprimento de avaliação, a regra da comparação (16% ou máx) e o método de cálculo dos parâmetros (individual ou média).

O símbolo utilizado para representar os requisitos da textura superficial está apresentado na Figura 6.

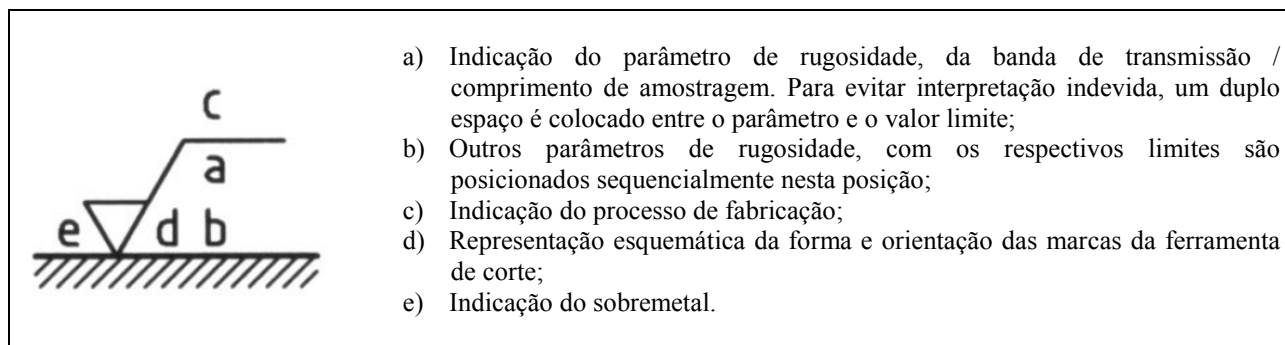


Figura 6. Símbolo para indicação da rugosidade.

Realizando um comparativo entre a NBR 8404: 1984 e a ISO 1302:2002, destacam-se as principais diferenças em relação a informação constante no símbolo gráfico:

- A identificação do parâmetro R_a não é mais posicionada sobre o símbolo gráfico, e sim na posição a) ou b) do símbolo representado na Figura 6;
- A informação sobre a regra de avaliação é incluída no símbolo gráfico. Quando a comparação do parâmetro deve ser realizada pela “regra máx”, a identificação do parâmetro deve ser complementada com texto “máx”. Por exemplo: R_{zmax} representa que a regra Max deve ser adotada. Se for identificado apenas R_z , então a regra 16% deve ser seguida;
- De acordo com a Tabela 1, o comprimento de avaliação corresponde a 5 comprimentos de amostragem. Quando um número diferenciado de comprimentos de amostragem deve ser utilizado, esta informação deve ser inserida logo após a identificação do parâmetro (por exemplo: R_{a3} representa que o parâmetro R_a é a média dos valores obtidos nos 3 comprimentos de amostragem);
- Quando a banda de transmissão ou o comprimento de amostragem for distinto ao apresentado na Tabela 1 (ISO 3274:1996), então esta informação deve ser inserida antes do parâmetro, e separada pelo símbolo “/”;

- A atribuição das classes de rugosidade N1 a N12, referente ao parâmetro Ra, não é mais aplicável;
- Identificação dos limites superior e inferior do parâmetro de rugosidade através das letras “U” e “L”, respectivamente;
- Foi acrescida mais um símbolo para a indicação das estrias, identificado pela letra “P”, referente a estrias não-direcionais;
- Foram descritos, mais detalhes, a indicação do símbolo de rugosidade em desenhos ou em outros documentos técnicos.

Na Figura 7 estão apresentados alguns exemplos de interpretação dos símbolos de indicação da rugosidade apontados em desenhos técnicos.

Dentre os parâmetros de rugosidade apontados na ISO 4287:1997, a representação do parâmetro de amplitude Rz é o que mais gera dúvidas. Seguindo as definições acima, a representação Rz1max representaria que apenas 1 comprimento de amostragem deveria ser medido e que comparação com a especificação seria através da “Regra máx”. No entanto, adota-se, especificamente para este caso, que Rz1max corresponde ao maior valor de Rz obtido no comprimento de avaliação medido.

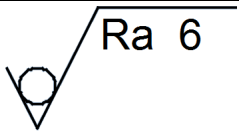
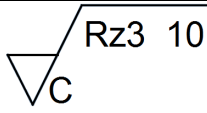
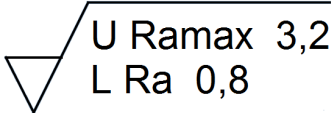
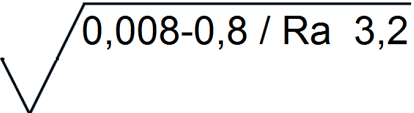
 Remoção do material não é permitida, $l_n = 5l_r$; Regra 16%, Estimativa média de Ra deve ser inferior a 6 μm	 Remoção do material é obrigatória, $l_n = 3l_r$; Regra 16%, Estimativa média de Rz deve ser inferior a 10 μm. As estrias sobre a superfície devem ser concêntricas.
 Remoção do material é obrigatória, $l_n = 5l_r$. Para o limite superior “U”: Regra Max, Estimativa média de Ra deve ser inferior a 3,2 μm. Para o limite superior “L”: Regra 16%, Estimativa média de Ra deve ser inferior a 0,8 μm.	 Nenhuma obrigatoriedade quanto a remoção do material; $l_n = 5l_r$; $\lambda_s = 0,008 \text{ mm}$; $\lambda_c = 0,8 \text{ mm}$; Regra 16%, Estimativa média de Ra deve ser inferior a 0,8 μm.

Figura 7. Exemplo de indicação de rugosidade

5. CONCLUSÕES

Este artigo buscou evidenciar as principais mudanças ocorridas nas normas de rugosidade, que ainda não apresentaram uma implementação efetiva no País. O assunto foi abordado de forma a contribuir para sua utilização nas aulas de metrologia, representação gráfica, entre outras, considerando que a padronização é um meio para facilitar o entendimento e atendimento aos requisitos especificados. Neste sentido, o destaque foi dado à interpretação dos parâmetros usuais de rugosidade e os cuidados a serem tomados em sua indicação em desenhos técnicos.

6. REFERÊNCIAS

- Alves, M. L., 2002, “Efeito da medição de rugosidade na massa de padrão de massa Classe F2”, Dissertação, PUC, Rio de Janeiro.
- Associação de Brasileira de Normas Técnicas, 1984, ABNT NBR 8404, Indicação do estado de superfícies em desenhos técnicos - Procedimento”, ABNT, Rio de Janeiro.
- International Organization for Standardization, 1996, ISO 12085, "Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Motif parameters", ISO, Suíça.
- International Organization for Standardization, 1996, ISO 3274, "Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method -- Nominal characteristics of contact (stylus) instruments", ISO, Suíça.
- International Organization for Standardization, 1996, ISO 4288, "Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method -- Rules and procedures for the assessment of surface texture", ISO, Suíça. Versão brasileira: Associação de Brasileira de Normas Técnicas, 2008, ABNT NBR ISO 4288, "Especificações geométricas de produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Regras e procedimentos para avaliação de rugosidade", ABNT, Rio de Janeiro.
- International Organization for Standardization, 1997, ISO 4287, "Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method -- Terms, definitions and surface texture parameters", ISO, Suíça. Versão brasileira: Associação de Brasileira de Normas Técnicas, 2002, ABNT NBR ISO 4287, "Especificações geométricas do

produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros da rugosidade", ABNT, Rio de Janeiro.

International Organization for Standardization, 2002, ISO 1302, "Geometrical Product Specifications (GPS) -Indication of surface texture in technical product documentation", ISO, Suíça.

Tabenekin, A., 1999, "Surface Finish: A Machinist's Tool. A Design Necessity", Modern Machine Shop. 29 Fevereiro 2012 < <http://www.mmsonline.com/articles/surface-finish-a-machinist39s-tool-a-design-necessity>>.

Tabenekin, A., "The mystery of Rz", 29 Fevereiro 2012. <<http://cstools.asme.org/csconnect/pdf/CommitteeFiles/29038.pdf>>.

Verband der Automobilindustrie. 2007, "VDA 2005: Geometrische Produktspezifikation, Technische Zeichnungen, Angabe der Oberflächenbeschaffenheit", VDA, Alemanha.

Verband der Automobilindustrie. 2003, "VDA 2006: Oberflächenbeschaffenheit - Regeln und Verfahren zur Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit ", VDA, Alemanha.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

CONTRIBUTIONS TO IMPLEMENTATION OF ROUGHNESS UPDATED STANDARDS

Sueli Fischer Beckert, sueli@joinville.ufsc.br¹

Luiz Veriano Oliveira Dalla Valentina, dalla@joinville.udesc.br²

Ronan Michels, ronanmichels@hotmail.com¹

Elpídio Faleiros, elpidio_f@hotmail.com¹

Wagner de Campos, wagnergaluppo@gmail.com²

Mariana Furtado, mari_mari_f@hotmail.com²

¹Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Engenharia da Mobilidade, Rua Presidente Prudente de Moraes, 406 - Joinville - 89218-000- SC

²Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC - Centro de Ciências Tecnológicas - CCT - Rua Paulo Malschitzki, s/numero - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - 89219-710 - Joinville-SC

Abstract: *The surface texture is usually represented by parameters of roughness and waviness. The roughness parameters most frequently used in industrial environment are defined by ISO 4287: 1997, which had its Brazilian version provided in 2002. The standard that establishes the criteria for evaluation of surface roughness (ISO 4288:1996) has a Brazilian version issued in 2008. The international standard ISO 1302:2002 does not have a similar standard in Brazil. With the tendency of international trade, it is necessary that the engineering education institutions contribute to the updated knowledge dissemination. Therefore, this article presents the main changes that roughness standards presented in latest revision, facilitating the inclusion in program contents.*

Keywords: *standardization, roughness*