

DISCUSSÕES SOBRE A DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE AMOSTRAGEM (λ_c) PARA AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE NO TORNEAMENTO DE MATERIAIS ENDURECIDOS

Clarianne Natali de Campos, clarianne.campos@gmail.com^{1, 2}

Denis Boing, denis.boing@gmail.com^{1, 3}

Rolf Bertrand Schroeter, rolf.schroeter@ufsc.br¹

¹ UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Reitor João David Ferreira Lima, Florianópolis-SC

² UNICEUMA – Universidade CEUMA, Rua Josué Montello, 1 – São Luís-MA

³ UNIFEFE - Centro Universitário de Brusque, Rua Dorval Luz, 123 - Brusque-SC

Resumo: Para a obtenção de valores de rugosidade que sejam representativos da condição real da superfície, a escolha do valor do comprimento de amostragem ou cut-off (λ_c) é um fator determinante na qualidade dos resultados gerados, o qual está previsto na norma ISO 6405/1998. Na indústria, e na maioria dos trabalhos publicados, conforme a NBR 8404/1984, verifica-se frequentemente a utilização do cut-off de 0,80 mm, independente do processo de usinagem utilizado. Levando em consideração a criticidade do comprimento de amostragem nos resultados de rugosidade, foi realizado o ensaio de torneamento do corpo de prova de aço AISI 4340 (45 HRC), com ferramenta nova de metal-duro de grãos ultrafinos. Foram aplicados parâmetros de usinagem típicos do processo de acabamento, capazes de gerar rugosidades inferiores a 0,8 μ m na escala Ra. A rugosidade da superfície gerada posteriormente foi avaliada por parâmetros de rugosidade 2D, sendo que para avaliar a influência do cut-off, foram aplicados os valores: 0,80 mm, 0,25 mm e 0,08 mm. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os valores de rugosidade gerados apresentaram elevadas disparidades entre si, quando aplicados diferentes valores de cut-off. O processo de torneamento produz uma superfície com característica isotrópica, ou seja, a cinemática da operação e a geometria da ferramenta são os principais responsáveis pela geração da textura da superfície. Conforme a norma ISO 4288/1998 e considerando os valores do parâmetro RSm, para a condição ensaiada o comprimento de amostragem indicado seria de (λ_c) de 0,25 mm. A utilização do do cut-off de 0,80 mm, situação extremamente comum no ambiente industrial e em publicações científicas, não seria o mais adequado pois consideraria perfil relativo à ondulação como perfil de rugosidade. Enquanto que com (λ_c) de 0,08 mm, por ser um filtro mais minucioso, informações importantes em relação à superfície gerada foram suprimidas.

Palavras-chave: comprimento de amostragem, rugosidade, torneamento de materiais endurecidos.

1. INTRODUÇÃO

Aços endurecidos têm sido empregados na fabricação de engrenagens, rolamentos, matrizes e demais componentes críticos de engenharia, os quais necessitam de elevada resistência ao desgaste. Um dos critérios para avaliar a condição da superfície usinada é o processo de remoção de material empregado (Field; Kahles, 1971). No caso específico dos materiais endurecidos, quando se trata de operações de acabamento, o processo de torneamento está se tornando uma alternativa à retificação, reduzindo consideravelmente tempos e custos de fabricação (Klocke; Brinksmeier, 2005).

As vantagens da aplicabilidade do processo de torneamento na indústria se referem, principalmente, à alta taxa de produção, à alta flexibilidade do processo, à elevada qualidade da superfície e à possibilidade de usar sem meios lubrificantes, impactando positivamente tanto no setor financeiro quanto no ambiental (Klocke; Brinksmeier, 2005). Com o desenvolvimento das ferramentas de corte produzidas com materiais ultraduros aliado ao desenvolvimento de máquinas-ferramentas com elevada rigidez e estabilidade dinâmica, o torneamento tomou-se um processo capaz de atingir níveis de tolerâncias comparáveis ao processo de retificação, especialmente nas faixas de tolerância IT3 a IT6 (Byrne; Dornfeld; Denkena, 2003).

Durante muito tempo, as ferramentas de corte utilizadas para o processo de torneamento de materiais endurecidos limitaram-se às ferramentas de PCBN e de cerâmicas por possuírem bom desempenho na usinagem destes materiais. Entretanto, os altos custos de produção das mesmas têm limitado seu campo de aplicação, especialmente em materiais com microestruturas isentas de carbonetos e aços de média dureza (30-50 HRC).

Diante deste cenário, as ferramentas de metal-duro apresentaram-se como uma alternativa econômica, associado ao desenvolvimento de novas classes, novos materiais e tecnologias de revestimento têm conseguido ocupar espaço neste tipo de operação. Além disso, o aprimoramento de ferramentas com grãos menores que 1 μ m, têm garantido um melhor desempenho na usinagem de materiais endurecidos, por possuírem valores superiores de dureza, maior resistência do gume e tenacidade, aliados a baixa tendência à aderência e ao desgaste por difusão (König; Klocke, 2002). Apesar das

propriedades adequadas das ferramentas de metal-duro, estas precisam garantir a qualidade projetada do produto, principalmente em termos de superfície.

A obtenção de peças com rugosidade (R_a) menores que $0,8 \mu\text{m}$ na usinagem de materiais endurecidos sempre foi um desafio para a indústria metal-mecânica, principalmente quando se deseja empregar o torneamento como uma alternativa mais eficiente em substituição ao processo de retificação convencional. Devido a esse cenário, a análise da rugosidade no torneamento de materiais endurecidos cada vez mais ganha importância.

Pode-se definir textura da superfície como sendo os desvios repetitivos ou aleatórios da superfície nominal, a qual advém da geometria base da ferramenta e da cinemática da operação, que formam a topografia tridimensional de uma superfície, apresentando também influência de fatores adversos do processo, como desgaste, vibrações etc (Griffiths, 2001 e Davim, 2010).

Entretanto, a qualidade e veracidade dos resultados obtidos para os parâmetros de rugosidade está diretamente relacionado à definição de qual comprimento de amostragem ou *cut-off* (λ_c) será empregado na geração dos resultados. A escolha do valor do *cut-off* é essencial para que as medições sejam verdadeiramente representativas da superfície analisada. A escolha incorreta deste parâmetro pode provocar alterações bruscas nos valores obtidos, bem como impedir a maior compreensão dos fenômenos presentes na superfície em análise.

A norma ISO 4288/1998 indica os parâmetros a serem utilizados para cada tipo de processo de usinagem, classificando-os em perfis periódicos e não periódicos, conforme a Tab. 1.

Tabela 1. Condições de medição da rugosidade da superfície.

Perfis não periódicos		Perfis periódicos	Condições de medição segundo as normas ISO 4288 e ISO 3274	
Brunimento, lapidação, Retificação		Torneamento, fresamento	l_r comprimento de amostragem (mm) l_n comprimento total da amostra (mm)	
$R_t, R_z (\mu\text{m})$	$R_a (\mu\text{m})$	$RS_m (\text{mm})$	$\lambda_c = l_r$	l_n
$>0,025...0,1$	$>0,006...0,02$	$>0,013...0,04$	0,08	0,4
$>0,1...0,5$	$>0,02...0,1$	$>0,04...0,13$	0,25	1,25
$>0,5...10$	$>0,1...2$	$>0,13...0,4$	0,8	4
$>10...50$	$>2...10$	$>0,4...1,3$	2,5	12,5
$>50...200$	$>10...80$	$>1,3...4$	8	40

Apesar da frequente utilização do *cut-off* de $0,80 \text{ mm}$ em publicações científicas e no ambiente industrial, dependendo do processo empregado e das condições de realização do mesmo, este valor pode não ser representativo da superfície, provocando severos erros nos valores obtidos. Levando em consideração a criticidade do comprimento de amostragem nos resultados de rugosidade, este trabalho propõe discutir as implicações da escolha do comprimento de amostragem na qualidade e na veracidade dos parâmetros de rugosidade obtidos, de modo que os mesmos contemplem o real estado da superfície.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em um torno CNC de modelo Heynumat 10U do fabricante Heyligenstaed (Fig. 1), do Laboratório de Mecânica de Precisão (LMP). A máquina-ferramenta possui potência nominal no eixo árvore de 75 kW , rotação máxima de 4500 rpm , placa com fechamento hidráulico de três castanhas com pressão máxima de 45 bar , diâmetro da placa de 300 mm e com comando CNC Siemens 802D. O processo de torneamento empregado neste trabalho consiste no torneamento radial ou faceamento, com movimento retilíneo e perpendicular ao eixo de rotação da máquina.



Figura 1. Máquina-ferramenta utilizada no ensaio de torneamento.

Para este ensaio foi utilizada uma ferramenta de metal-duro com grãos ultrafinos, código ISO SNMG 12 04 08 - SM Classe 1105 – fornecida pela empresa Sandvik Coromant®. O material utilizado neste trabalho é o aço AISI 4340, cuja composição química, fornecida pela fabricante, está apresentada a seguir (Tab. 2).

Tabela 2. Composição química do aço AISI 4340 (% em massa).

C	Mn	P	Si	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al
0,39	0,67	0,02	0,27	0,01	1,74	0,76	0,22	0,20	0,01

A partir dele, foi obtido o corpo de prova utilizado neste ensaio, cujas respectivas dimensões encontram-se na Fig. 2. A escolha desta geometria foi baseada em Diniz e Oliveira (2008), pois esta garante maior rigidez aos experimentos, já que o comprimento em balanço se torna pequeno. Desta forma, garante-se aos experimentos e os resultados obtidos não sejam influenciados pelas vibrações do processo, as quais podem gerar avarias nas ferramentas ou imperfeições na superfície da peça usinada. Além disso, o corte pode ser realizado no sentido radial, garantindo o maior aproveitamento do volume do corpo de prova.

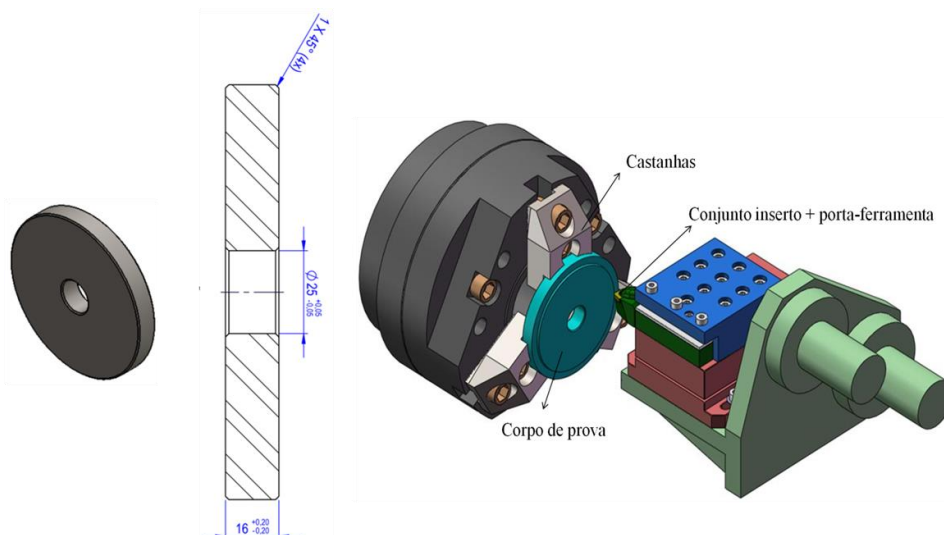


Figura 2. Corpo de prova e sistema de fixação utilizados nos ensaios.

A fim de minimizar os choques na entrada e saída da ferramenta, foram realizados chanfros dos diâmetros interno e externo do corpo de prova, com dimensões de 1 x 45°. O furo no centro do corpo de prova ($\varnothing = 25\text{mm}$) tem por finalidade garantir a manutenção da velocidade de corte constante programada.

Obtidas as dimensões e a geometria desejadas para os corpos de prova, os mesmos foram submetidos ao processo de tratamento térmico, na empresa Tecnotêmpera (Guaramirim – SC), de têmpera e revenimento, para atingirem a dureza de 45 ± 1 HRC.

Para fixação e posicionamento do corpo de prova, foram projetadas e fabricadas castanhas de aço AISI 4340 (40 ± 1 HRC), as quais têm a finalidade de reduzir os efeitos da vibração, garantindo maior rigidez e estabilidade à peça.

Posteriormente, deu-se início ao ensaio de torneamento, o qual consistiu na realização de um único passe no sentido radial (do diâmetro maior para o diâmetro menor), sendo usinada apenas uma face do corpo de prova. O ensaio foi realizado sem o emprego de meios lubrificantes. Os parâmetros de usinagem indicados na Tab. 3, foram utilizados nos experimentos.

Tabela 3. Parâmetros de corte dos ensaios de torneamento.

Parâmetro de corte	Valor
Velocidade de corte (v_c)	150 m/min
Avanço (f)	0,08 mm
Profundidade de corte (a_p)	0,20 mm

2.1. Análise das rugosidades 2D e 3D

Para a análise da rugosidade 2D, com a finalidade de obter um conjunto de dados que permitam uma representação próxima à realidade e que abranjam de forma mais ampla os diversos fenômenos presentes na superfície, foram realizadas três medições, com um distanciamento de 120° entre cada, variando entre a periferia, o meio e o centro do corpo de prova, conforme Fig. 3.

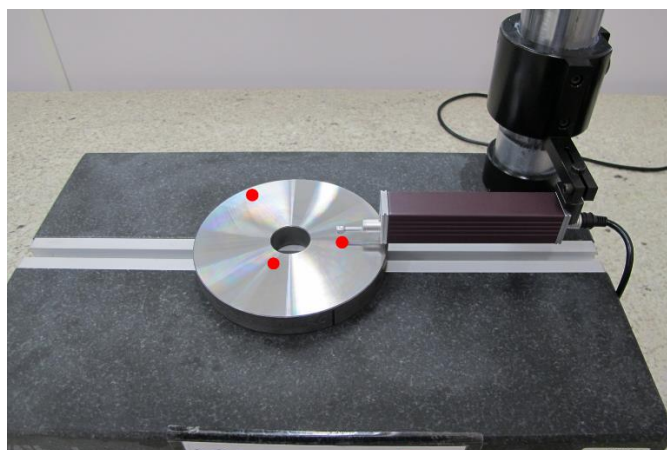


Figura 3. Medição da rugosidade 2D.

Definidos estes parâmetros, para a medição da rugosidade 2D foi utilizado o rugosímetro Mitutoyo® SJ-310, disponível no Centro Universitário de Brusque (UNIFEBS). O equipamento permite a obtenção não somente dos valores dos parâmetros de rugosidade (norma ISO 4287/2002), mas também o perfil de rugosidade da superfície e sua respectiva curva de Abbott-Firestone.

O detector com a ponta de diamante encontra-se instalado em um adaptador vertical, o que permite o correto nivelamento com o corpo de prova a ser medido. Além disso, este conjunto encontra-se instalado em uma mesa de granito, a fim de evitar que vibrações e instabilidades do ambiente afetem a realização dos ensaios. As etapas da medição da rugosidade 2D podem ser verificadas na Fig. 4.



Figura 1. Etapas para medição da rugosidade 2D.

Assim, primeiramente foi realizado o ajuste dos parâmetros a serem utilizados no ensaio. Posteriormente, realizou-se a limpeza do corpo de prova a ser medido com álcool etílico 95%, a fim de que impurezas ou resíduos existentes não afetassem a obtenção dos dados. Concluída esta etapa, posicionou-se o detector com ponta de diamante sobre o corpo de prova a fim de dar início ao processo de medição, sendo realizada uma medição em cada posição, para os três comprimentos de amostragem. Os dados obtidos são visualizados tanto no *display* do rugosímetro quanto exportados para o computador. Posteriormente, dos dados obtidos, foram extraídas as médias e suas respectivas incertezas.

Devido às limitações existentes na análise 2D, foram feitas medições 3D da rugosidade da superfície, sendo que este método se diferencia por avaliar uma área da superfície, fornecendo dados com maior confiabilidade sobre aspectos tribológicos da peça (Campos; Boing; Schroeter, 2015).

Para a medição da rugosidade 3D foi utilizado o equipamento interferômetro de Zygo® NewView™ 7300, disponível no Laboratório de Materiais (LABMAT), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), conforme Fig. 5.

A interferometria óptica é uma técnica que utiliza a interferência entre ondas luminosas para realizar medições. Em essência, consiste em dividir feixes de luz, fazendo com que percorram caminhos diferentes, e recombiná-los para produzir padrões visuais na forma de franjas de interferência, as quais serão responsáveis pela medição da rugosidade da superfície.



Figura 5. Interferômetro de luz branca para medição de rugosidade 3D.

Assim, para a análise da rugosidade 3D, primeiramente foi feita a limpeza do corpo de prova com álcool etílico 95% e este foi posicionado sobre a mesa do equipamento. Posteriormente, realizou-se a definição dos parâmetros de medição e análise no software MetroPro® para análise de uma área de 1mm². Além disso, foi feito o ajuste de foco da imagem e a distribuição das franjas de interferência sobre a superfície. Foi realizada uma medição para cada corpo de prova, sendo que para cada medição são feitas cinco avaliações da área definida, e o resultado gerado trata-se da média dessas cinco varreduras. Devido a isso, para esta análise não foi possível obter os valores de incerteza.

Feitas as medições desejadas, é gerado um arquivo .txt, o qual necessita de um programa para que seja feita a leitura dos dados. Neste caso em específico, utilizou-se o software MountainsMap® para tratar os dados obtidos e gerar os gráficos e perfis desejados. Nesta etapa de tratamento dos dados, foi empregado os valores de *cut-off* que serão avaliados para que fossem gerados os perfis de rugosidade e ondulação (Fig. 6), a topografia da superfície, a respectiva curva de Abbott e os parâmetros 3D.

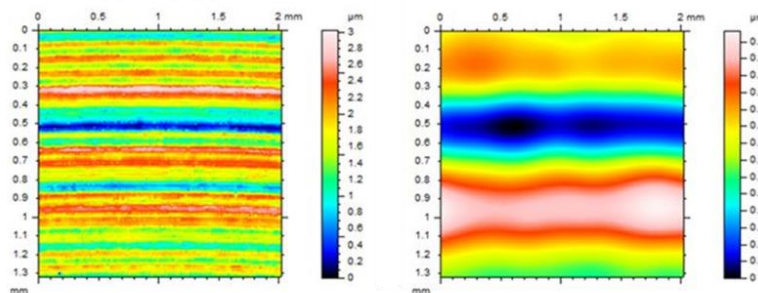


Figura 6. Perfis de rugosidade e ondulação, respectivamente.

Desta forma, busca-se ter uma ampla compreensão da influência da escolha do comprimento de amostragem, tanto em relação aos valores dos parâmetros 2D e 3D quanto às topografias obtidas e características tribológicas relacionadas às mesmas.

3. RESULTADOS

Inicialmente, foram obtidos os perfis e valores dos parâmetros de rugosidade pela análise 2D. Conforme a Fig. 7, verifica-se que a alteração do comprimento de amostragem selecionado influencia diretamente os valores de rugosidade obtidos, sendo que os mesmos apresentam grandes disparidades entre si e, conseqüentemente, geram diferentes superfícies de análise.

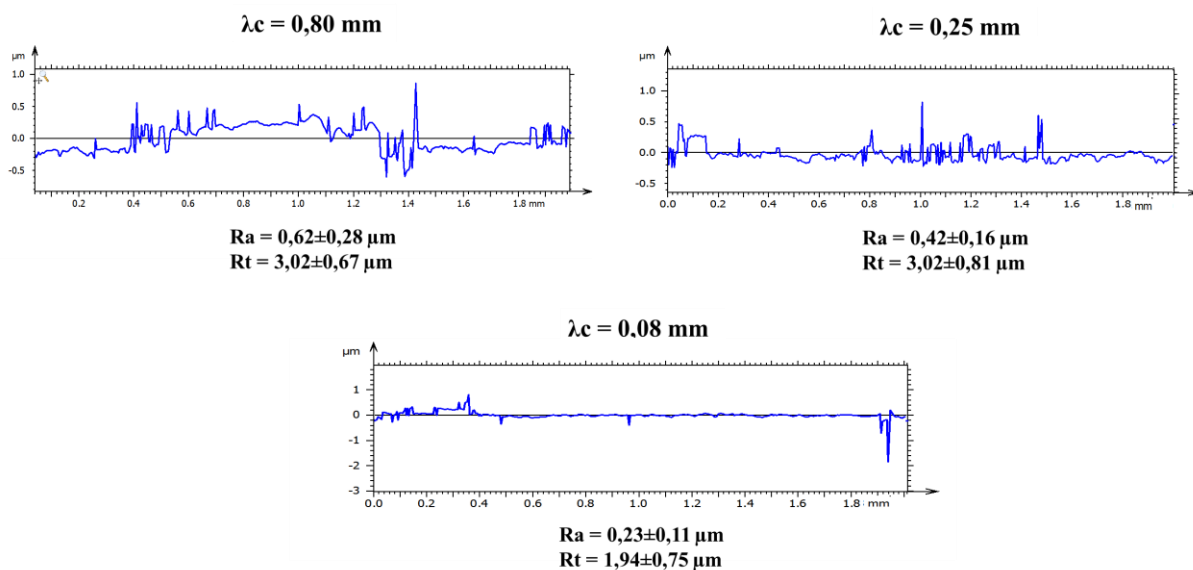


Figura 7. Comparação dos perfis e parâmetros de rugosidade obtidos com três diferentes comprimentos de amostragem.

O perfil de rugosidade gerado pelo comprimento de amostragem de 0,80 mm, apesar de ter sido filtrado, ainda apresenta influências da ondulação. Para Scheers *et al.* (1998), um perfil de superfície é composto de uma faixa de irregularidades com variadas oscilações ou frequências; sendo as oscilações de alta frequência ou de ondas curtas denominadas de rugosidade e as oscilações de baixa frequência e ondas longas são denominadas de ondulação. O problema significativo da determinação dessas irregularidades está na identificação inicial. A fronteira entre rugosidade e ondulação é questionável, dependendo do processo de fabricação ou da aplicação da peça. Em alguns tipos de processos de usinagem, a influência da ondulação é um importante elemento a ser considerado na análise do comportamento da superfície, não necessitando, assim, haver uma completa separação entre rugosidade e ondulação.

Entretanto, no caso específico do processo de torneamento, segundo Griffiths (2001), a rugosidade está diretamente relacionada à geometria da ferramenta e a ondulação, a erros existentes no processo, como vibrações, por exemplo. Ou seja, para este tipo de operação, a rugosidade diz respeito à capacidade do processo, enquanto que a ondulação condiz aos fenômenos relacionados à máquina-ferramenta em que o torneamento é realizado.

Além disso, como é possível observar para os três perfis obtidos, a variação dos valores de *cut-off* provoca a alteração da distribuição de picos e vales. Assim, não somente os valores dos parâmetros de rugosidade ficam comprometidos, como também a análise das características tribológicas da superfície usinada, como ser verificado na Fig. 8, a qual apresenta as curvas de Abbott-Firestone obtidas para os diferentes comprimentos de amostragem, pelo método de análise 3D.

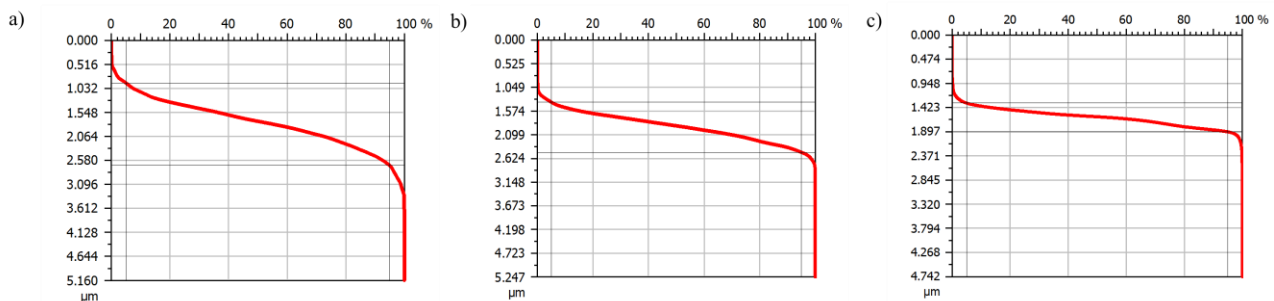


Figura 8. Curvas de Abbott-Firestone obtidas para os *cut-off* de a) 0,80 mm, b) 0,25 mm e c) 0,08 mm.

É possível verificar que apesar das três superfícies apresentarem baixa formação de picos e vales, condição essa que varia em termos de frequência e volume, com a diminuição dos valores com comprimento de amostragem, a superfície apresentar maior região de apoio, podendo ser classificada como plataforma e com baixa capacidade de retenção de lubrificante. Ou seja, a escolha incorreta do filtro de amostragem também pode induzir a erros na interpretação das propriedades funcionais da superfície, omitindo assim informações relevantes sobre a real condição da mesma.

Para melhor compreensão do efeito da variação do comprimento amostragem, foram gerados os perfis de rugosidade e ondulação pelo método 3D. Tal método permite uma melhor visualização do comportamento da ferramenta de corte sobre a superfície e assim, evidencia qual comprimento de amostragem melhor se adequa às condições do processo. Neste trabalho, em específico, foi realizado um único passe sobre o corpo de prova com a utilização de um gume novo da ferramenta de corte. O processo de torneamento produz uma superfície com característica isotrópica, ou seja, a cinemática da operação e a geometria da ferramenta são os principais responsáveis pela geração da textura da superfície.

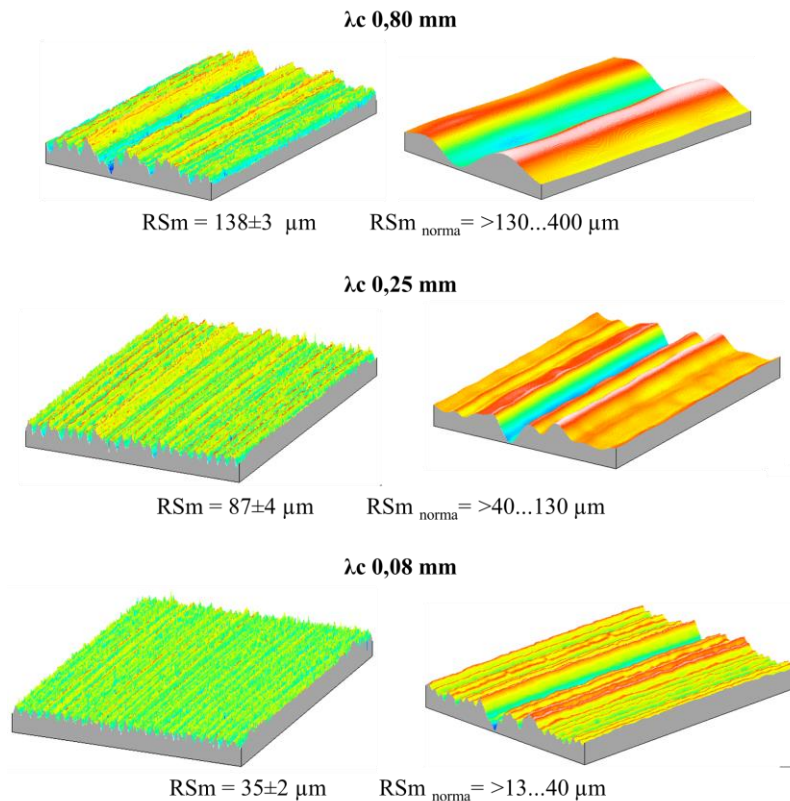


Figura 9. Comparação dos perfis, respectivamente, de rugosidade e ondulação.

De acordo com a Fig.9 e com o disposto na norma ISO 4288/1998, a qual leva em consideração, o processo de usinagem empregado para obtenção da superfície, verifica-se que o comprimento de amostragem de 0,25 mm melhor se adequa ao processo de torneamento, sendo que valor obtido para o parâmetro R_{Sm} encontra-se na faixa de valores proposto pela norma.

Além disso, observa-se o λ_c de 0,25 mm consegue extrair o real perfil de rugosidade da superfície, em contraposição ao *cut-off* de 0,80 mm. Apesar desse ser amplamente utilizado em trabalhos científicos e no ambiente industrial, o perfil de rugosidade é similar ao perfil de ondulação, ou seja, estão inseridos erros e alterações presentes no processo, não sendo assim uma representação real das características da superfície. Por outro lado, o *cut-off* de 0,08 mm, por se tratar de um filtro mais minucioso, acaba por suprimir informações importantes sobre a superfície, não conseguindo caracterizá-la de forma adequada. A possível explicação para a melhor adequação do λ_c de 0,25 mm está relacionado às condições do processo, o qual ao realizar somente um passe sobre a peça, com o emprego de um gume novo da ferramenta de corte, o perfil gerado na superfície será relativo à geometria da ferramenta. Vale ressaltar, entretanto, que alterando os parâmetros do processo, nova avaliação deve ser realizada.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os valores de rugosidade gerados apresentaram elevadas disparidades entre si, quando aplicados diferentes valores de *cut-off*, sendo que este ao provocar a alteração da distribuição de picos e vales, altera a avaliação das características tribológicas da superfície. Além disso, a partir dos perfis obtidos pela análise 2D, verificou-se que o filtro de 0,80 mm apresentou influência da ondulação. Em alguns processos de usinagem, a influência da ondulação é um importante elemento a ser considerado na análise do comportamento da superfície. Entretanto, no caso específico do processo de torneamento, a rugosidade está relacionada à capacidade do processo, enquanto que a ondulação condiz aos fenômenos relacionados à máquina-ferramenta em que o torneamento é realizado.

Conforme a norma ISO 4288/1998 e considerando os valores do parâmetro R_{Sm} obtidos, o comprimento de amostragem (λ_c) de 0,25 mm seria o mais condizente às condições do processo, por conseguir extrair o real perfil de rugosidade da superfície e, consequentemente, garantindo sua melhor caracterização. A utilização do *cut-off* de 0,80 mm, por outro lado, não seria o mais adequado pois consideraria o perfil relativo à ondulação como perfil de rugosidade, não refletindo a verdadeira condição da superfície. Enquanto que com λ_c de 0,08 mm, por ser um filtro mais minucioso, informações importantes em relação à superfície gerada foram suprimidas.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o financiamento e apoio da FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina), UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

6. REFERÊNCIAS

- Byrne, G.; Dornfeld, D.; Denkena, B., 2003, "Advancing cutting technology", CIRP Annals - Manufacturing Technology, p. 483-507.
- Campos, C. N. de.; Boing, D.; Schroeter, R. B., 2015, "Análise do acabamento da superfície no torneamento do aço AISI 4340 com ferramentas de PCBN e metal-duro", Colóquio de usinagem, 19.
- Davim, J., 2010, "Surface Integrity in Machining", 1. ed., Ed. Springer, Londres.
- Diniz, A. E.; Oliveira, A. J. de., 2008, "Hard turning of interrupted surfaces using CBN tools", Journal of materials processing technology, v. 195, p. 275-281.
- Field, M.; Kahles, J. F., 1971, "Review of surface integrity of machine components", CIRP Annals - Manufacturing Technology, p. 153-163.
- Griffiths, B., 2001, "Manufacturing Surface Technology", Ed. Penton Press, Londres.
- Klocke, F.; Brinksmeier, E.; Weinert, K., 2005, "Capability Profile of Hard Cutting and Grinding Processes", CIRP Annals - Manufacturing Technology, v. 54, p. 22-45.
- König, W.; Klocke, F., 2002, "Tecnologia da usinagem com ferramenta de corte de geometria definida - parte I", Tradução de Walter Lindolfo Weingaertner e Rolf Bertrand Schroeter, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Scheers, J.; Vermeulen, M.; De Maré, C.; Meseure, K., 1998, "Assessment of steel surface roughness and waviness in relation with paint appearance", International journal of machine tools manufacture, v.38, n.5/6, p. 647 – 656.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

DISCUSSIONS ON DETERMINING THE SAMPLE LENGTH (λ_c) ROUGHNESS FOR ASSESSMENT IN HARD TURNING

Clarianne Natali de Campos, clarianne.campos@gmail.com^{1, 2}

Denis Boing, denis.boing@gmail.com^{1, 3}

Rolf Bertrand Schroeter, rolf.schroeter@ufsc.br¹

¹ UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Reitor João David Ferreira Lima, Florianópolis-SC

² UNICEUMA – Universidade CEUMA, Rua Josué Montello, 1 – São Luís-MA

³ UNIFEFE - Centro Universitário de Brusque, Rua Dorval Luz, 123 - Brusque-SC

Abstract. In order to obtain roughness values that are representative of the actual surface condition, the choice of sample length or cut-off (λ_c) is a determining factor in the quality of the generated results, which is provided in ISO 6405/1998. In industry, and in most of the published works, according to NBR 8404/1984, the cut-off of 0.80 mm is frequently used, regardless of the machining process used. Taking into account the criticality of the sample length in the roughness results, the AISI 4340 (45 HRC) steel test body turning test was performed with a new ultrafine grained hard metal tool. Typical machining parameters of the finishing process were applied, capable of generating roughness less than 0,8 μm on the R_a scale. The roughness of the surface generated later was evaluated by parameters of 2D roughness, and to evaluate the influence of the cut-off, values were applied: 0.80 mm, 0.25 mm and 0.08 mm. From the obtained results, it was verified that the roughness values generated presented high disparities between them when different cut-off values were applied. The turning process produces a surface with an isotropic characteristic, that is, the kinematics of the operation and the geometry of the tool are mainly responsible for the generation of surface texture. According to ISO 4288/1998 and considering the values of parameter R_{Sm} , for the condition tested the sample length indicated would be (λ_c) of 0.25 mm. The use of the cut-off of 0.80 mm, an extremely common situation in the industrial environment and in scientific publications, would not be the most appropriate because it would consider a profile related to the corrugation as roughness profile. While with (λ_c) 0.08 mm, as a more detailed filter, important information regarding the generated surface was suppressed.

| Keywords: *sampling length, surface roughness, hard turning.*