

EVOLUÇÃO DA TOPOGRAFIA DO AÇO ABNT 1015 NA USINAGEM POR DESCARGAS ELÉTRICAS.

Jorge Francisco Costa Brasil – costabrasil@mec.ufu.br

Leandro Jacomine – jacomine@mecanica.ufu.br

Alberto Arnaldo Raslan – ltm-raslan@ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Av. João Naves de Avila, 2160- Campus Santa Monica- Bloco 1M- Uberlândia- MG- 38408-902.

Resumo. *O acabamento superficial é um dos mais importantes quesitos na confecção de matrizes e moldes. Todavia, não se encontrou na literatura pesquisada um estudo sistemático para a avaliação da evolução da topografia de superfície nos instantes iniciais de usinagem por descargas elétricas (ou eletroerosão). Com base nisto, o presente trabalho tem por objetivo estudar a evolução de topografia de superfície em amostras de aço ABNT 1015 nos instantes iniciais de usinagem por eletroerosão. Para tanto foram preparadas amostras do referido aço, retificadas em retífica de topo, para serem usinadas por uma ferramenta de cobre eletrolítico de formato cilíndrico. Os parâmetros de usinagem Ton (tempo de pulso), DT (tempo de interrupção) e Ts (intensidade de corrente) foram mantidos constantes e o tempo de erosão variou entre 0 e 60 segundos. Foram obtidos perfis de topografia através de interferometria laser e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos permitiram avaliar a evolução da topografia superficial e a determinação do regime permanente de eletroerosão.*

Palavras-Chave: *topografia, descargas elétricas, aço ABNT 1015.*

1. INTRODUÇÃO

A usinagem por descargas elétricas, ou eletroerosão, ou ainda EDM, como é conhecido internacionalmente, é um dos mais populares processos não tradicionais de usinagem, um dos primeiros a surgir. EDM é um processo que permite a usinagem de furos, ranhuras e superfícies, com formas das mais complexas ou dimensões diminutas e materiais de elevada dureza, que seriam dificilmente usinados por processos convencionais, desde que condutores elétricos.

Aplicando-se uma diferença de potencial (em corrente contínua) entre duas placas condutoras de eletricidade, chamadas de eletrodo e peça, separadas por uma pequena distância (de 0,012mm a 0,050mm), ocorrem descargas elétricas entre elas. Na verdade, neste espaço entre a peça e o eletrodo, circula o fluido dielétrico que se torna eletrolítico na forma gasosa (McGeough, 1988; Medeiros, 1981). No instante da descarga elétrica, o eletrodo e a peça não estão em contato devido ao meio dielétrico que os envolve. Ao iniciar o ciclo de erosão, a potência despendida por unidade de área pode chegar até 1000 W/m^2 na pequena região de descarga elétrica. A temperatura, nesta mesma região, pode atingir até 15.000°C . Assim o fluido dielétrico evapora, tornando-se eletrolítico e, no meio gasoso, a pressão poderá alcançar as marcas de até 200 atm (McGeough, 1988).

No processo EDM, é sempre inevitável a formação de uma camada refundida, também conhecida como camada branca, pois mesmo após a última descarga elétrica de uma operação de usinagem, parte do material fundido volta a se depositar sobre a superfície acabada. Portanto, a análise da topografia de peças usinadas por eletroerosão se trata basicamente de avaliar como essa camada de material se depositou, observando a textura, a quantidade e formato de bolhas e microtrincas. Outro fator importante é a espessura dessa camada, pois, o ideal, é que sempre sejam alcançadas espessuras mínimas desta, mesmo que com modificações dos parâmetros de usinagem.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a evolução da topografia superficial em amostras de aço ABNT 1015 nos instantes iniciais da usinagem por eletroerosão.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho, foram usinadas barras de aço ABNT 1015, previamente normalizadas a 915°C por duas horas. Realizou-se a retificação destas amostras em uma retífica de topo, com a utilização de um rebolo tipo copo de Al_2O_3 de granulometria 100 *mesh*. A rugosidade média (R_a) da superfície, após retificação era de $0,5 \mu\text{m}$. A composição química das barras foi verificada por uma análise de composição química via úmida. Um desenho ilustrativo desta amostras pode ser visto na figura 1. Os eletrodos foram confeccionados em cobre eletrolítico. Sua geometria pode ser vista na figura 2.

Os ensaios foram conduzidos após a devida limpeza do eletrodo e amostra de aço. Utilizou-se o tempo de pulso (T_{on}) igual a $28 \mu\text{s}$, a intensidade de corrente (T_s) de 2,5 e porcentagem de interrupção de 50%. Tais parâmetros caracterizaram o regime de usinagem como sendo de acabamento. Foram selecionados 6 tempos de usinagem, os quais sejam, 5,0; 8,7; 15,1; 26,2; 45,5 e 60,0 segundos.

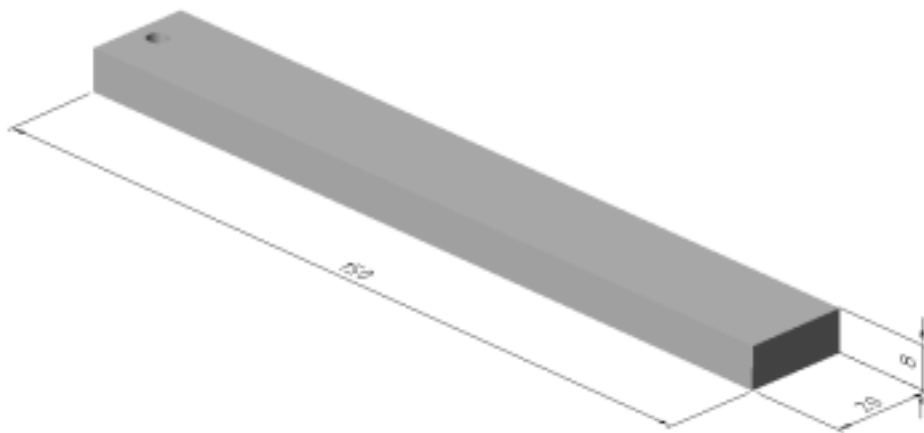


Figura (1). Esquema ilustrativo da geometria das amostras usinadas.

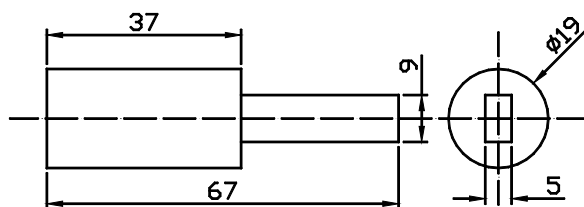


Figura (2). Eletrodo de usinagem de Cobre eletrolítico.

Após a realização dos ensaios de usinagem e da limpeza dos corpos de prova em acetona e ultra-som por 15 min, foram realizadas análises da topografia superficial através de microscopia eletrônica de varredura e interferometria laser.

Nas análises de interferometria laser tridimensional, foi utilizada densidade de pontos na direção x igual a 1000 pontos por milímetro e na direção y igual a 100 pontos por mm. Com as imagens de topografia obtidas, calculou-se parâmetros de superfícies tais como: rugosidade média (R_a), rugosidade média quadrática (R_q), achatamento (R_{ku}) e simetria (R_{sk}).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando as topografias obtidas pelo MEV, nos seis intervalos de tempos testados, com ampliações de 100 e 500 vezes, nota-se que a forma de redeposição da camada refundida permanece a mesma, independente do tempo de usinagem. O número de bolhas e a textura da camada branca não sofrem significativas modificações entre os diversos tempos de usinagem. Isso se deve ao fato que, uma vez fixados os parâmetros de usinagem como tempo ativo e potência de usinagem, a quantidade global de material fundido e removido da peça permanece praticamente constante, ou sofrendo poucas modificações, portanto, a quantidade de material que volta a se solidificar sobre a superfície usinada será também praticamente constante. Outro fator que confirma essa situação é que o volume de fluido dielétrico que se evapora durante as

descargas elétricas depende exclusivamente dos parâmetros de usinagem programados na máquina e da qualidade do fluido; como esses são os mesmos, o número de bolhas aprisionado pela camada branca é então quase que constante.

Entretanto, nota-se nas topografias com 100 vezes de aumento, que a quantidade de crateras formadas pelas descargas elétricas foram aumentando com o aumento do tempo de usinagem. Pode-se explicar esse fenômeno pelo fato que num instante inicial, as descargas elétricas promovem a formação de crateras de um determinado tamanho. As próximas descargas, como se sabe, percorrem as menores distâncias possíveis entre a ferramenta e a peça, portanto, elas atingem não as crateras anteriormente formadas, mas atingem apenas os picos. Isso implica em dizer que com o maior tempo de usinagem, a diferença entre picos e vales cai, o tamanho das crateras diminui e conseqüentemente, o número de crateras aumenta. As fotografias descritas acima estão dispostas nas figuras 3, 4 e 5.

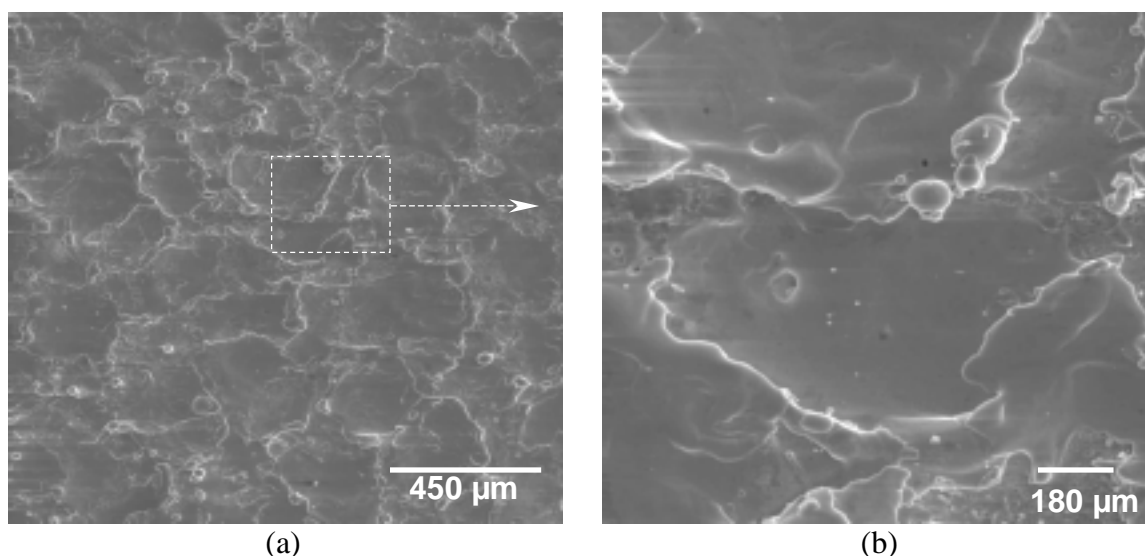


Figura (3). Superfície da amostra de aço ABNT 1015, usinada por EDM por um tempo de 5 s, MEV (a) visão geral e (b) detalhe de (a)

Avaliando as topografias obtidas com interferometria laser, observa-se que nos instantes iniciais de usinagem, a rugosidade média quadrática aumenta até cerca de 10 segundos (ver figura 6). Após essa fase, a rugosidade diminui permanecendo aproximadamente constante até o tempo final de 60 segundos.

Observa-se também que a função densidade de probabilidade do momento central de terceira ordem, usada para medir a assimetria de perfil sobre a linha média (figura 7), há um aumento significativo de vales nos instantes iniciais de usinagem. Após essa fase há uma diminuição considerável de vales e, conseqüentemente, um aumento no número de picos. Após aproximadamente 20 segundos, o número de picos e vales tende a se igualar.

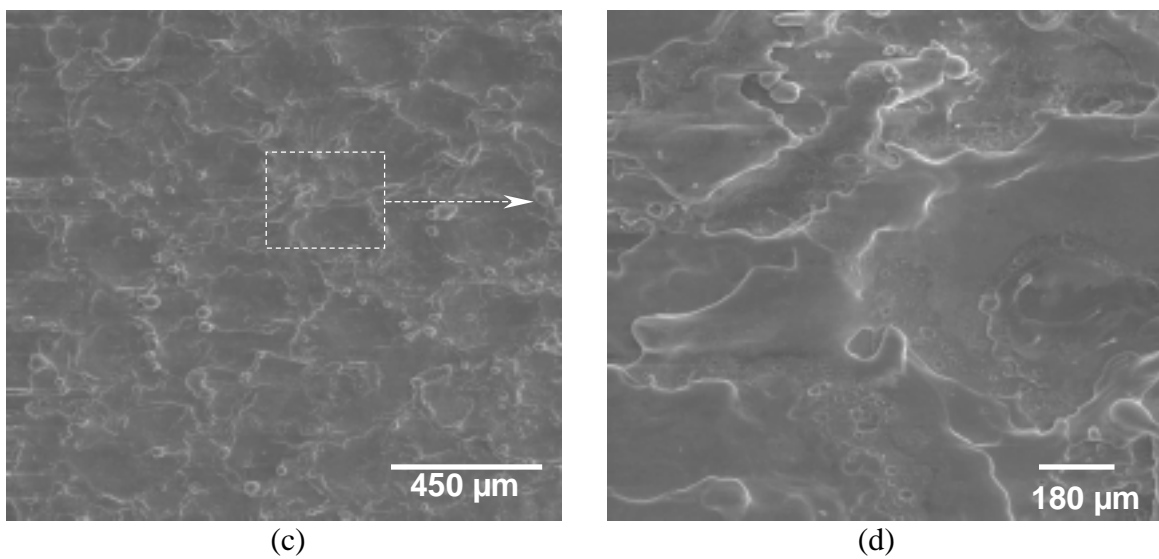


Figura (4). Superfície da amostra de aço ABNT 1015, usinada por EDM por um tempo de 15,1 s, MEV (c) visão geral e (d) detalhe de (c)

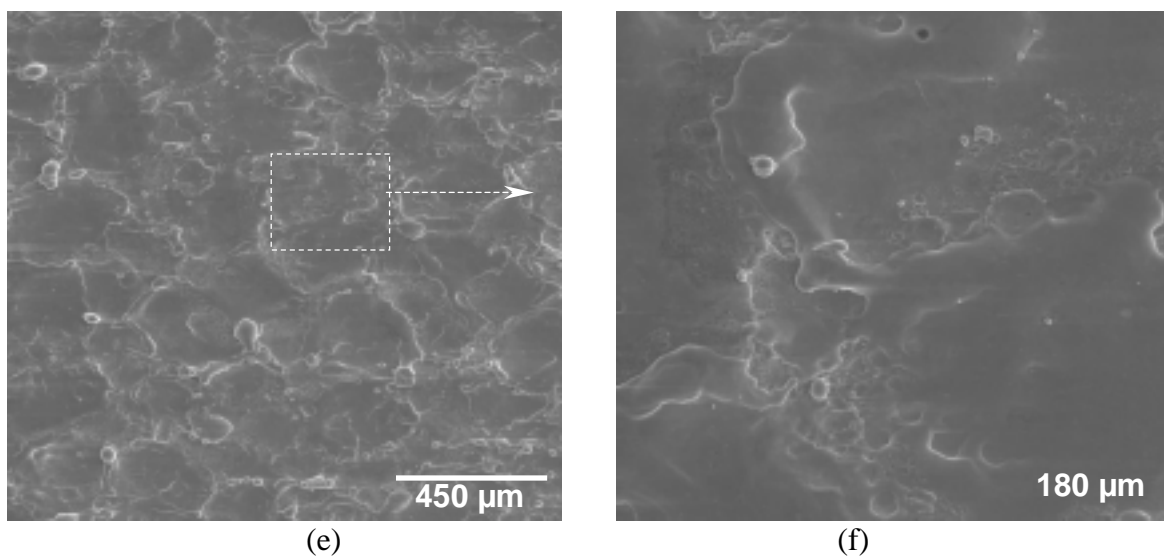


Figura (5). Superfície da amostra de aço ABNT 1015, usinada por EDM por um tempo de 60 s, MEV (e) visão geral e (f) detalhe de (e)

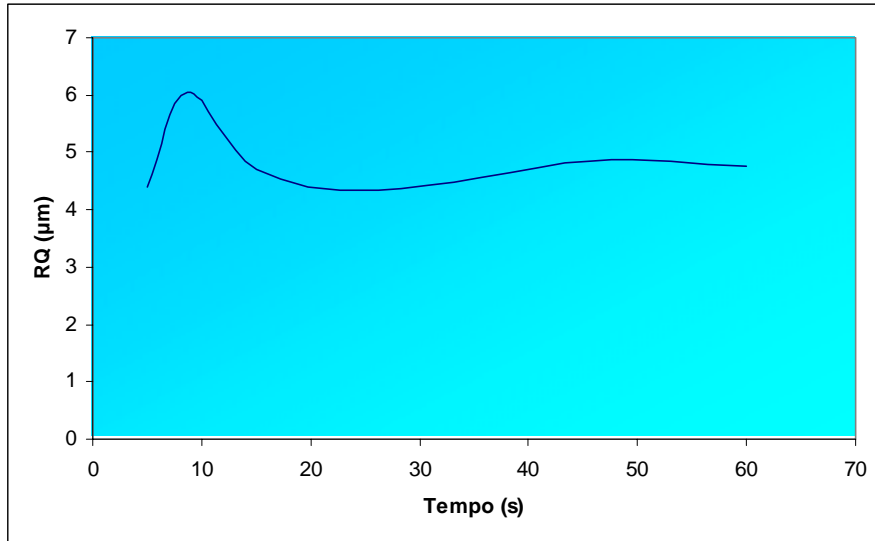


Figura (6). Rugosidade média quadrática em função do tempo de usinagem

Esse fenômeno pode ser explicado pela formação de crateras iniciais de um determinado tamanho, provocando grande numero de vales. As crateras subseqüentes serão de diâmetros menores, provocando uma certa igualdade em número de picos e vales.

O aspecto topográfico das amostras de aço ABNT 1015, obtidos após usinagem por 5; 15,1 e 60 segundos, podem ser vistos nas figuras 8, 9 e 10 respectivamente.

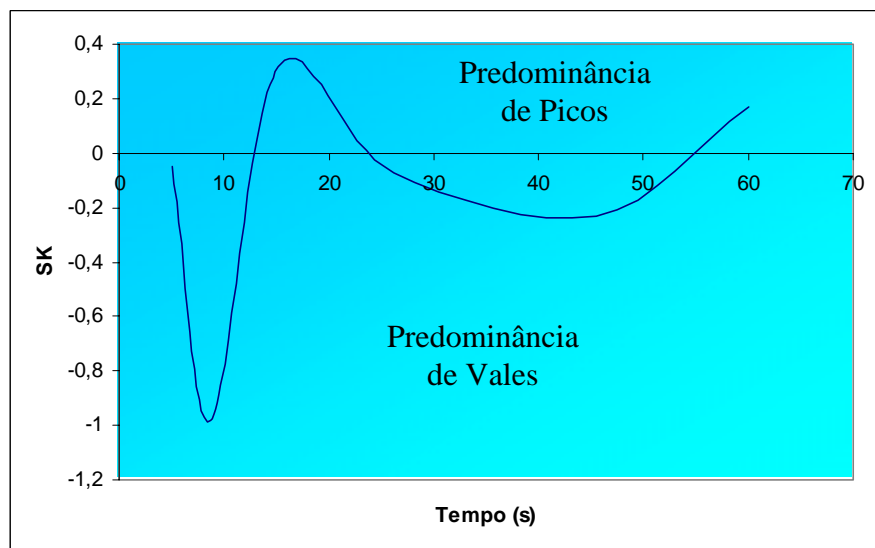


Figura (7). Coeficiente de simetria em função do tempo de usinagem

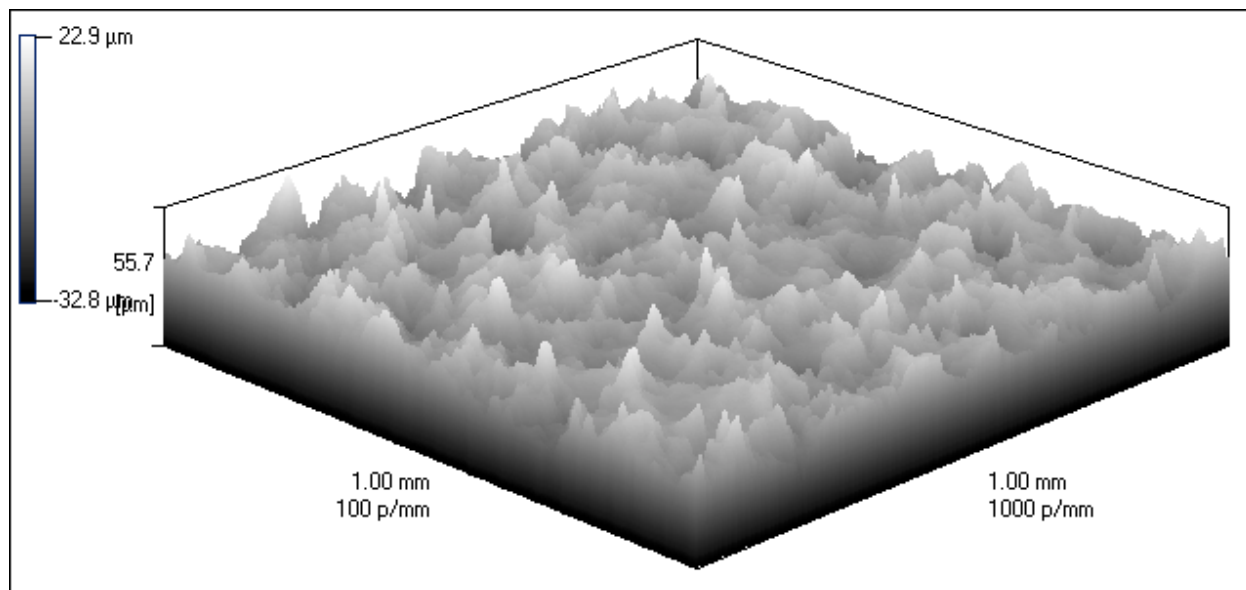


Figura (8). Aspecto topográfico da amostra de aço ABNT 1015, usinada por EDM por 5 s, interferometria laser

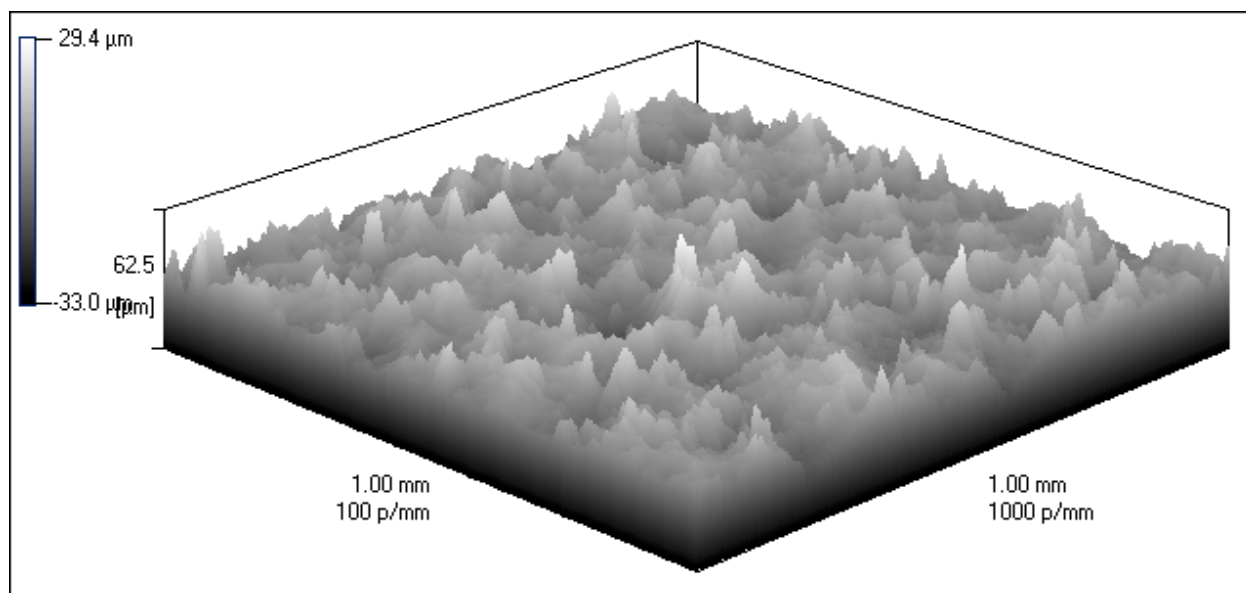


Figura (9). Aspecto topográfico da amostra de aço ABNT 1015, usinada por EDM por 15,1 s, interferometria laser

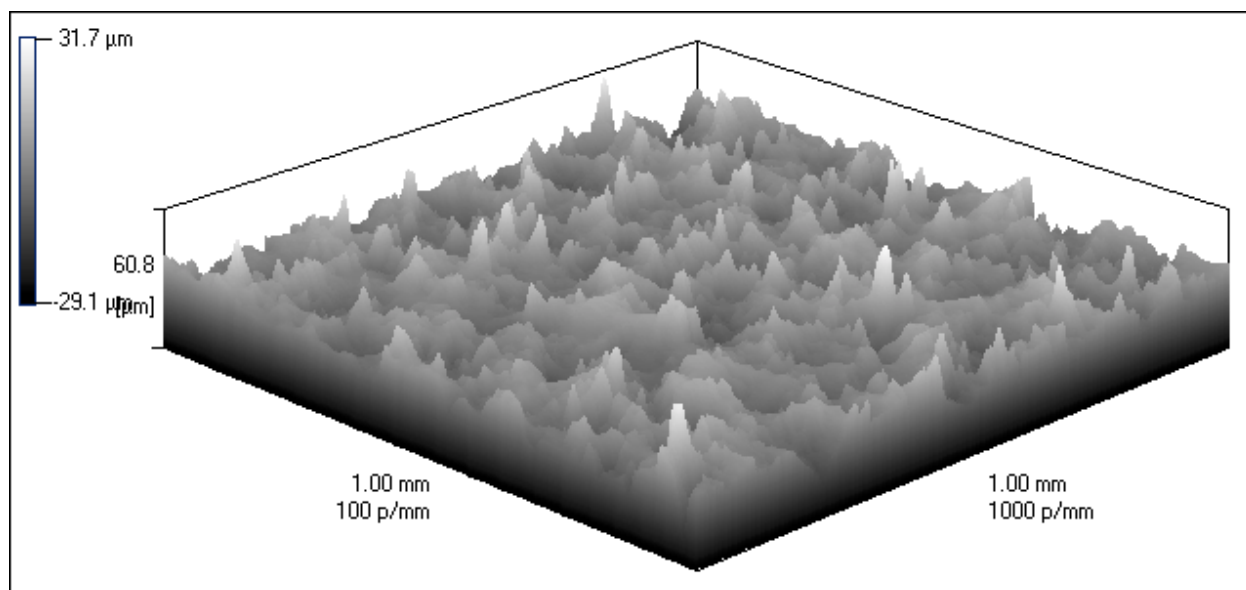


Figura (10). Aspecto topográfico da amostra de aço ABNT 1015, usinada por EDM por 60 s, interferometria laser.

4. CONCLUSÕES

- A redeposição da camada refundida não sofreu qualquer alteração para todas as condições avaliadas.
- A quantidade de crateras na superfície usinada sofre um aumento com o decorrer do tempo de usinagem.
- Observa-se que houve um aumento significativo de vales nos instantes iniciais de usinagem. Após essa fase há uma diminuição considerável de vales e consequentemente aumento do número de picos. Após aproximadamente 20 segundos o numero de picos e vales tendem a igualar.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Luciano José Arantes, Flavio José da Siva, Thiago Silva Figueredo pela colaboração e aos programas CAPES, CNPq, CAPES/COFECUB, FAPEMIG pelas bolsas concedidas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

McGeough, J. A.; 1988, “Advanced Methods of Machining”, London, Chapman and Hall, pp.128-152.

Medeiros, J. T. N; 1985, “Aspectos Termodinâmicos do Processo de Usinagem por Eletroerosão”, VIII COBEM, S. J. Campos, SP.

SUPERFICIAL TOPOGRAPHY EVALUATION OF LOW CARBON STEEL (ABNT 1015) ON ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING

Jorge Francisco Costa Brasil – costabrasil@mec.ufu.br

Leandro Jacomine – jacomine@mecanica.ufu.br

Alberto Arnaldo Raslan – ltm-raslan@ufu.br

Federal University of Uberlândia – Faculty of Mechanical Engineering – Av. João Naves de Avila, 2160- Campus Santa Monica- Bloco 1M- Uberlândia- MG- 38408-902.

Abstract. *The superficial finishing is one of the most important questions on dies and molds production. However, was not found on literature a systematic study for the evaluation of surface topography evolution in the initial instants of electrical discharge machining. Based on this, the present paper has as objective the evaluation of the evolution of surface topography in high speed steel samples (ABNT 1015) in the initial instants of machining. Workpieces of the related steel were prepared with polishing, to be machined for an electrolytic copper tool with cylindrical geometry. The machining parameters as t_{on} (time on), D_T (time off) and T_s (power intensity) were kept constant and the erosion time varied between 0 and 60 seconds. Profiles of topography through laser interferometry and scanning electronic microscopy, could be obtained. The results allowed to evaluate the evolution of the surface topography and determinate the steady state of electrical discharge machining.*

Key-words: *topography, electrical discharges, low carbon steel.*