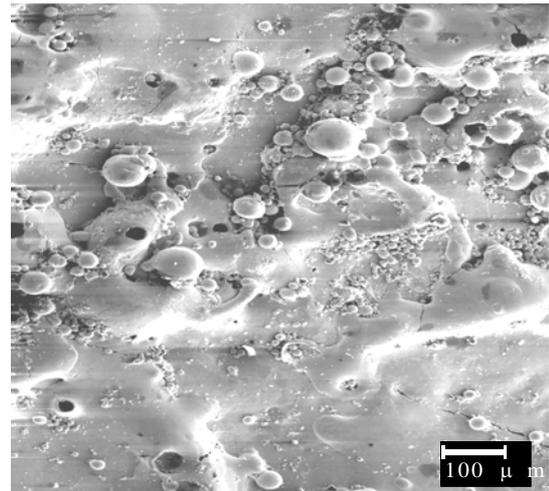
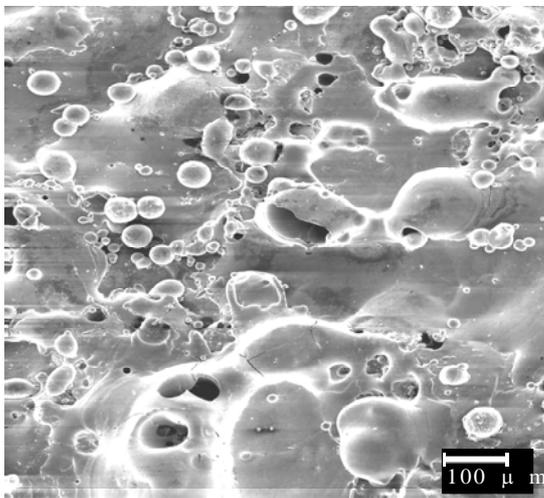


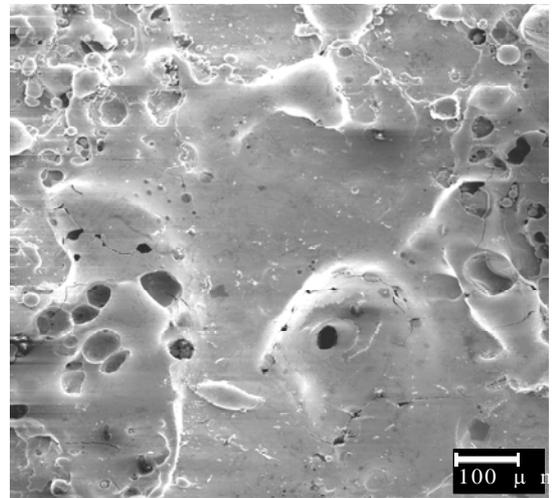
(a) Óleo A



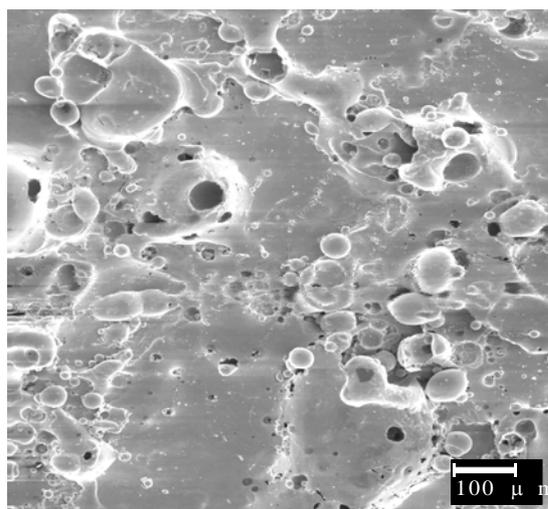
(b) Óleo B



(c) Óleo C

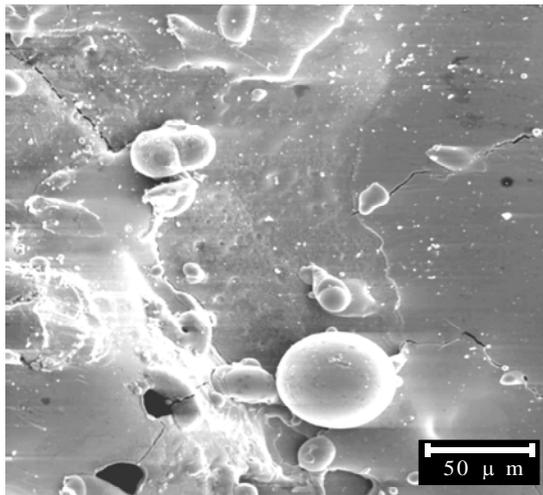


(d) Óleo D

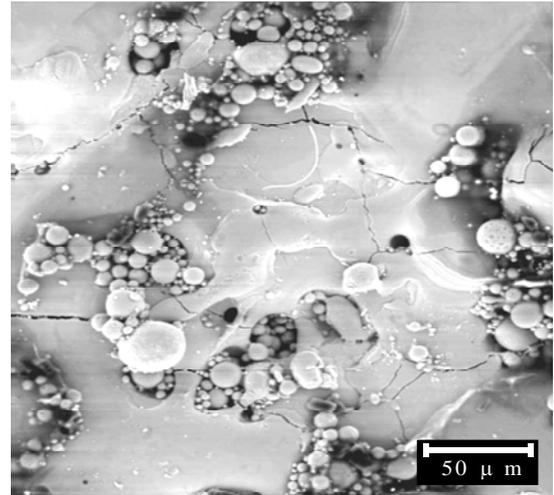


(e) Querosene

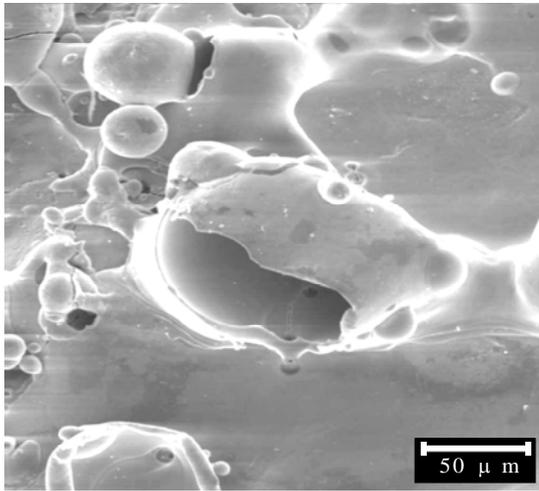
Figura 5.15 – Topografias obtidas por MEV (aumento de 100x) das superfícies usinadas por EDM com fluidos dielétricos A, B, C, D e E em regime de Desbaste Severo.



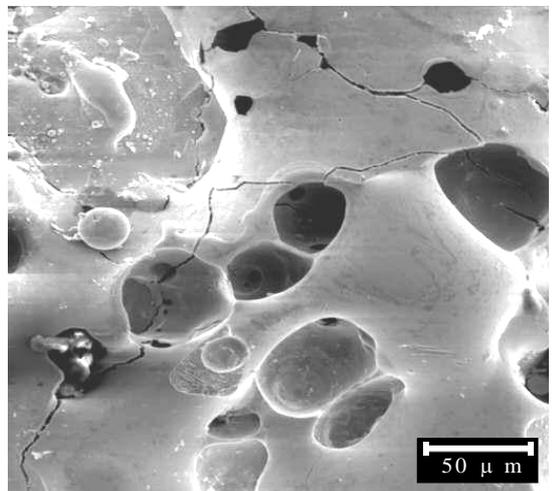
(a) Óleo A



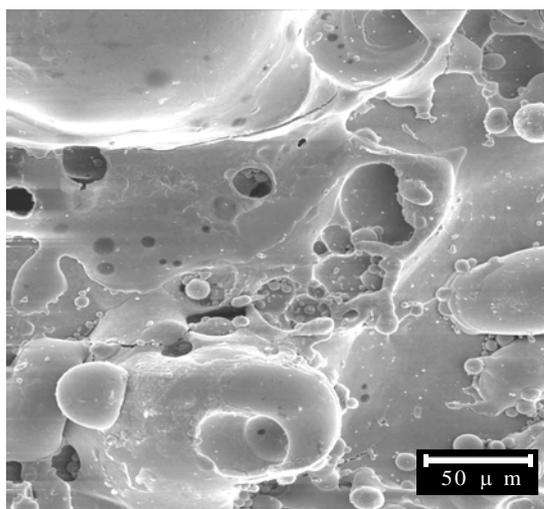
(b) Óleo B



(c) Óleo C



(d) Óleo D



(e) Querosene

Figura 5.16 – Topografias obtidas por MEV (aumento de 300x) das superfícies usinadas por EDM com fluidos dielétricos A, B, C, D e E em regime de Desbaste Severo.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Atentando-se estritamente para o aspecto tecnológico de desempenho dos fluidos dielétricos para EDM nas condições testadas, pode-se concluir que:

↳ O fluido dielétrico E (querosene), ainda muito utilizado nas indústrias, deixou a desejar em relação aos fluidos específicos para EDM, com relação a pelo menos 1 desses fluidos em todos os aspectos analisados (TRM, RD, Ra e Topografia).

↳ Nem todos os fluidos dielétricos específicos para EDM são recomendados para substituir o querosene, ou por serem demasiadamente mais caros ou por apresentarem desempenho pouco melhor. Porém, os aspectos de toxicidade e perigo no manuseio do querosene reafirmam que seu uso como dielétrico para EDM deve ser realmente proibido no Brasil, assim como já acontece nos Estados Unidos.

↳ Os fluidos dielétricos apresentaram uma grande inconsistência no desempenho nos 3 diferentes regimes de usinagem, o que mostra uma considerável diferença entre os mesmos, apesar de todos apresentarem propriedades razoavelmente dentro de uma mesma faixa tal como viscosidade e densidade.

↳ A grande diferença de desempenho se deve muito ao processo EDM, que é altamente dependente de inúmeros fatores, onde até a umidade e temperatura ambiente podem afetar sensivelmente o processo.

↪ Verificou-se que o desempenho não está relacionado com o custo, um óleo mais barato pode proporcionar melhor desempenho que um óleo mais caro, apesar de que o óleo de melhor desempenho ser o mais caro de todos.

↪ Sugestão da criação de normas de desempenho para fluidos dielétricos para EDM, como ocorre para óleos lubrificantes. Assim, saber-se-á no ato da compra qual o óleo mais indicado para o seu tipo de trabalho, material usinado, material da ferramenta e condições de desgaste.

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allison, Sam; 2000, *The Case For Additive Technology In EDM*, ONLINE ARTICLE From the Editorial Staff of Modern Machine Shop. Internet adress: www.mmsonline.com/articles

Benedict, G. F.; 1987 *Nontraditional Manufacturing Processes*, New York, Marcel Dekker, pp.207-246.

Bhattacharyya, A.; 1973 *New Technology*, Hooghly Printing Company, Calcutá, pp. 144- 177.

Cruz, C., Malaquias, E. S., Fernandes, I. A., 1999, *Introdução à Usinagem Não Tradicional*, DEEME, UFU, Uberlândia-MG, pp. 7-19.

Engemaq, 1996, *Manual de Instalação, Operação e Programação*, Engemaq Eletroerosão, Key West Co., Julho.

EDM Today, January/Fabruary 1999 Issue, *The Electrodes Tell the Story*. Internet adress: www.edmtoday.org

Fernandes, A. Luciano; 1999, *Efeito da Adição de Pó de Carboneto de Silício nos Fluidos Dielétricos Sobre o Desempenho da Usinagem por Descargas Elétricas do Aço-Rápido ABNT M2*, Dissertação de Mestrado, UFU, Uberlândia-MG, 72 págs.

Field, M., Kahles, J. F., Koster, W. P., 1989, *Surface Finish and Surface Integrity*, Metcut Research Associates Inc., Metals handbook – 9th Ed., Machining, Vol. 16, pp. 19-36.

Fuller, J. E., 1989, *Electrical Discharge Machining*, *Metals Handbook*, 9^a Ed. Vol. 16, machining, pp. 557-564.

- Guital, E. Bud, 1997, *The EDM Handbook*, Hanser Gardner Publication, Cincinnati, 306 pp.
- Intech EDM, 1996, *A Guide to Understanding and Selecting EDM Dielectric Fluids*, Broadview, IL. Internet address: www.edmtalk.com
- Kaminski, P. C.; Capuano, M. N.; 1999, *Revista OESP Metal-Mecânica*, Ano 4, nº 25, OESP Mídia, São Paulo, p.p. 42-47.
- König & Dauw, D. F., 1998, *Estudo de um Sistema por Penetração em meio Aquoso*, São Paulo, Revista Máquinas & Metais, Aranda Editora – Ano XXXIV, Dezembro, nº 395, pp. 20-27.
- Kurafuji, H. & Suda, K., 1965, *Study on Electrical Discharge Machining*, Journal of the Faculty of Engineering, University of Tokyo, Vol XXVIII, No 1, pg, 1-18.
- Lima, E.F., 1997, *Rugosidade e Integridade Superficial do Aço Rápido ABNT M2 Após Usinagem por Descargas Elétricas*, Dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia-MG, 97 pgs.
- Mamalis, A. G; Vosniakos, G. C.; Vaxevanidis, N. M.; 1987, *Jornal of Mechanical Working Technology*, 15, Elsevier Science Publishers B. V.; Amsterdam, Printed in the Netherlands, p.p. 335-347.
- 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.
- MMS Online, 2000, *High-Precision Mold Shop Cuts EDM Machining Time By 40 Percent*, From the Editorial Staff of Modern Machine Shop. www.mmsonline.com/articles
- Mohri, N., Saito, N., Higashi, M., 1991, *A New Process of Finish Machining on Free Surface by EDM Methods*, Toyota Technological Institute, Annals of the CIRP, Vol. 40, N° 1, pp. 207-210.

Rodrigues, J.R.P., 1999, Efeito da Adição de Carboneto de Silício em Pó na Geração de Microtrincas e na Topografia da Superfície Usinada por Descargas Elétricas do Aço Rápido ABNT M2, Dissertação de Mestrado, UFU, Uberlândia-MG, 47 pgs.

Weller, E. J.; 1984, Nontraditional Manufacturing Processes, Dearborn, Michigan, Society of Manufacturing Engineers, pp. 162-201, 1984.

ANEXO

TESTES PRELIMINARES

Conforme dito no Capítulo 4, foram realizados testes preliminares para escolha mais apropriada dos parâmetros de usinagem que foram posteriormente utilizados nos testes definitivos. Para diminuir o tempo de realização dos testes preliminares, foram realizados testes de variação de parâmetros apenas para um fluido dielétrico, o Óleo A. A Figura 8.1 mostra os resultados de TRM dos parâmetros utilizados.

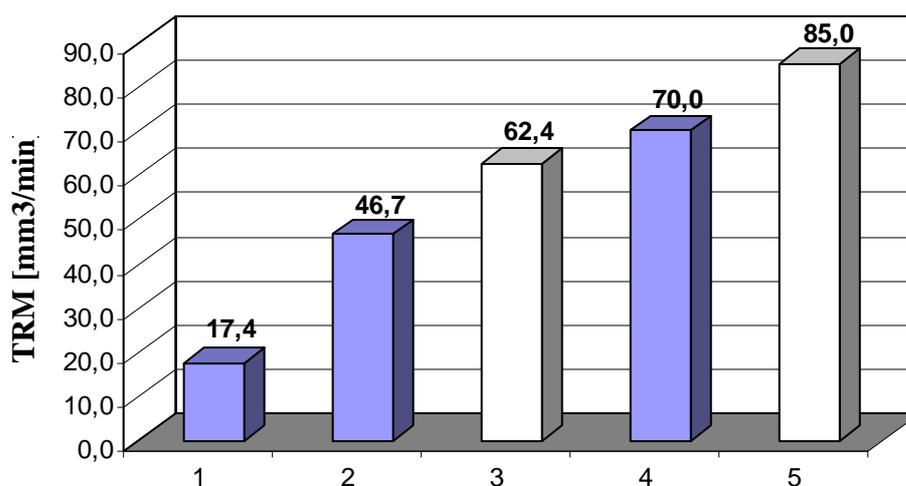


Figura 8.1- Teste preliminar para avaliação da variação dos parâmetros de usinagem em função da TRM para o Óleo A.

A Tabela 8.1 apresenta os parâmetros testados, conforme numeração apresentada na Figura 8.1. Esses valores foram selecionados segundo valores utilizados em trabalhos anteriores, como o de Fernandes e Rodrigues ambos de 1999, que se tratou do parâmetro 2. Para seleção dos demais parâmetros, utilizou-se do manual do equipamento EDM. Esse manual apresenta tabelas chamadas de Tabelas de Usinagem, onde há uma previsão generalizada de qual seria o

comportamento do processo de usinagem de uma liga qualquer de aço em termos de TRM, RD e até rugosidade.

Tabela 8.1- Parâmetros utilizados nos testes preliminares para o Óleo A.

PARÂMETRO	T_{on} [μm]	D_t [%]	T_s
REGIME 1	75	90	3
REGIME 2	200	95	4
REGIME 3	300	95	5
REGIME 4	400	95	6
REGIME 5	500	95	8

O T_{on} representa o tempo ativo da corrente, o D_T representa um percentual relativo entre T_{on} e T_{off} , segundo a formulação a seguir: $D_T = (T_{on} \times 100) / (T_{on} + T_{off})$. T_s representa a intensidade de corrente ajustável na máquina.

Nos testes realizados com o Óleo A, observou-se que houve um aumento razoavelmente linear da TRM em função do aumento dos valores de T_{on} e T_s . Portanto, para qualquer valor escolhido, os valores de TRM seriam diferentes entre si, permitindo assim uma mais clara análise de tais resultados. Esses valores foram obtidos com o uso do óleo A, mas pela precisão do processo o esperado foi que essa tendência se mantivesse para os demais óleos testados, ou seja, a tendência de um aumento crescente e linear da TRM.

Os parâmetros, ou regimes escolhidos foram os Regimes 1, 2 e 4, que são apresentados na Figura 8.1 na cor cinza escura. Os regimes excluídos foram os Regimes 3 e 5. Essa escolha contou primeiramente com a utilização do regime 2 por ter sido esse também utilizados em trabalhos anteriores. Já para os demais regimes, considerou-se uma constante diferença entre eles, que ficou por volta de 25 unidades.