

EFEITO DA CONTAMINAÇÃO DO SISTEMA DE REMOÇÃO DE DEBRIS NO COMPORTAMENTO TRIBOLÓGICO

Mário Martins de Oliveira Júnior, Universidade Federal de Uberlândia, mariomartjr@gmail.com

Danilo Batista Melo, Universidade Federal de Uberlândia, danilo90.00@hotmail.com

José Daniel Biasoli de Mello, Universidade Federal de Uberlândia, ltm-demello@ufu.br

Resumo. A literatura é controversa quanto à influência da presença dos debris no comportamento tribológico. Alguns trabalhos tem mostrado que a presença dos debris é fundamental para a formação de tribocamadas protetoras, reduzindo o atrito. Por outro lado, outros trabalhos mostraram que a presença dos debris poderiam contribuir para o aumento do coeficiente de atrito, devido ao maior gasto energético para a movimentação destes no contato. Objetivando avançar no entendimento da influencia dos debris de desgaste no contato tribológico, ensaios de desgaste por deslizamento recíproco foram realizados com e sem a remoção das partículas geradas durante o ensaio. Para tal foi utilizado um sistema de remoção de debris via jato de ar comprimido. A remoção dos debris gerou uma redução do coeficiente de atrito em torno de 4 vezes com valores significativamente baixos para o par aço-aço a seco (0.12) e no desgaste em 44 vezes. Com o objetivo de verificar uma possível contaminação do contato deslizante com água ou óleo carregados pelo ar comprimido, foi montado um sistema de secagem e filtragem do ar comprimido. Neste caso, o comportamento se mostrou completamente diferente, apresentando um aumento significativo na taxa de desgaste (cerca de 1 ordem de grandeza) e pouco efeito sobre o coeficiente de atrito, indicando uma possível contaminação do sistema de remoção de debris com óleo lubrificante.

Palavras chave: partículas de desgaste, remoção de debris, contaminação, atrito, desgaste.

1. INTRODUÇÃO

Na maioria das aplicações tribológicas, lubrificantes líquidos ou graxa são utilizados para combater o atrito e o desgaste, mas em condições muito severas (ou seja, temperaturas muito elevadas ou muito baixas, vácuo, radiação, pressões de contato extremas, limpeza e higiene, alimentos e farmacêutico, etc.), os lubrificantes sólidos podem ser a única opção para controlar o atrito e o desgaste (Erdemir, 2001). Mesmo com a ação dos lubrificantes, ainda são geradas partículas de desgaste, onde estes podem ser removidas do contato, mas alguns deles permanecem, sendo transformados devido à interações com as superfícies em deslizamento, modificando as tensões de contato afetando a formação de tribocamadas protetoras (Fischer *et al.*, 2000).

Entretanto, o papel dos debris no contato é mostrado de forma controversa na literatura, sendo atribuídos efeitos positivos e negativos no comportamento tribológico. Em sistemas lubrificados, a contaminação do óleo lubrificante é geralmente tratada como negativa, pois o coeficiente de atrito aumenta devido às forças necessárias para a movimentação destes no contato e também o desgaste é aumentado devido à ação abrasiva dos debris gerados pelo desgaste (Yuan *et al.*, 2005), e em particular no caso de mancais (Santanam, 1983; Hamilton; Sayles; Ioannides, 1998).

Por outro lado, a literatura também mostra trabalhos onde a presença dos debris é benéfica para o desempenho tribológico. Um dos pioneiros neste estudo foi o trabalho de Halliday e Hirst (1956), que mostraram que a remoção dos debris do contato tribológico causava um aumento drástico do coeficiente de atrito. Os autores alegaram que os debris no contato agiriam como micro rolamentos reduzindo o atrito. Outro trabalho ainda mostra o efeito positivo dos debris, variando-se a geometria do pino em contatos pino sobre disco. Os autores verificaram que os pinos com pontas arredondadas facilitam o acesso dos debris no contato, contribuindo para a formação de tribocamadas protetoras, enquanto pinos com pontas chatas dificultariam esta entrada (Barrau *et al.*, 2007).

Um dos meios para se estudar a real influência dos debris no comportamento tribológico seria a remoção dos debris, como por exemplo em pares aço-aço, a seco, como mostrado por (Viáfara e Sinatora, 2011). Os autores utilizaram uma roda de feltro para a retirada dos debris, e constaram quedas de até 50% no coeficiente de atrito.

Adicionalmente Sheasby e Vandergeest (1981) usaram escovas para a remoção dos debris. Eles mostraram que escovas diferentes causavam comportamentos tribológicos diferentes, pois influenciavam na forma em que os debris eram removidos do contato, e também na quantidade de debris que eram removidos do contato.

Outros autores também estudaram o efeito dos debris no comportamento tribológico. Este efeito foi estudado por (Leheup e Pendlebury, 1991), em especial na taxa de desgaste, onde estudaram a remoção de partículas em aços inoxidáveis por meio de um fluxo de ar entre as superfícies. Os autores concluíram que se existe uma pressão de gás significativa para expulsar os debris da região desgastada, isso causará um aumento significativo na taxa de desgaste. Os autores ainda verificaram que a temperatura do fluxo de ar causava diferentes taxas de desgaste, que se mostraram menores quando usados fluxos de ar a temperaturas na ordem de 500°C.

Outros autores ainda estudaram o efeito da remoção de debris via fluxo de ar em ferro fundido cinzento contra alumina, onde constataram que a remoção dos debris causava uma diminuição no coeficiente de atrito, explicada pelo papel abrasivo dos debris gerados por aquele par tribológico (Papaphilippou; Vardavoulas; Jeandin, 1994).

Então o objetivo deste trabalho foi a busca pela real influência da presença dos debris no comportamento tribológico. Para tanto, foi utilizado um sistema de remoção via ar comprimido, para a retirada dos debris do contato. Primeiramente foi utilizado um sistema de ar comprimido sem um sistema de tratamento de ar. Após os primeiros resultados, surgiram dúvidas sobre uma possível contaminação do sistema de ar comprimido. Na literatura, Moore, Moerman e Dewulf, (Moore, 2011; Moerman e Dewulf, 2014) mostram que nos sistemas de ar comprimido existem três principais fontes contaminantes: óleo, água e sujeira. O autor ainda subdivide os contaminantes em: micro-organismos, partículas sólidas, óxidos, poeira, carepas, água e óleo líquidos, em gotículas e vapor.

Posteriormente, com a intenção de verificar esta possível contaminação foi instalado um sistema de filtragem e secagem de ar e então comparados os novos resultados com os anteriores, com o objetivo de se verificar a influência da contaminação do sistema de remoção de debris no comportamento tribológico.

2. METODOLOGIA

Visando entender a influência das partículas de desgaste no comportamento tribológico, mais precisamente no coeficiente de atrito, foram realizados testes sem remoção e com remoção dos debris. Os testes sem remoção serão usados como referência para comparação.

Os ensaios tribológicos foram efetuados em um Tribômetro Universal Plint®, modelo TE 67 Plint and Partners LDT no modo alternado.

Para este sistema em particular, foi incorporado ao tribômetro um sensor LVDT, para a medição da posição do corpo em relação ao contra corpo em cada ciclo do movimento alternado durante o ensaio. A Figura (1)-a mostra o modelo esquemático do teste. A aquisição de dados foi feita por uma placa de aquisição ligada a um microcomputador com o software LabVIEW®, onde foi feito um programa para tratamento dos dados adquiridos. A análise dos dados foi feita utilizando-se de uma técnica denominada triboscopia, que consiste fundamentalmente na produção de imagens numéricas de sinais adquiridos durante o ensaio. Ou seja, uma imagem triboscópica é, na verdade, uma representação tridimensional da variação dos parâmetros físicos em relação ao tempo durante o ensaio de desgaste. Fez-se uma rotina de programação no software MATLAB® para a confecção das imagens triboscópicas.

Na Figura (1)-b percebe-se que o gráfico 3D possui 3 eixos e uma escala de cores. Um dos eixos mostra a posição sobre a amostra, ou seja, sobre a trilha de desgaste em cada ciclo do movimento alternado, onde cada ciclo é representado por duas linhas na imagem triboscópica, onde uma representa a ida e a outra a volta, e em seguida, a próxima linha representa a ida do próximo ciclo e assim sucessivamente, formando a imagem triboscópica. Outro eixo mostra o número de ciclos, e, por fim, o último eixo, na posição vertical, mostra o coeficiente de atrito em função dos dois primeiros. Observando agora a escala de cores, percebe-se que para as cores frias (tons de azul e verde) o coeficiente de atrito apresenta valores mais baixos. Já para as cores mais quentes (tons de amarelo e vermelho) o coeficiente de atrito apresenta valores mais altos.

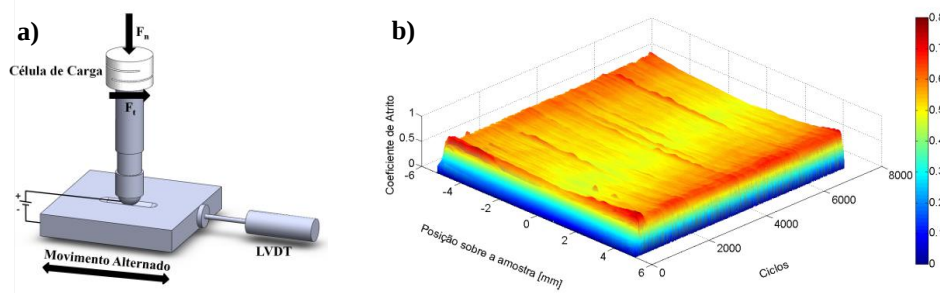


Figura 1: Testes tribológicos. (a) Modelo esquemático do teste. (b) Exemplo de uma imagem triboscópica 3D de De Mello *et al.* (2014).

Por meio do uso desta técnica, podem-se localizar algumas variações instantâneas, simultaneamente no tempo e na posição, de quaisquer parâmetros triboscópicos monitorados durante um ensaio tribológico. Deste modo, as imagens produzidas pela triboscopia contêm, simultaneamente, os detalhes inerentes às peculiaridades locais, sem perder de vista a evolução global do fenômeno tribológico (Belin, 1993; Belin; Lopez; Martin, 1994; Bozzi e De Mello, 2006).

Foi instalado um sistema de remoção de debris via ar comprimido na tentativa de retirar os debris gerados durante o ensaio. Os ensaios foram efetuados com duração de 30 minutos, com tensão de Hertz 1,31 GPa, em amostras de aço ferramenta preparadas por lixamento até 600 Mesh. Para todos os testes realizados neste trabalho, foram utilizados contra corpos esféricos de 10 mm de diâmetro de aço AISI 52100. Os ensaios com remoção foram efetuados utilizando um compressor Hydrovane, modelo 501-PURS, com pressão controlada (8 bar) durante todo o ensaio. Foi utilizada uma mangueira de 1,5 mm de diâmetro visando uma alta velocidade de saída de ar, com a intenção de aumentar a eficiência na retirada dos debris da trilha de desgaste conforme esquema ilustrado pela Figura (2).

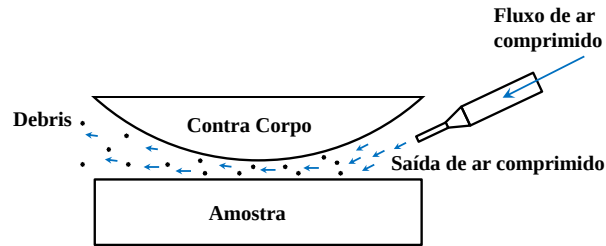


Figura 2: Esquema ilustrativo do sistema de remoção dos debris.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura (3)-a apresenta a microestrutura do aço ferramenta. Testes de dureza Vickers apresentaram valores de $318 \pm 7 \text{ Kgf/mm}^2$. Observa-se uma estrutura bastante refinada predominantemente martensítica após revenimento. A Figura (3)-b retrata a microestrutura do contra corpo que foi utilizado nos ensaios, onde se pode verificar que sua estrutura é predominantemente martensítica. Testes de dureza Vickers resultaram em valores de $772 \pm 5 \text{ Kgf/mm}^2$.

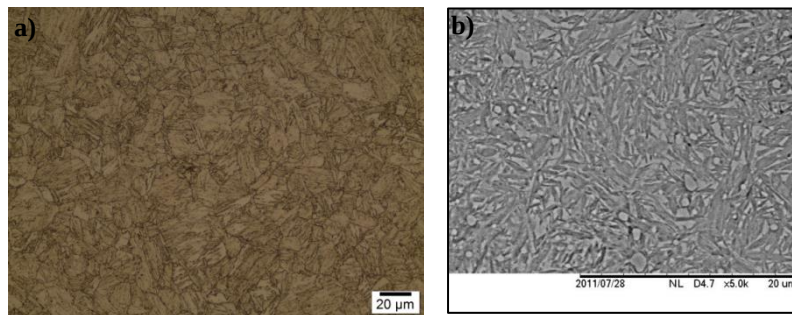


Figura 3: Microestruturas: (a) aço ferramenta, (b) contra corpo.

A Figura (4) mostra a evolução do coeficiente de atrito em função do número de ciclos e também da posição sobre a amostra. A Figura (4)-a mostra o caso do ensaio a seco de uma amostra de aço rápido e a Figura (4)-b por sua vez ilustra a evolução do coeficiente de atrito para o contato com remoção dos debris.

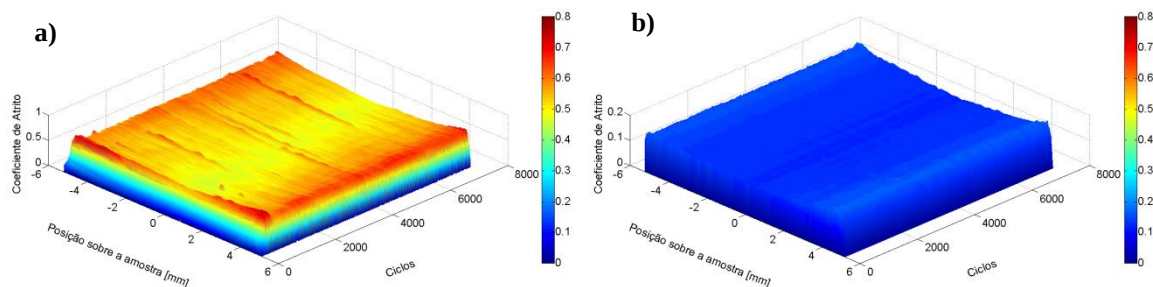


Figura 4: Evolução do coeficiente de atrito. (a) Referência. (b) Com remoção.

Observa-se que o coeficiente de atrito aparece uniforme em ambas as condições, com um leve aumento nas bordas das marcas de desgaste. A remoção dos debris (Figura (4)-b) causou um efeito significativo no sistema tribológico reduzindo o coeficiente de atrito.

Adicionalmente, a Figura (5) mostra a evolução do coeficiente de atrito médio, onde se percebe que o coeficiente de atrito varia pouco durante os ensaios, caracterizando-se assim um estado de regime permanente.

A Figura (6) mostra a evolução do potencial de contato, onde na Figura (6)-a são mostrados para a condição referência valores baixos. Já a condição com remoção (Figura (6)-b) apresentou valores bem maiores, caracterizando um contato com isolamento elétrico em grande parte da marca de desgaste.

Na Figura (7) são apresentados perfis das marcas de desgaste, ilustrando o montante de desgaste apresentado. A remoção dos debris (Figura (7)-b) causou um efeito significativo na redução do desgaste do sistema tribológico.

Os resultados apresentados para a remoção dos debris mostraram reduções em torno de 4 vezes no coeficiente de atrito e também reduções ainda maiores para o desgaste (cerca de 44 vezes). Como os valores de coeficiente de atrito e desgaste encontrados foram relativamente baixos para um contato metal-metal a seco, teve-se então a dúvida da

presença de contaminantes no sistema de ar comprimido, no caso, água (proveniente da umidade contida no ar captado pelo compressor) e/ou óleo lubrificante do próprio compressor.

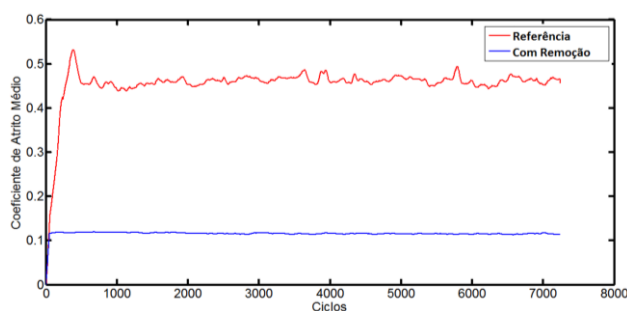


Figura 5: Evolução do coeficiente de atrito médio por ciclo.

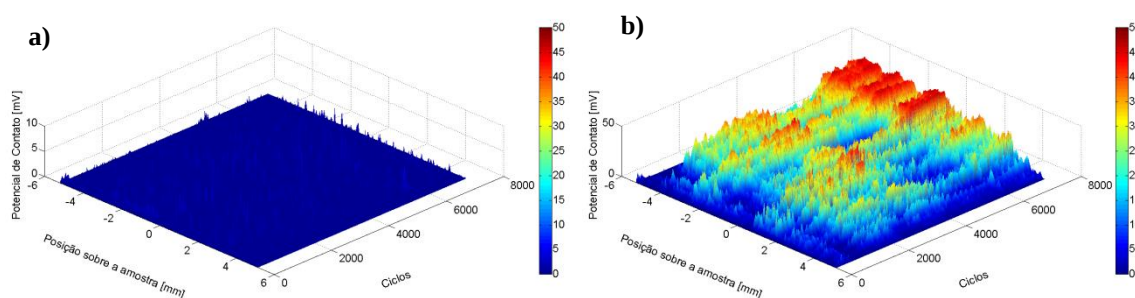


Figura 6: Evolução do potencial de contato. (a) Referência. (b) Com Remoção.

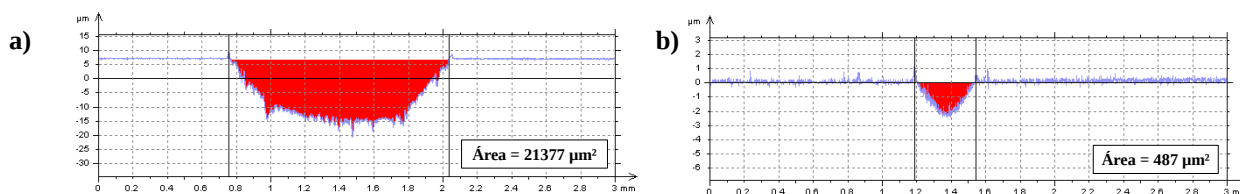


Figura 7: Perfis transversais das marcas de desgaste. (a) Sem remoção de debris. (b) Com remoção de debris.

Visando verificar esta hipótese, foi instalado, com a intenção de eliminar potenciais impurezas existentes no sistema, um sistema de secagem e filtragem de ar comprimido. Foi instalado um secador de ar industrial da marca CompAir, modelo CRD-II-0020 juntamente com dois filtros coalescentes também da mesma marca sendo: um pré filtro com retenção de particulados de até $1\ \mu\text{m}$ e com óleo residual máximo de $0,5\ \text{mg}/\text{m}^3$ e um pós filtro com retenção de particulados de até $0,01\ \mu\text{m}$ e com óleo residual máximo de $0,01\ \text{mg}/\text{m}^3$ de ar.

Para a execução dos novos ensaios já com o sistema de filtragem e secagem de ar comprimido foi utilizado um outro aço ferramenta, cuja microestrutura é mostrada na Figura (8), onde se pode verificar que sua estrutura é predominantemente martensítica. Testes de dureza Vickers resultaram em valores de $611 \pm 30\ \text{Kgf}/\text{mm}^2$.

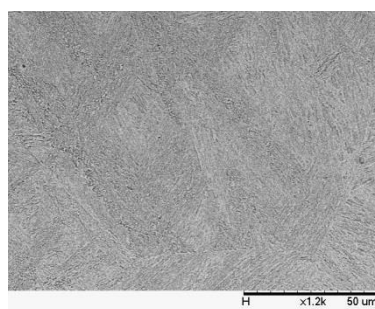


Figura 8: Microestrutura do aço ferramenta utilizado nos novos ensaios.

Os testes de deslizamento alternados foram efetuados com carga normal constante de 21,58N (tensão de Hertz 1,31 GPa), aplicada via peso morto, durante 30 minutos. Foi variada também a pressão na saída de ar comprimido, onde foram utilizadas duas pressões: 8 bar (máxima pressão oferecida pelo compressor) e 4 bar (sistema em meia carga). A Figura (9)-a mostra o coeficiente de atrito médio por ciclo.

Há um leve aumento no coeficiente de atrito na fase inicial do ensaio quando removidos os debris, tanto se utilizando ar comprimido na maior pressão (8 bar), quanto em uma pressão intermediária (4 bar), mostrando que a variação da pressão do sistema de remoção de debris, não causou diferenças significativas no comportamento do coeficiente de atrito. O coeficiente médio para o regime permanente é mostrado na Figura (9)-b.

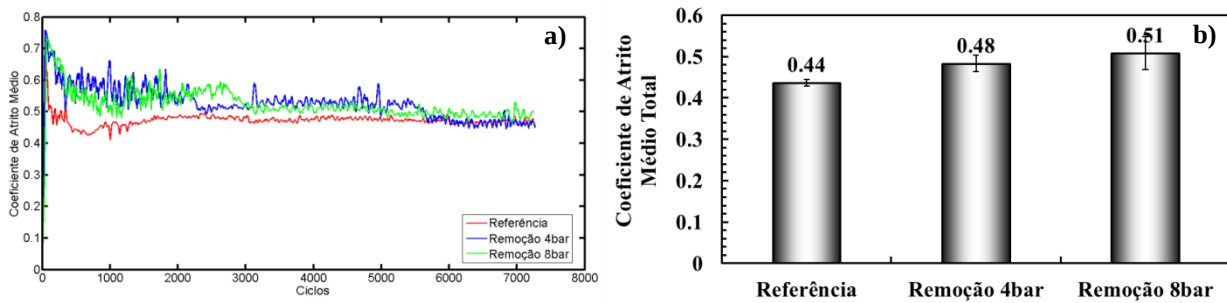


Figura 9: Coeficiente de atrito médio (a) por ciclo (b) no regime permanente.

Os testes com remoção de debris apresentaram coeficientes de atrito médios em torno de 10% maiores para as condições com remoção de debris. Análises via ANOVA usando o software Statistica mostraram que as condições com 4 bar e 8 bar não apresentaram diferenças nos valores de coeficiente de atrito com 95% de confiabilidade. Este aumento no atrito pode ser explicado pelo fato da ausência dos debris estar impedindo a formação de tribocamadas protetoras.

Foram feitos também perfis transversais das marcas de desgaste via interferometria laser, para avaliar a área da seção transversal da marca de desgaste. A Figura (10) mostra estes perfis. Quando removidos os debris, tanto com a maior pressão do sistema (8bar) ou em meia carga (4bar) os resultados mostraram um maior desgaste, sendo ambos uma ordem de grandeza maiores que quando não removidos os debris.

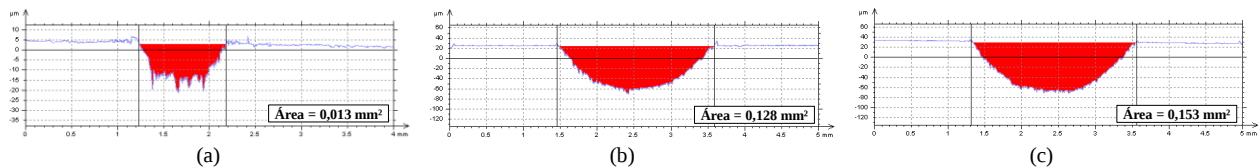


Figura 10: Perfis transversais das marcas de desgaste. (a) Referência, (b) Remoção a 4bar e (c) Remoção a 8bar.

A Figura (11) e a Figura (12) mostram os mecanismos de desgaste para as amostras testadas anteriormente à instalação do sistema de tratamento de ar. Na Figura (11) é mostrada a condição Referência (sem remoção) onde é possível observar na Figura (11)-a e na Figura (11)-b a presença de tribocamadas mostradas pelas setas vermelhas. Na Figura (11)-c e na Figura (11)-e são mostradas análises EDS para estas tribocamadas, se mostrando camadas ricas em oxigênio.

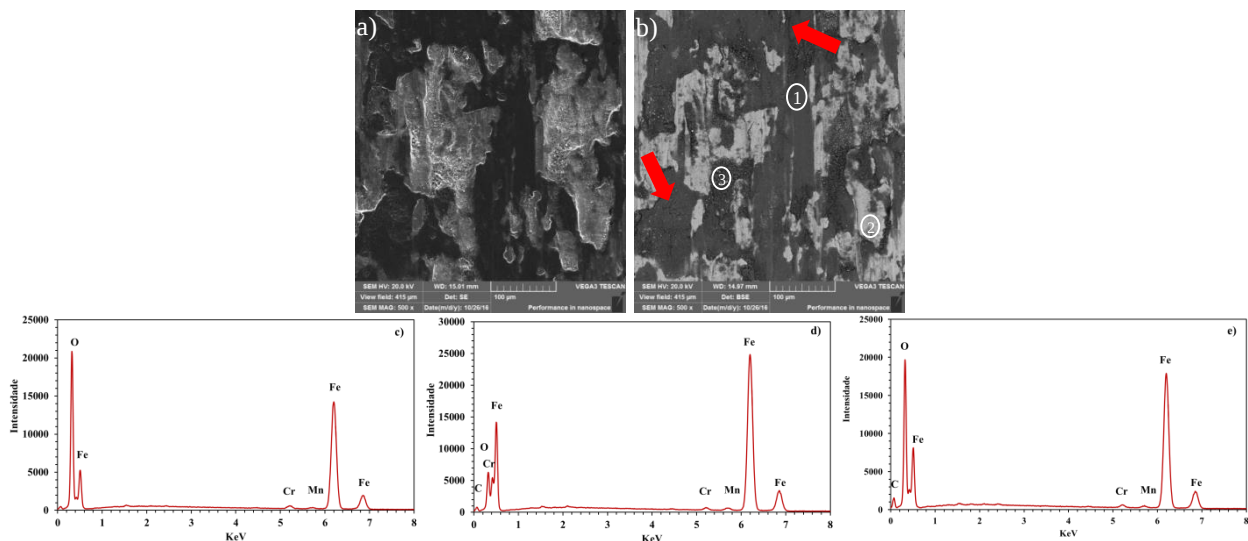


Figura 11: Mecanismos de Desgaste e Análise via EDS - Referência. (a) Imagem de MEV por elétrons Secundários (b) Imagem de MEV por elétrons retroespalhados, (c) Análise EDS para a área 1, (d) Análise EDS para a área 2, (e) Análise EDS para a área 3.

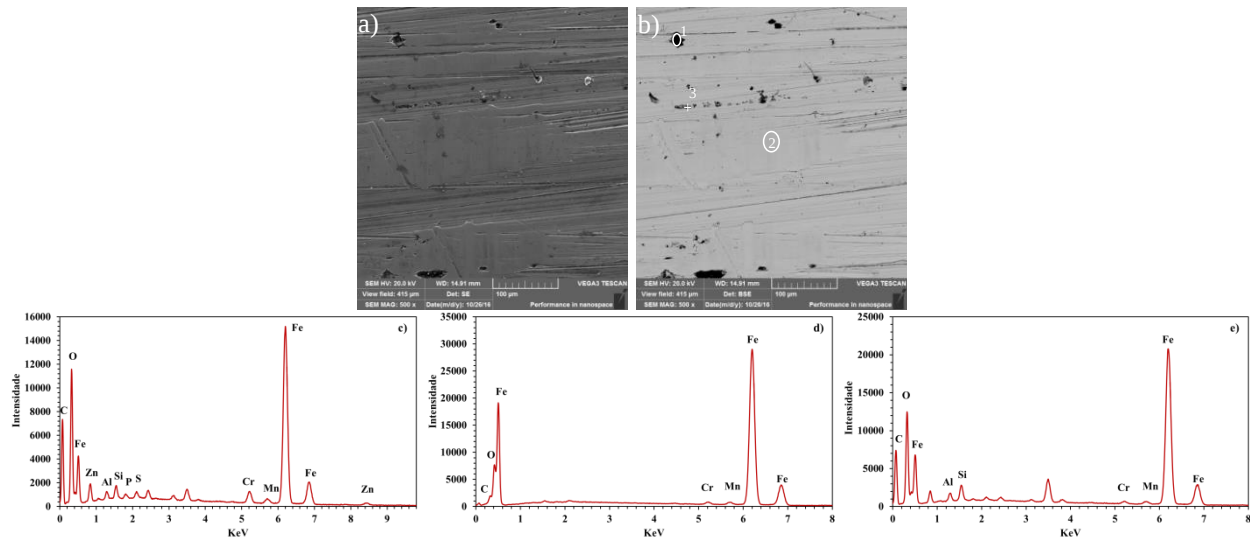


Figura 12: Mecanismos de Desgaste e Análise via EDS - Com Remoção. (a) Imagem de MEV por elétrons Secundários (b) Imagem de MEV por elétrons retroespalhados, (c) Análise EDS para a área 1, (d) Análise EDS para a área 2, (e) Análise EDS para a área 3.

Na Figura (12) é mostrada a condição Com Remoção onde se observa na Figura (12)-a e na Figura (12)-b que as mesmas não apresentam formação de tribocamadas como apresentadas pela condição Referência (Figura (11)), onde a remoção dos debris poderia estar impedindo esta formação como comentado anteriormente. Percebe-se que na Figura (12)-c e Figura (12)-e constatou-se a presença de vários elementos químicos. A grande quantidade de elementos encontrados poderia ser advinda de contaminantes atmosféricos captados pelo compressor. As análises apresentaram uma rica presença de carbono (cerca de 30% em peso). Esta grande presença de carbono poderia ser advinda da queima do óleo lubrificante devido ao calor gerado pelo compressor (Moerman e Dewulf, 2014). A grande quantidade de carbono encontrada também poderia ser oriunda da queima do lubrificante devido à sua escassez pelo calor do contato. Esta grande presença de carbono poderia indicar que o ar comprimido estaria então contaminando o contato com óleo lubrificante, causando então a diminuição do atrito e do desgaste. Adicionalmente, constatou-se em pequenas quantidades (menores que 1%) a presença de fósforo, que está presente no óleo mineral (Air Oil 2000SS) do compressor utilizado para o sistema de remoção de debris, onde segundo o fabricante, há a presença de: (0,1 a 1% de fosfato de trifenilo e de fenol, isopropilado, fosfato (3:1)). As presenças de zinco e enxofre também poderiam ser advindas de aditivos anti-desgaste e/ou extrema pressão (justificando a grande redução no desgaste para esta condição), assim como a presença de fósforo, como visto em (Forbes, 1970; Lian; Yu; Xue, 1996; Piekoszewski; Szczerek; Tuszyński, 2001; Sharma; Erdemir; Aswath, 2015).

4. CONCLUSÕES

A grande redução do desgaste e do coeficiente de atrito apresentada nos testes preliminares, a valores muito baixos para contatos aço-aço sem lubrificação, levando a suspeitas de que o sistema estaria então contaminado com água e/ou óleo lubrificante. Análises EDS nas trilhas de desgaste mostraram grande presença de carbono, podendo ser este advindo do óleo lubrificante presente no compressor e depositado na superfície desgastada através do calor gerado no contato, ou até mesmo pelo calor do próprio compressor e posteriormente carregado pelo ar comprimido, contaminando assim o contato e impossibilitando a análise do efeito da presença dos debris.

Os testes posteriores, já após tratamento de ar, apresentaram resultados completamente diferentes dos anteriores, mostrando que quando removidos os debris do contato, causava pouca influência sobre o coeficiente de atrito, porém um aumento na taxa de desgaste em cerca de 1 ordem de grandeza, reforçando a ideia de que o contato estaria anteriormente contaminado.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as seguintes agências de financiamento de pesquisa: CNPq, BNDES, Capes e FAPEMIG e também ao LMIQ-UFU pelo suporte técnico experimental envolvendo Microscopia Eletrônica de Varredura.

6. REFERÊNCIAS

Barrau, O.; Boher, C.; Gras, R.; Rezai-Aria, F. Wear mechanisms and wear rate in a high temperature dry friction of AISI H11 tool steel: Influence of debris circulation. Wear, Vol. 263, N°. 1–6, 2007. pp. 160-168.

- Belin, M. Triboscopy: A new quantitative tool for microtribology. *Wear*, Vol. 168, Nº. 1–2, 1993. pp. 7-12.
- Belin, M.; Lopez, J.; Martin, J. M. Triboscopy, a quantitative tool for the study of the wear of a coated material. *Surface and Coatings Technology*, Vol. 70, Nº. 1, 1994. pp. 27-31.
- Bozzi, A. C.; De Mello, J. D. B. Triboscopia: Princípios potencialidades da técnica e aplicação em ensaios de desgaste por deslizamento. 61º Congresso Anual da ABM. Rio de Janeiro - RJ: Anais do 61º Congresso Anual da ABM: 4010-4018 p. 2006.
- De Mello, J. D. B.; Oliveira Jr, M. M.; Binder, C.; Klein, A. N. Solid Lubrication in Fluid Film Lubrication. ASIATRIB -2014. Agra, India: 3 p. 2014.
- Erdemir, A. In: Bhushan, B. (Ed.). *Modern Tribology Handbook*: CRC Press, Vol. II, 2001. pp.787–825.
- Fischer, T. E.; Zhu, Z.; Kim, H.; Shin, D. S. Genesis and role of wear debris in sliding wear of ceramics. *Wear*, Vol. 245, Nº. 1–2, 2000. pp. 53-60.
- Forbes, E. S. Antiwear and extreme pressure additives for lubricants. *Tribology*, Vol. 3, Nº. 3, 1970. pp. 145-152.
- Halliday, J. S.; Hirst, W. The Fretting Corrosion of Mild Steel. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, Vol. 236, Nº. 1206, 1956. pp. 411-425.
- Hamilton, R. W.; Sayles, R. S.; Ioannides, E. Wear due to debris particles in rolling bearing contacts. In: (Ed.). *Proceedings of the 24th Leeds-Lyon Symposium on Tribology: Elsevier Tribology and Interface Engineering Series*, Vol. Volume 34, 1998. pp.87-93. ISBN 0167-8922.
- Leheup, E. R.; Pendlebury, R. E. Unlubricated reciprocating wear of stainless steel with an interfacial air flow. *Wear*, Vol. 142, Nº. 2, 1991. pp. 351-372.
- Lian, Y.; Yu, L.; Xue, Q. The antiwear and extreme pressure properties of some oil-water double soluble rare earth complexes Part 2: their tribological behaviours in liquid paraffin. *Wear*, Vol. 196, Nº. 1, 1996. pp. 193-196.
- Moerman, F.; Dewulf, S. Hygiene control in the application of compressed air and food gases. In: (Ed.). *Hygiene in Food Processing (Second edition)*: Woodhead Publishing, 2014. pp.203-255. ISBN 978-0-85709-429-2.
- Moore, R. Food and beverage: Delivering compressed air purity. *Filtration + Separation*, Vol. 48, Nº. 3, 2011. pp. 40-42.
- Papaphilippou, C.; Vardavoulas, M.; Jeandin, M. The influence of humidity and the role of debris in the unlubricated wear of ductile cast iron against alumina. *Wear*, Vol. 177, Nº. 2, 1994. pp. 151-157.
- Piekoszewski, W.; Szczerek, M.; Tuszyński, W. The action of lubricants under extreme pressure conditions in a modified four-ball tester. *Wear*, Vol. 249, Nº. 3–4, 2001. pp. 188-193.
- Santanam, N. Effect of wear debris on wear in rolling-sliding motion. *Wear*, Vol. 90, Nº. 2, 1983. pp. 261-267.
- Sharma, V.; Erdemir, A.; Aswath, P. B. An analytical study of tribofilms generated by the interaction of ashless antiwear additives with ZDDP using XANES and nano-indentation. *Tribology International*, Vol. 82, Part A, 2015. pp. 43-57.
- Sheasby, J. S.; Vandergeest, J. H. Debris control in dry wear testing. *Wear*, Vol. 73, Nº. 2, 1981. pp. 283-294.
- Viáfara, C. C.; Sinatora, A. Unlubricated sliding friction and wear of steels: An evaluation of the mechanism responsible for the T1 wear regime transition. *Wear*, Vol. 271, Nº. 9–10, 2011. pp. 1689-1700.
- Yuan, C. Q.; Peng, Z.; Zhou, X. C.; Yan, X. P. The characterization of wear transitions in sliding wear process contaminated with silica and iron powder. *Tribology International*, Vol. 38, Nº. 2, 2005. pp. 129-143.

7. DIREITOS AUTORAIS

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