

Representação laboratorial de uma superfície desgastada em um equipamento de mineração

Vinícius Carvalho Teles*, Gabriela Alcarria, Carlos Damião, Washington Martins da Silva Junior.

*Laboratório de Tribologia e Materiais -LTM, telesv88@gmail.com

Palavras-chave

Tribologia, abrasão, representação laboratorial, topografia, morfologia

1. INTRODUÇÃO

O desgaste abrasivo representa um gasto considerável em diversos equipamentos da indústria de mineração. A manutenção de placas de aço laminado, que são comumente empregados como material resistente a abrasão, representam aproximadamente 15% do custo de produção da planta. O aumento da vida útil e correto funcionamento de sistemas e equipamentos industriais passam por questões importantes relacionadas ao desgaste. Dessa forma, a aplicação de melhores materiais resistentes aos desgastes, em particular o abrasivo, reduz uma fração considerável dos custos na indústria de mineração.

O conceito de desgaste abrasivo pode ser definido como a perda de matéria devido ao movimento relativo às duas superfícies decorrente da ação de: *i*-asperidades duras em uma delas; *ii*- partículas abrasivas livres entre as duas, ou *iii*- partículas abrasivas engastadas em uma das superfícies. Essas partículas duras podem ser provenientes do material em processo, de fragmentos oriundos do processo de desgaste ou, ainda, contaminação por uma fonte externa ao tribosistema (Zum Gahr, 1987).

Tradicionalmente, o contato entre as partículas abrasivas e a superfície que sofre desgaste é classificado em dois modos: desgaste abrasivo a dois-corpos e desgaste abrasivo a três-corpos (Burwell, 1957; Hutchings, 1992). Desgaste a dois corpos ocorre quando existem asperidades duras ou partículas abrasivas rigidamente fixadas no contra-corpo que geram sulcos/riscos sobre a superfície da amostra durante o movimento. No desgaste a três-corpos as partículas abrasivas estão livres o que permite o rolamento e/ou deslizamento dessas entre a amostra e o contra-corpo; consequentemente, gastam apenas parte do tempo atuando sobre a superfície (Rabinowicz; Dunn; Russel, 1961; Hutchings, 1992).

Micromecanismos de desgaste abrasivo podem ser definidos como a interação efetiva entre a superfície de trabalho e a partícula abrasiva (Mulhearn; Samuels, 1962; Zum Gahr, 1987). A literatura define os mecanismos de desgaste associados à interação da partícula abrasiva com a superfície, como: microriscamento (microsulcamento e/ou microcorte), microtrincamento e microidentação. A predominância de um ou outro mecanismo leva a formação de um determinado padrão topográfico na superfície desgastada.

O presente trabalho propõe uma nova abordagem para a análise do desgaste abrasivo considerando a morfologia e topografia de uma superfície produzida em um sistema de desgaste. Nesse caso, essa análise serve de referência para avaliar os parâmetros de teste de um ensaio tipo roda de borracha com intuito de representar a abrasão desse sistema específico.

2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Com o objetivo de reproduzir no laboratório o que está acontecendo na prática, analisou-se, uma amostra de campo desgastada da borda frontal de uma concha de pá carregadeira denominada por lâmina bico de pato. A origem da amostra está descrita na Fig. 1(a). Para uma avaliação fidedigna do desgaste sofrido pelos aços em campo, foram usadas amostras de composição semelhante a obtida em campo, foi feita uma análise de imagem através do microscópio eletrônico de varredura (MEV Zeiss Evo MA10), e uma análise de topografia por interferometria laser (UBM microfocus Expert 4).

O tamanho das partículas foi definido a partir da topografia de superfície da amostra de campo desgastada em operação. Para isso, levou-se em consideração a profundidade e largura dos riscos como os parâmetros relevantes, como apresentado na Figura 1(b). Verspui et al. (1996) tentou associar os parâmetros de rugosidade para calcular o diâmetro e angularidade com que partículas abrasivas indentam a superfície. Considerando que a partícula possui um formato esférico, os parâmetros de rugosidade S_z e λ_q , foi possível fazer uma aproximação do tamanho médio das partículas abrasivas os quais desgastaram a amostra de campo.

A Fig. 2 mostra uma representação esquemática do modelo considerado para cálculo do raio da partícula abrasiva, aproximadamente, esférica que desgastou a superfície da amostra de campo.

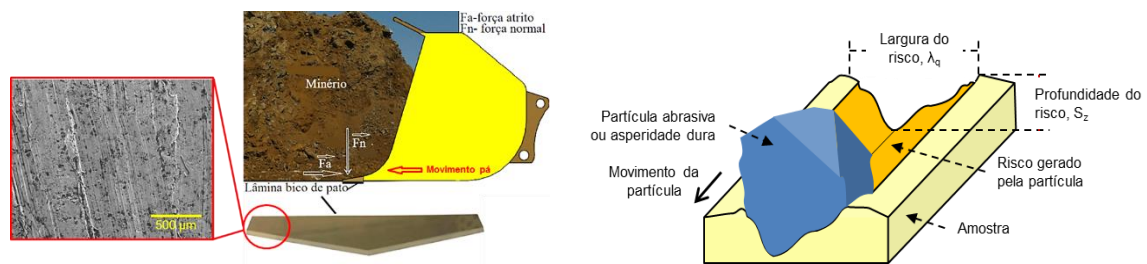


Figura 1. (a) Processo de extração da amostra de campo (b) Modelo dos riscos gerados pela partícula abrasiva na amostra de campo.

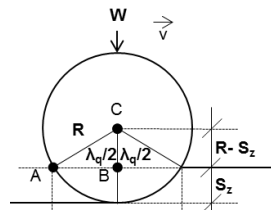


Figura 2. Representação esquemática do modelo considerado para cálculo do raio da partícula abrasiva.

Sendo R o raio médio das partículas abrasivas, W a carga por partícula e ABC são pontos de coordenação para representar um triângulo. De acordo com este modelo, o raio R das partículas é descrito na Eq. 1.

$$R = \frac{s_z^{2+\left(\lambda_q/2\right)}}{2s_z} \quad (1)$$

A topografia da superfície desgastada da amostra de campo foi obtida utilizando a técnica de interferometria laser no equipamento UBM, modelo Microfocus Expert IV®. Os parâmetros S_z e λ_q foram a partir dessa topografia utilizando o software *Mountains Map Universal*® versão 3.1.9. Um exemplo da medição nas microscopias da superfície da amostra de campo é apresentado na Fig. 3.

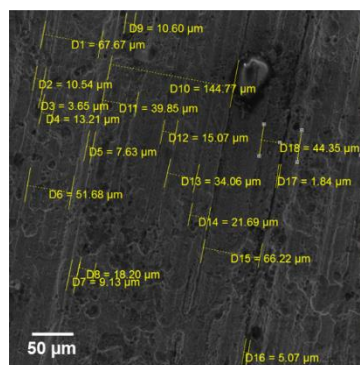


Figura 3. Microscopia eletrônica de varredura exemplificando a medição dos sulcos e ricos na amostra de campo desgastada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da superfície da amostra de campo via microscopia eletrônica de varredura (MEV, *TESCAN®* modelo *Vega3*), apresentada na Fig. 4, mostrou que a superfície apresenta microriscamento (microssulcamentos e microindentações) (Zum Gahr, 1987). A orientação destes eventos é aleatória e pensa-se que é devido à aleatoriedade com que as partículas estão dispostas no minério. Isso indica que a amostra sofreu desgaste abrasivo por rolamento e deslizamento de partículas abrasivas.

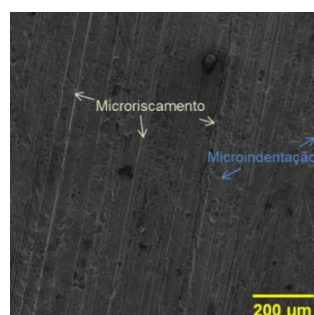


Figura 4. Microscopia eletrônica de varredura da amostra de campo.

Com estas caraterísticas identificou-se um teste de laboratório que reproduz estes tipos de mecanismos, sendo eleito o teste abrasivo por roda de borracha, norma ASTM G65-04.

Foram coletadas 140 medi  es como as apresentadas na Fig. 3. A partir desses dados os parâmetros S_z e λ_q da superfície de campo desgastada foram 4,62 e 49 μm , respectivamente.

De acordo com esses parâmetros o valor médio do raio das partículas abrasivas calculado pela equa  o 3.1 foi de 0,35 mm, correspondendo a um diâmetro de 0,70 μm . A partir dessa análise, foi definida a areia com especifica  o n   30 (IPT - peneira de 0,6 mm e granulometria entre 0,6 e 1,2 mm) para os testes de abrasão.

Foi testada uma amostra de campo, extraída da p   carregadeira, com o tamanho da partícula e os parâmetros do teste de roda borracha escolhidos, como forma de demonstrar a representatividade da metodologia escolhida. Na Fig. 4.9 é apresentada a compara  o da superfície das amostras de campo como recebida (desgastada em campo) e via teste roda de borracha (em laboratório).

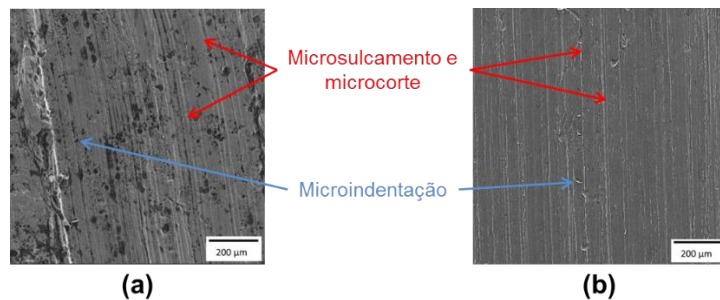


Figura 5. Microscopia eletrônica de varredura das amostras de campo desgastadas em: (a) campo; (b) laboratório.

Na Fig. 5 observa-se que foram replicados no laboratório os mecanismos de desgaste de microsulcamento e microindenta  o do desgaste gerado em campo. Estes micromecanismos de desgaste descrevem que as partículas abrasivas deslizam e rolam na superfície das amostras, conforme descrito na literatura na micro-abrasão (Trezona; Allsopp; Hutchings, 1999).

Da mesma forma, foram analisadas as topografias da superfície das amostras desgastadas em campo e laboratório. Observou-se que as diferenças percentuais dos parâmetros de rugosidade entre as amostras desgastadas em campo e em laboratório com partículas de tamanho n   30 são menores que 10%, com exce  o do λ_q (28%). A diferença apresentada pode-se atribuir ao maior controle do tamanho de grão e    direcionalidade nos testes de laboratório.

4. CONCLUSÃO

Com isso, evidenciou-se que a metodologia proposta para definir o ensaio tribológico e escolher o tamanho de partículas abrasivas foi adequado. O ensaio roda de borracha e o desgaste gerado com partículas abrasivas n   30 descreve, de melhor forma, os mecanismos e caraterísticas topográficas geradas na prática (campo) para este caso.

5. AGRADECIMENTOS

  s agências de fomento CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

- Burwell, J. T. "Survey of possible wear mechanisms". *Wear*, v. 1, n. 2, p. 119-141, 1957/10/01/ 1957. ISSN 0043-1648.
- Hutchings, I. M. "Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials". Edward Arnold, 1992. ISBN 9780340561843.
- Mulhearn, T. O.; Samuels, L. E. "The abrasion of metals: A model of the process". *Wear*, v. 5, n. 6, p. 478-498, 1962/11/01/ 1962. ISSN 0043-1648.
- Rabinowicz, E.; Dunn, L. A.; Russell, P. G. "A study of abrasive wear under three-body conditions". *Wear*, v. 4, n. 5, p. 345-355, 1961/09/01/ 1961. ISSN 0043-1648.
- Trezona, R. I.; Allsopp, D. N.; Hutchings, I. M. "Transitions between two-body and three-body abrasive wear: influence of test conditions in the microscale abrasive wear test". *Wear*, v. 225-229, Part 1, p. 205-214, 1999. ISSN 0043-1648.
- Verspui, M. A.; Van Der Velden, P.; de With, G.; Slikkerveer, P. J. "Angularity determination of abrasive powders". *Wear*, v. 199, n. 1, p. 122-126, 1996/11/01/ 1996. ISSN 0043-1648.
- Zum Gahr, K. H. "Microstructure and Wear of Materials". Elsevier Science, 1987. ISBN 9780080875743.

7. DIREITOS AUTORAIS

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