

1. INTRODUÇÃO

As características das superfícies de engenharia são decorrentes dos processos pelos quais as mesmas foram originadas. Para superfícies geradas por remoção abrasiva, como por exemplo na retificação, brunimento e lapidação, é necessário um grande conhecimento dos fenômenos que ocorrem na interação da partícula que atua como ferramenta e a superfície, já que serão determinantes sobre aspectos cruciais dos processos como temperaturas, forças e pressões de usinagem, capacidade de corte, qualidade superficial e formação de cavacos. Com esse intuito, muitos estudos têm sido feitos simulando a ação de partículas abrasivas com grande angulosidade em processos de remoção abrasiva, ou seja, em condições geométricas que não exigem grandes esforços para que ocorra a penetração da partícula abrasiva na superfície (MARINESCU et al., 2004), entretanto, o que se verifica em muitas situações desses processos é que as partículas apresentam uma angulosidade reduzida seja pelos processos de fabricação que as originaram ou pelo seu desgaste provocado pela utilização (KÖNIG, 1991).

O desgaste das partículas abrasivas dos processos de remoção abrasiva trás várias conseqüências que não estão completamente entendidas e são decisivas no seu desempenho. Só para citar alguns aspectos, têm-se as alterações nos esforços de remoção, nas dimensões, nas formas e na textura e integridade superficial dos produtos. Várias ações acabam sendo necessárias para restabelecer as suas condições originais, mas com perda de produtividade e gastos que poderiam ser evitados. Exemplos desses casos são as medidas para restabelecer o poder de corte das partículas abrasivas como dressagens na retificação, substituição de pastas abrasivas no polimento e lapidação, necessidade de aplicação de meios lubri-refrigerantes mais eficazes e a utilização de condições de processo mais amenas em termos de geração dos esforços

de remoção. Ou seja, o entendimento das influências do desgaste das partículas abrasivas sobre os processos de remoção abrasiva é importante para a obtenção de parâmetros e condições otimizadas e os limites que os processos possibilitam.

Para se saber as conseqüências do desgaste das partículas abrasivas e as possibilidades de sua redução em processos de remoção abrasiva torna-se necessário conhecer em profundidade os mecanismos envolvidos na sua ação. Esse tipo de estudo exige o inter-relacionamento entre várias áreas como a tribologia, a tecnologia de processos de remoção abrasiva, ciência dos materiais e a tecnologia de superfícies. Essa forma de abordagem é difícil pelo número de possibilidades, incógnitas e maneiras de análise.

Neste trabalho foi feita uma aproximação entre as áreas citadas, utilizando principalmente ferramentas e conhecimentos da tribologia para explicação dos fenômenos envolvidos no desgaste abrasivo e que possam ser correlacionados com processos de remoção abrasiva.

Estudos do desgaste abrasivo em ensaios de riscamento de materiais foram encontrados em inúmeras referências da literatura especializada em tribologia. Nesses trabalhos, as pressões de contato são normalmente elevadas e as partículas abrasivas são idealizadas na forma de indentadores de pontas semi-esféricas com pequenos raios de ponta (de ordem micrométrica). Contudo, são raros os trabalhos em condições que levem as pressões de contato inferiores à tensão de escoamento do material da superfície (HIRATSUKA; MURAMOTO, 2005; RUFF et al., 1995; ZUM GAHR, 1987). Essas pressões podem ser geradas por pequenos carregamentos normais com indentadores de baixa angulosidade e por exemplo, poderiam simular a ação de partículas abrasivas desgastadas em processos como o lixamento e o polimento. Esse foi o ponto de partida do presente trabalho.

Selecionou-se a técnica da esclerometria circular, na qual são executados riscamentos com repetição de trajetória na superfície de um contra-corpo por indentadores de geometria simples.

Nessas situações, estudou-se o comportamento de desgaste de alguns materiais metálicos, principalmente do aço 0,4 % C de baixa liga, com dureza de 48 HR_c, mas também do cobre eletrolítico, latão de corte livre, ligas de alumínio tratáveis termicamente e ferros fundidos cinzento e vermicular. Procurou-se identificar os mecanismos predominantes de desgaste nesses materiais em riscamentos com pequenos carregamentos normais e com variações na forma dos indentadores, visando determinar as causas que levam o material a iniciar um comportamento específico de desgaste. Foram utilizados indentadores de forma semi-esférica com pequeno raio de ponta r_ϵ (50 μm) para simular situações de partículas abrasivas recém-afiadas, mas o enfoque principal foi dado aos indentadores em forma de tronco de cone e também aos indentadores de forma semi-esférica de maior raio de ponta (200 μm) para simular a ação de partículas abrasivas desgastadas.

Justificam as condições escolhidas para os ensaios os relatos de Richardson (1966), nos quais encontram-se indicações de que a maioria das partículas abrasivas não apresenta grande angulosidade em situações reais e portanto, não penetra facilmente na superfície de deslizamento. Outra constatação é a de que em várias condições, as partículas não estão firmemente apoiadas e nem têm cargas normais suficientemente altas para provocar a penetração no material do contracorpo no início de um deslocamento relativo (KÖNIG, 1991). E por último, a de que em contatos repetidos de partículas abrasivas sobre uma superfície podem ocorrer mudanças estruturais em regiões próximas, que acarretam alterações substanciais nos mecanismos de desgaste (XIE et al., 1996).

Os resultados obtidos a partir das concepções anteriores ajudam a entender os mecanismos que levam uma ponta dura (aspereza, partícula abrasiva, ferramenta ou indentador) em contato repetitivo sobre uma superfície e sob a ação de um carregamento reduzido a passar de

um tipo de desgaste por deslizamento para um desgaste por abrasão apenas pelo decorrer do número de ciclos de contato, ou seja a uma transição entre os tipos de desgaste.

Pesquisadores que estudam desgaste dos materiais costumam separar o desgaste por deslizamento do desgaste abrasivo. Mas isso é feito apenas por conveniência e simplificação. Na natureza, os dois tipos de desgaste estão intimamente ligados e a ocorrência de um ou outro vai depender de peculiaridades do sistema tribológico como será apresentado. A ocorrência desse tipo de situação está presente principalmente no início do desgaste abrasivo de superfícies e por consequência, em processos de fabricação por remoção abrasiva, o que por si só já justificaria o estudo.

A busca pelo conhecimento em trabalhos de pesquisa científica é algo simplesmente fantástico. Os desdobramentos e possibilidades que surgem com o decorrer das atividades podem levar a explicação de fenômenos que dificilmente poderiam ser imaginados no início.