

Metodologia da Pesquisa – PPGCA, 2020s1.

S2: Uma revisão sobre o seu tema.

Danilo Gonçalves de Oliveira¹

¹PPGCA – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Objetivo: Apresentar um artigo secundário (RL pronta) relacionado à sua pesquisa.

Meu tema: Reduzir o desgaste dos cilindros de encosto do Laminador de Tiras a Frio da ArcelorMittal Vega através da otimização da curva de CVC.

Artigo: Fifty years of research on the wear of metals

Autor: Peter J. Blau

Abstract: Research on the wear of metals which took place over the past half century has brought new understanding and advanced major concepts of tribology. Such key work comprises a subset of a much larger body of published studies which simply report wear test results. The availability of new testing methods and instruments have made possible the detailed study of the microstructure, nanostructure, and compositions of contact surfaces. The classical work of the earlier decades concentrated on the mechanics of solid contact, understanding the true area of contact, asperity plasticity, and transfer during sliding. Wear science also witnessed the establishment of the conceptual groundwork for such things as the critical angle for maximum erosion rate by particles, the proportionality between hardness and abrasive wear rate, and the nature of slip and stick in fretting contact. Later decades brought forth instruments, like the scanning electron microscope and the atomic force microscope, which have provided fascinating insights and detailed information on surface structure. There have also been developments in computational modelling of wear by finite element methods, molecular dynamics, and fracture mechanics. Past trends in the study of various forms of metal wear and future trends and needs in wear research are discussed.

Referência: Blau, Peter J., “Fifty years of research on the wear of metals”, Tribology International, vol. 30, no 5, p. 321–331, 1997, doi: 10.1016/S0301-679X(96)00062-X.

Estrutura do artigo

1. Introdução
2. Trends in metal wear research
3. The changing focus in wear research on metals
4. Abrasive wear
5. Sliding wear
6. Erosive wear
7. Fretting wear
8. Other forms of metal wear
9. Research on wear transitions in metals
10. Development of new instruments and wear research techniques
11. Summary and conclusions

Crítica

Desde a publicação do famoso artigo de Archard (1953), que é citado por mais de 5800 trabalhos segundo o *Google Scholar*, em que é feita a primeira tentativa bem sucedida de agregar na mesma equação teorias consideradas inicialmente desconexas, a modelagem e entendimento dos fenômenos envolvendo o desgaste de partes móveis evoluiu consideravelmente.

O artigo publicado por Sawyer et al. (2014) no periódico *Annual Review Material Research* apresenta uma revisão bastante interessante sobre os trabalhos na área nos 10 anos anteriores à sua publicação. Os notórios avanços em métodos computacionais e o aumento substancial nos recursos computacionais nas últimas décadas causaram um impacto profundo em diversas disciplinas, inclusive a área de atrito e desgastes [Sawyer, 2014], o que confere ainda mais relevância para um trabalho de revisão dessa literatura. Entretanto, Sawyer et al. (2014) observaram que, apesar dos avanços no entendimento dos mecanismos tribológicos e termodinâmicos que envolvem desgastes em metais, as técnicas mais recentes focam na escala nanométrica, o que torna sua aplicabilidade para sistemas mais complexos ainda muito restritas. Como a presente dissertação de mestrado, que envolve a otimização do perfil de um cilindro metálico, que sofre desgaste ao longo de sua aplicação no processo de laminação a frio de chapas de aço, tem como objetivo uma aplicação prática na indústria siderúrgica, a conclusão é que modelagem clássica teria mais aplicabilidade para esse caso em específico e o artigo publicado por Blau (1997) traria informações mais relevantes.

Ao longo do tempo, boa parte dos artigos que estudaram as variáveis que influenciam o mecanismo de desgaste focaram suas análises em experimentos específicos. Porém, Blau (1997) afirma, e com razão, que a geração de dados relacionados com o fenômeno de desgaste não caracteriza pesquisa na área porque já há dados em abundância na literatura: tabelas de fabricantes, livros, artigos, etc. Blau (1997), então, conclui que o número de contribuições significativas para essa área de pesquisa é muito menor que o anterior.

Kragelskii (1965) aponta que anos antes de sua publicação Zaitsev et al. já haviam estabelecido que a resistência ao desgaste de um determinado material depende fortemente das condições de uso. Blau (1997) conclui que apesar de essa ser uma constatação relativamente antiga e que há na literatura diversas tentativas de refutá-la, ela ainda é muito relevante porque não é possível julgar um material como adequado ou inadequado sem que as condições de trabalho sejam detalhadas.

Como essa dissertação de mestrado tratará de um evento que envolve somente o desgaste por escorregamento (conclusão tirada do fato de que as demais formas de desgaste apresentam características físicas não condizentes com as observações práticas), os capítulos que revisam a literatura nos outros fenômenos não são relevantes para esse trabalho.

Desgaste por escorregamento

Segundo Blau (1997), a literatura de desgaste por escorregamento está vinculada à de estudos de atrito clássicos porque os dois fenômenos são bastante similares e envolvem a mecânica do contato entre sólidos.

Blau (1997) informa que os primeiros estudos no sentido de entender os fundamentos do desgaste por escorregamento foram conduzidos por Bowden e Tabor ao longo da década de 1930 e 1940 no Laboratório Cavendish, em Cambridge, e os artigos publicados por eles pavimentaram o caminho que diversos pesquisadores seguiram na década de 1950 que foi, ainda segundo Blau (1997), a mais influente na pesquisa em desgaste por escorregamento.

Em 1952, Burwell e Strang formularam uma das primeiras leis aceitas a cerca do desgaste por escorregamento em metais e seus postulados mantiveram-se firmes com o passar do tempo e várias teorias e modelos seguiram seus trabalhos, apenas ajustando suas implicações de uma forma ou de outra [Blau, 1997].

Archard (1953) publica no ano seguinte seu modelo de desgaste, considerado ainda hoje como uma das pedras fundamentais do entendimento de desgaste por escorregamento, que estabelece uma relação proporcional entre volume desgastado (V), força aplicada (L), dureza (H), e distância de escorregamento (s): $(V/s)=k.(L/H)$. Blau (1997) informa que esse modelo é conhecido como o Modelo de Desgaste de Archard e, em um outro artigo, Archard et al. apresentaram os resultados de diversos experimentos que levaram a uma das mais importantes constatações dessa área: “quando condições superficiais são mantidas, a taxa de desgaste dos materiais é independente da aparente área de contato e isso sugere que a taxa de desgaste é proporcional à força aplicada a não ser que essa força cause uma mudança nas condições superficiais.”

Essa afirmativa tem um impacto bastante significativo no problema específico dessa dissertação de mestrado pois evita a necessidade de calcular com precisão a deformação dos cilindros no sentido de laminação, ficando necessário apenas considerar essa deformação no sentido transversal ao de laminação (mesmo sentido do eixo dos cilindros), o que reduzirá consideravelmente a complexidade do problema em questão.

Blau (1997) conclui seu trabalho com uma previsão que é confirmada por Sawyer et al. (2014): “com a presente tendência de redução do suporte de governos na pesquisa tribológica, ficará a cargo da indústria continuar a impulsionar a pesquisa em desgastes na segunda metade da década de 1990. Por isso, é de se esperar que as futuras pesquisas na área estejam focadas em desenvolvimento de produtos, solução de problemas de curto-prazo, manutenção de equipamentos e controle de desgaste. Veremos menos esforço dedicado a elucidar os mecanismos fundamentais do desgaste de metais, mas um foco maior em integrar abordagens interdisciplinares para a solução de problemas de atrito.”

Referencias

Blau, Peter J. (1997), “Fifty years of research on the wear of metals”, *Tribology International*, vol. 30, no 5, p. 321–331, doi: 10.1016/S0301-679X(96)00062-X.

J. F. Archard (1953), “*Contact and Rubbing of Flat Surfaces*”, *Journal of Applied Physics*, vol. 24, nº 8, p. 981–988, doi: 10.1063/1.1721448.

W. G. Sawyer (2014), N. Argibay, D. L. Burris, e B. A. Krick, “*Mechanistic Studies in Friction and Wear of Bulk Materials*”, *Annu. Rev. Mater. Res.*, vol. 44, no 1, p. 395–427, doi: 10.1146/annurev-matsci-070813-113533.

M. F. Ashby (1990), “*Wear-mechanism maps*”, *Scripta Metallurgica et Materialia*, vol. 24, nº 5, p. 805–810, doi: 10.1016/0956-716X(90)90116-X.

Dawson D (1979), “*History of Tribology*”, Longman, London.

Kraghetskii I.V. (1965), “*Friction and Wear*”, Butterworths, Washington, 264.

Czichos H. (1978) “*Tribology – A systems approach to the science and technology of friction*”, *Lubrication and Wear*, Elsevier, Amsterdam, 325.