

3ª. MOQUECA TRIBOLÓGICA

VITÓRIA - Setembro 2015

ABRASÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO

Aplicação a motores automotivos

Luiz Alberto Franco

Orientador: Prof. Dr. Amilton Sinatora

Energia consumida em carros de passeio

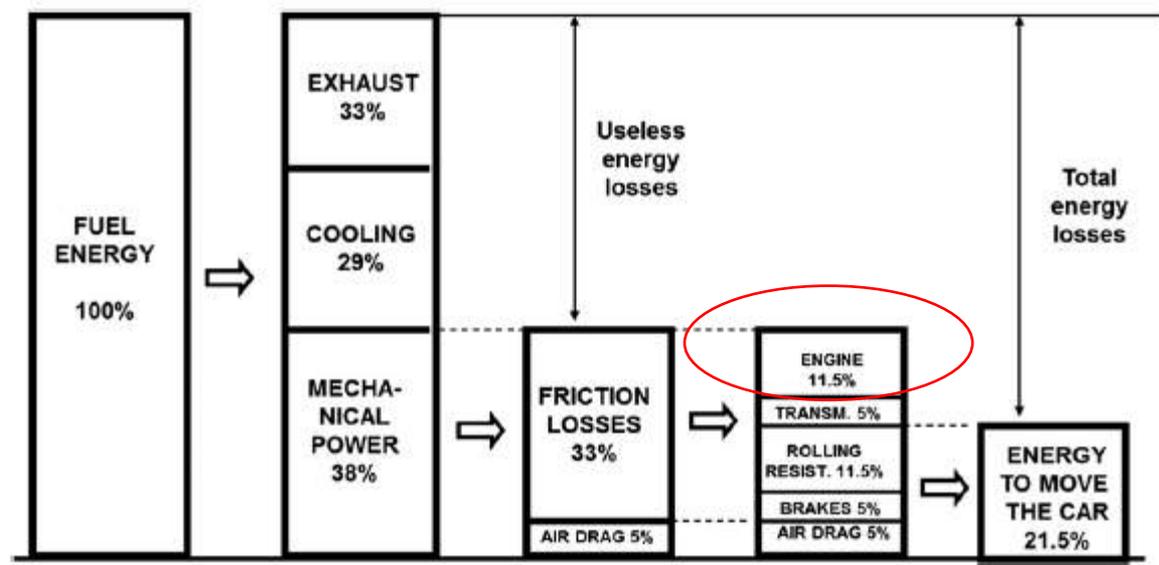
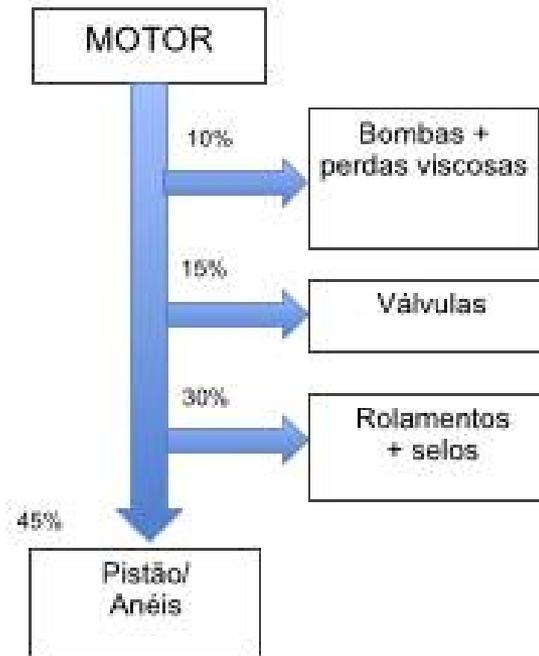


Fig. 4. Breakdown of passenger car energy consumption.

[Holmberg]

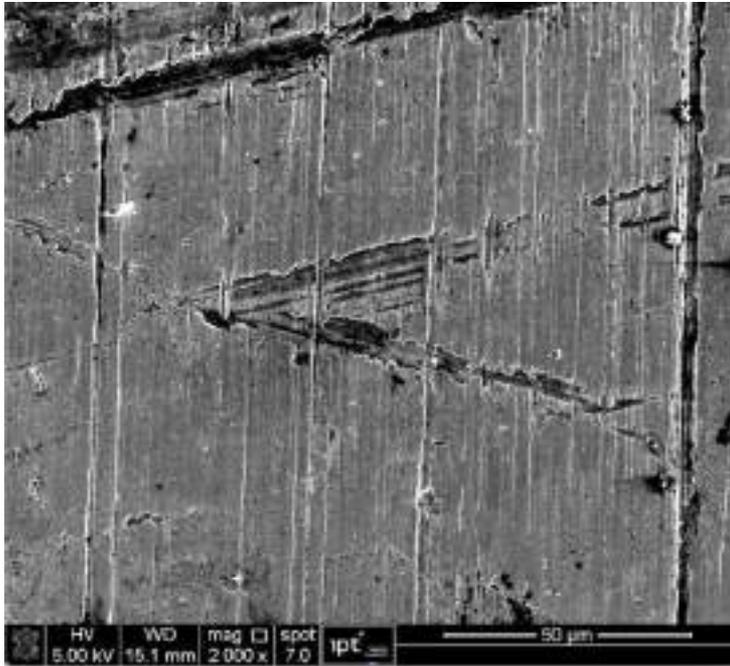


Energia consumida no motor



[Holmberg]

Riscos em camisas



Largura (µm)	Profundidade (µm)	Risco/mm	Fonte
4,5 a 5,6	0,4	155 a 175	Dimkowski
3 a 4	0,3	50 a 140	Obara
4	-	-	Santos Fº

[Obara]

Focos do trabalho

- Reprodução de riscos em laboratório
- Estimativa da energia despendida nos riscos
- Mecanismos abrasivos no riscamento

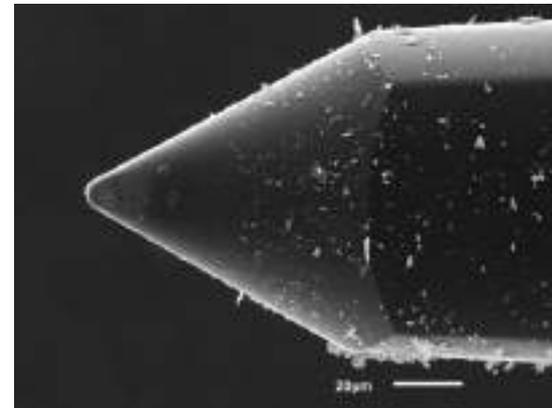
Simulação em laboratório

ENSAIO DE RISCAMENTO

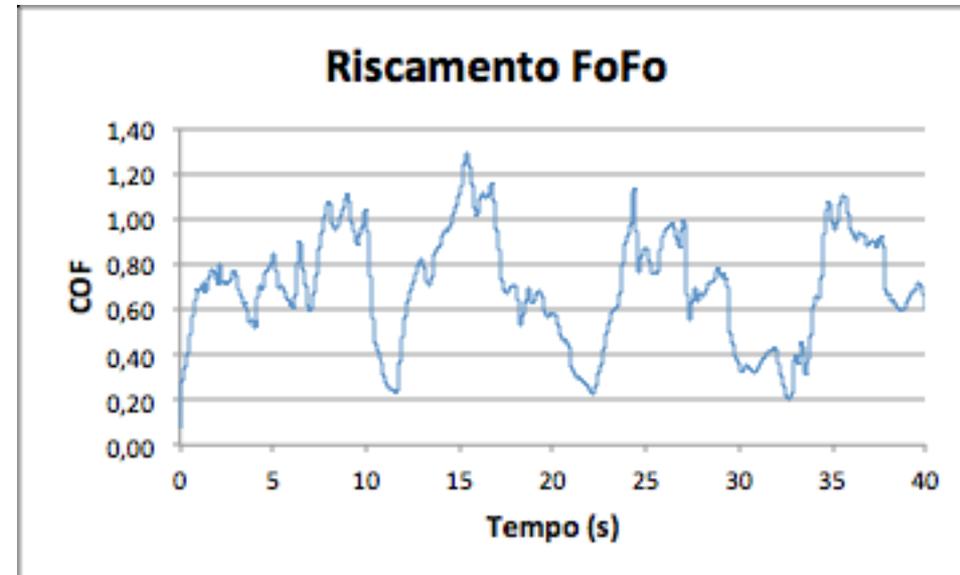
- CP's de FoFo cinzento polidos e retificados
- Cargas: 20, 50, 75, 100, 125, 150 e 200 mN, a seco
- Velocidade: 15 $\mu\text{m/s}$ – Risco de 600 μm
- Taxa de amostragem: 200 Hz
- Endentador: cônico, ângulo de 60°, raio da ponta 5 μm



Hysitron TI 950 TribolIndenter

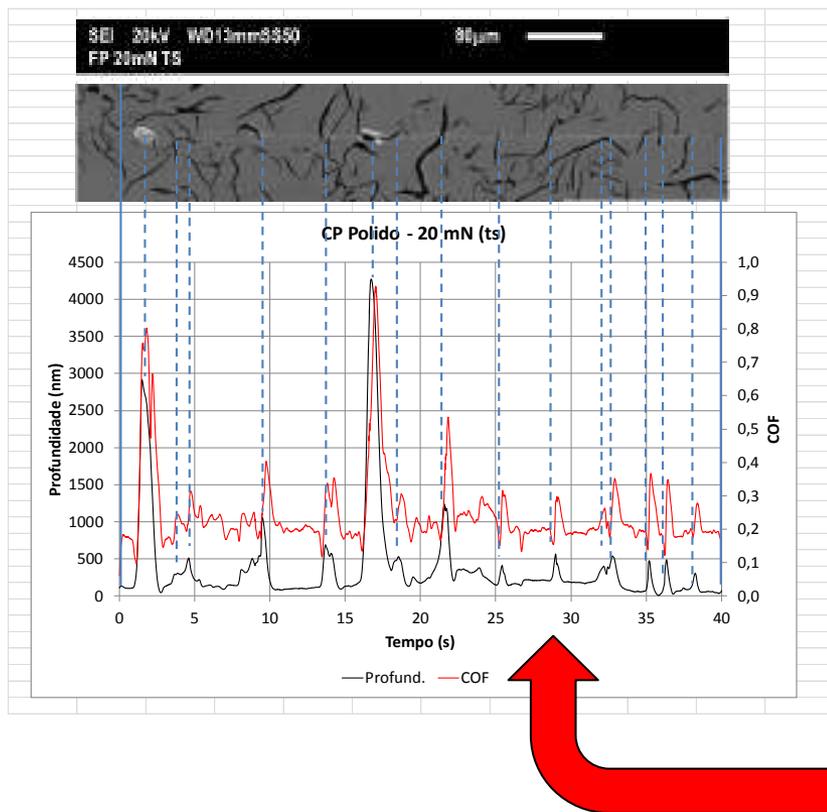


Coeficiente de atrito aparente

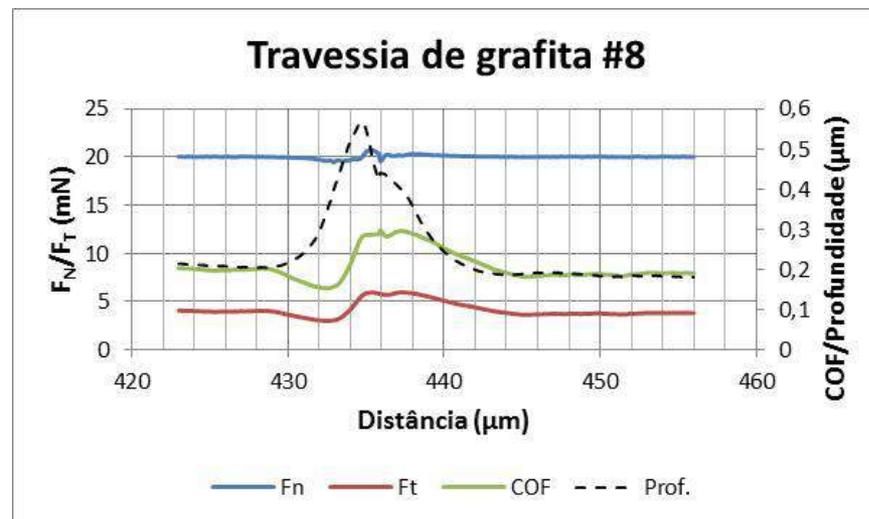


Ensaio de riscamento Hysitron,
FoFo polido, carga 100 mN, a seco

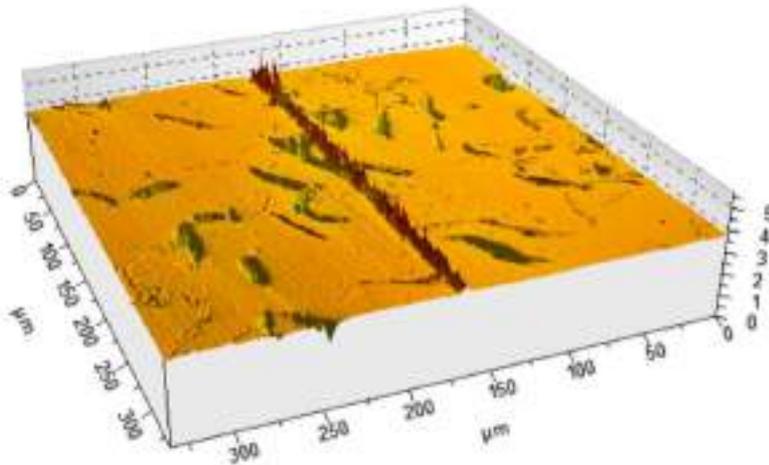
Passagem do endentador por uma grafita



Riscamento a seco de FoFo polido -
Superposição de imagem MEV, perfil de
profundidade do risco e valor de COF, carga de
20 mN

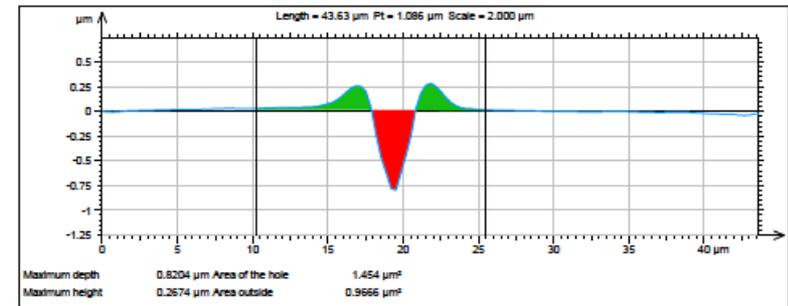
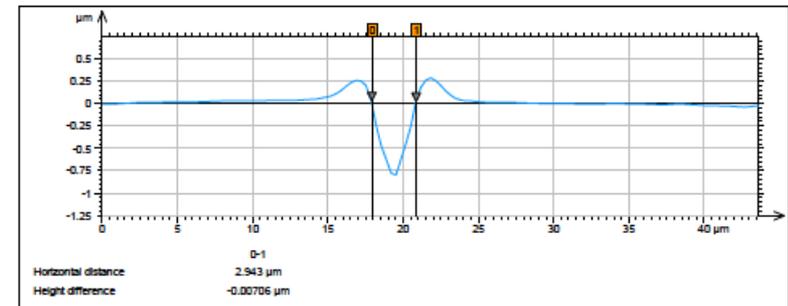
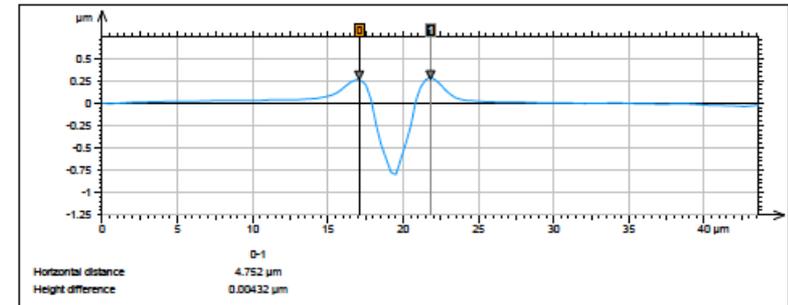


Perfilometria do risco

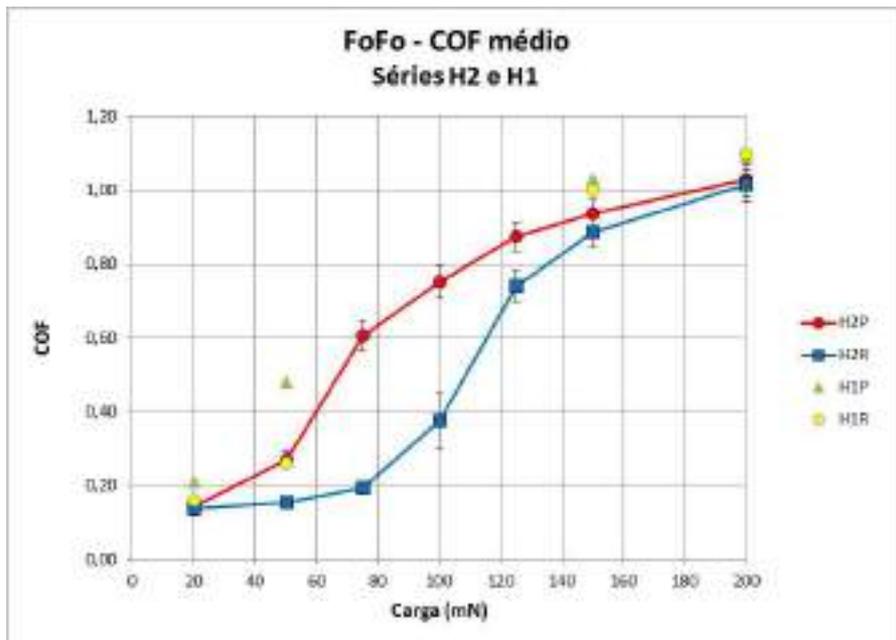


Parâmetros geométricos do risco:

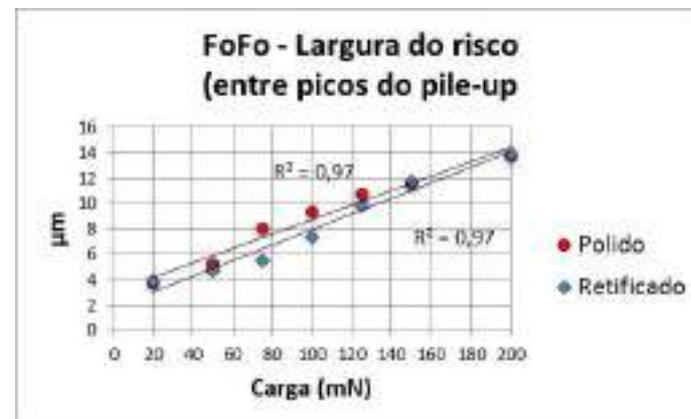
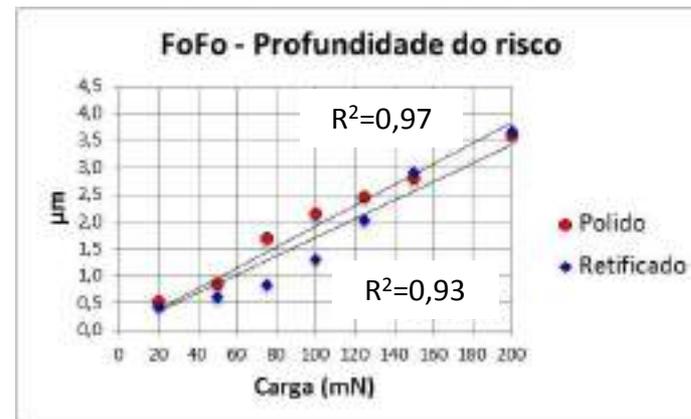
- Largura entre picos do *pile up*
- Largura no plano de referência
- Profundidade
- Áreas de sulco e de *pile up*



Valores numéricos

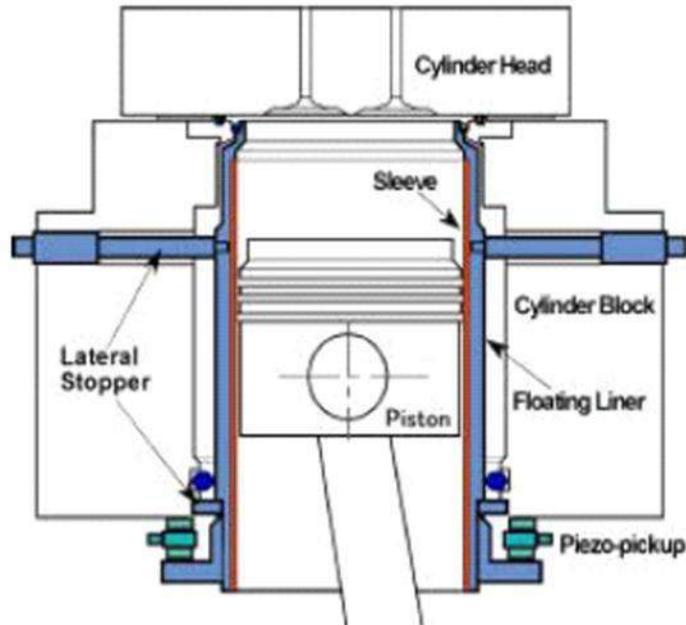


Riscamento de FoFo – Hysitron – Séries H1 e H2



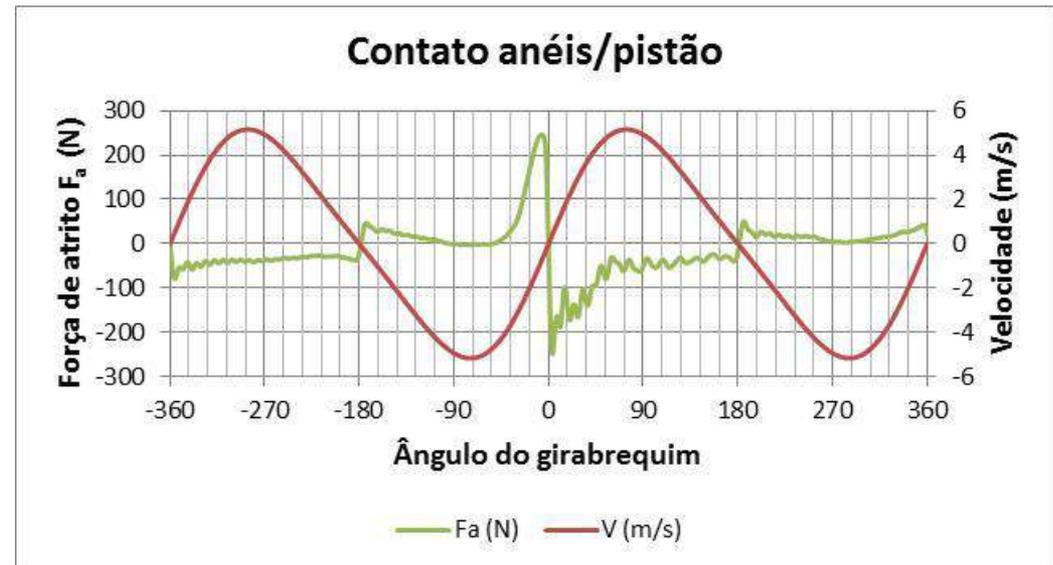
Largura l_p e profundidade p em função da carga

Energia despendida



Equipamento com camisa flutuante para medição da força de atrito anel/camisa.
Energia gasta em um ciclo:

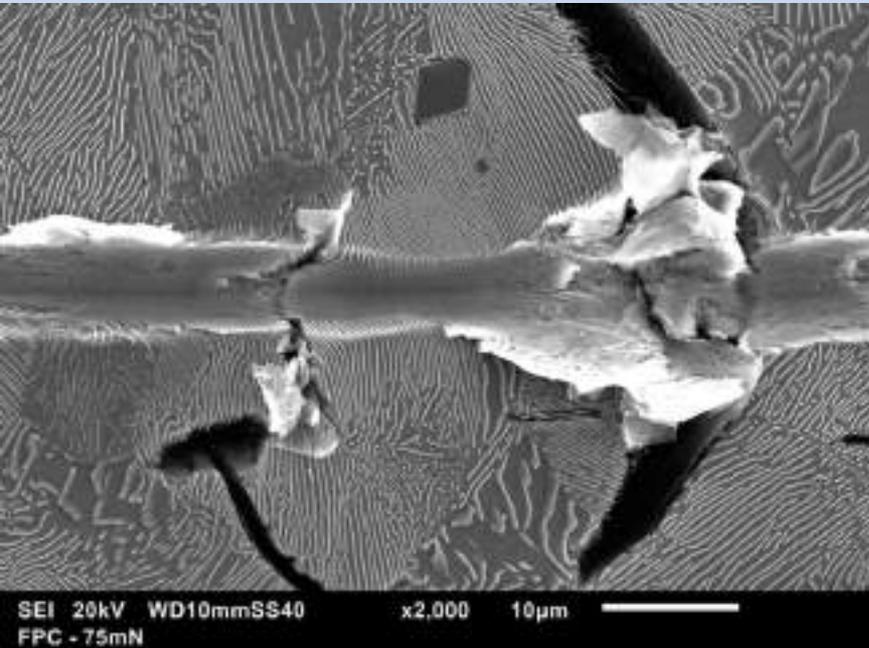
$$E_a = \int_{-360^0}^{360^0} F_a \cdot V \, d\theta = 12,6 \, J$$



Energia gasta em um risco:

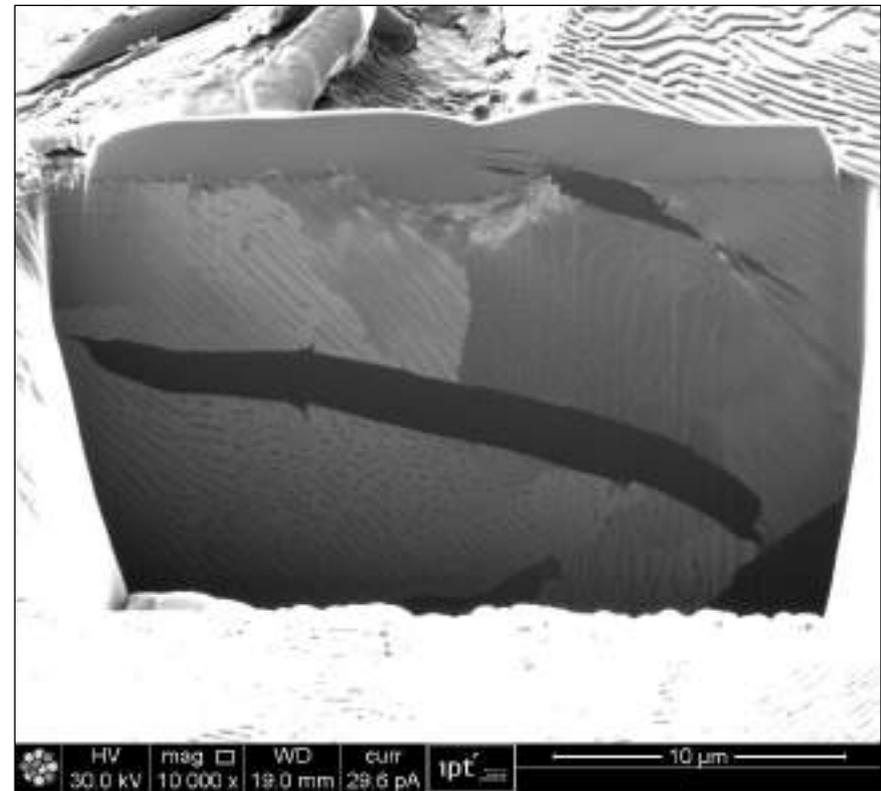
$$E_r = F_N \cdot COF \cdot l_s = 0,94 \, mJ$$

Análises via MEV e FIB



FoFo, CP polido (FPC) e atacado após riscamento, 75 mN

Imagem FIB de risco em FoFo polido, 75 mN, seção transversal ao risco



Referências

- Dimkovski, Z., *Surfaces of honed cylinder liners*, PhD Thesis, Chalmers University of Manufacturing and Technology, Göteborg, 2011.
- Holmberg, K., Andersson, P. e Erdemir, A., Global energy consumption due to friction in passenger cars, *Tribology International* 47, 2012, p. 221-234.
- Obara, R., *Avaliação do desgaste em cilindros de motores de combustão interna – mapeamento de mecanismos e quantificação do desgaste*, dissertação de mestrado em andamento, Escola Politécnica, USP, 2015.
- Profito, F., *Contributions to the mixed EHD lubrication modelling of journal and sliding bearings*, comunicação pessoal, tese de doutorado em andamento, Escola Politécnica , USP, 2015.

OBRIGADO

