

UNICAMP

# ANÁLISE DO DESGASTE ABRASIVO EM AÇOS MICROLIGADOS PARA RODAS FERROVIÁRIAS

Liana César Barros - liana.cezar.barros@gmail.com  
M.Sc Solange Tamara da Fonseca - tamara@fem.unicamp.br  
Prof. Dr. Paulo Roberto Mei - pmei@fem.unicamp.br



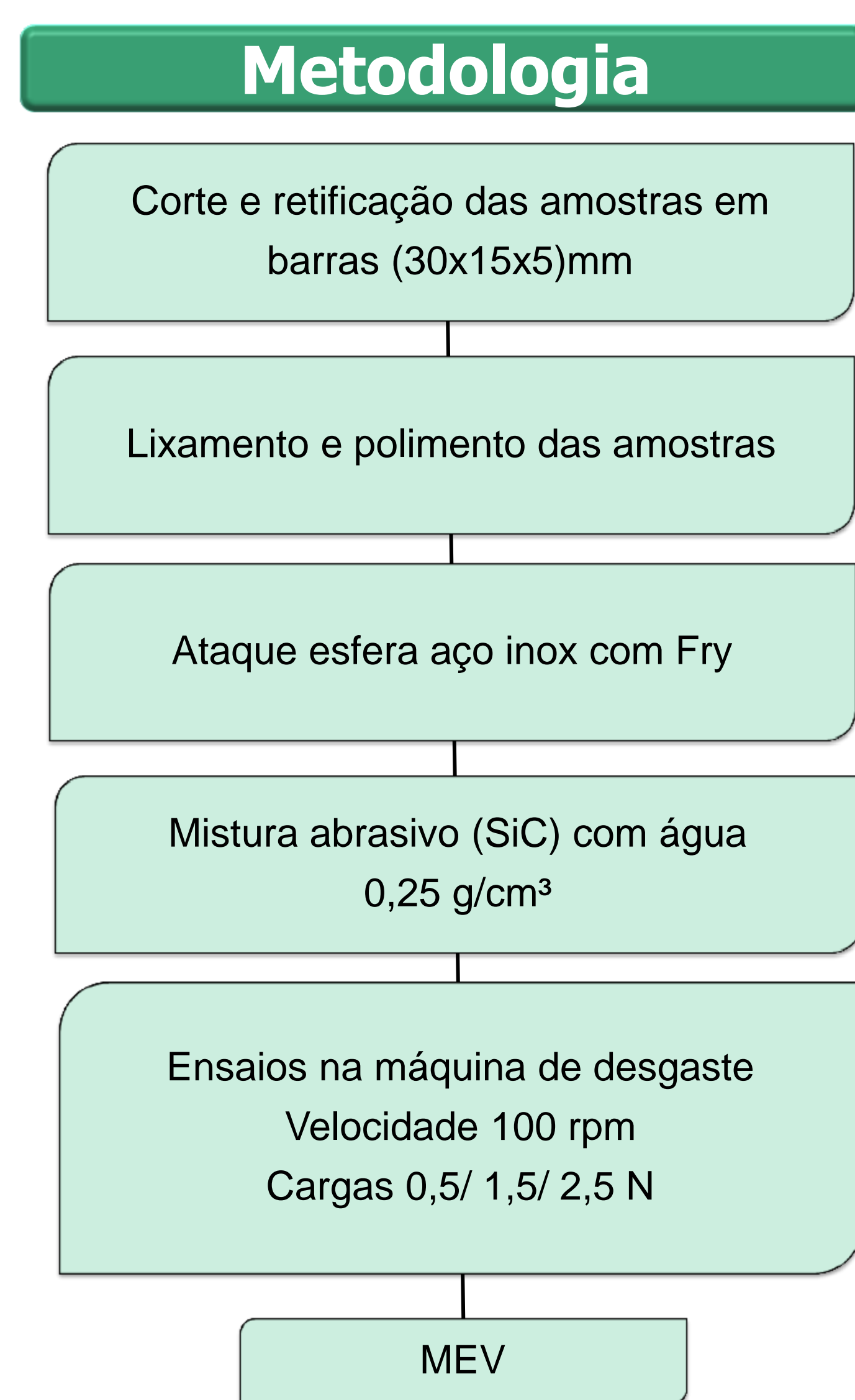
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

## FEM – FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Desgaste abrasivo – aços microligados – rodas ferroviárias

No Brasil, cerca de 36 % do material rodante ferroviário é retrabalhado ou substituído anualmente, devido principalmente às perdas por desgaste. A interface roda-trilho constitui um importante sistema tribológico, cujo estudo pode trazer diversos benefícios, como a redução de custos por aumento de carga transportada por eixo ou aumento da velocidade no trajeto. Em todo o mundo tem-se realizado pesquisa no desenvolvimento de novos aços para produção de rodas ferroviárias e aperfeiçoamento no conhecimento do sistema tribológico composto por roda-trilho e roda-sapata de freio para entender e prevenir os desgastes e posteriores manutenções e assim aumentar o tempo de vida útil da roda.

Neste trabalho foi estudado o desgaste abrasivo por esfera rotativa fixa, em aços 0,7% C, com e sem microadição de nióbio e molibdênio.



## Ensaio

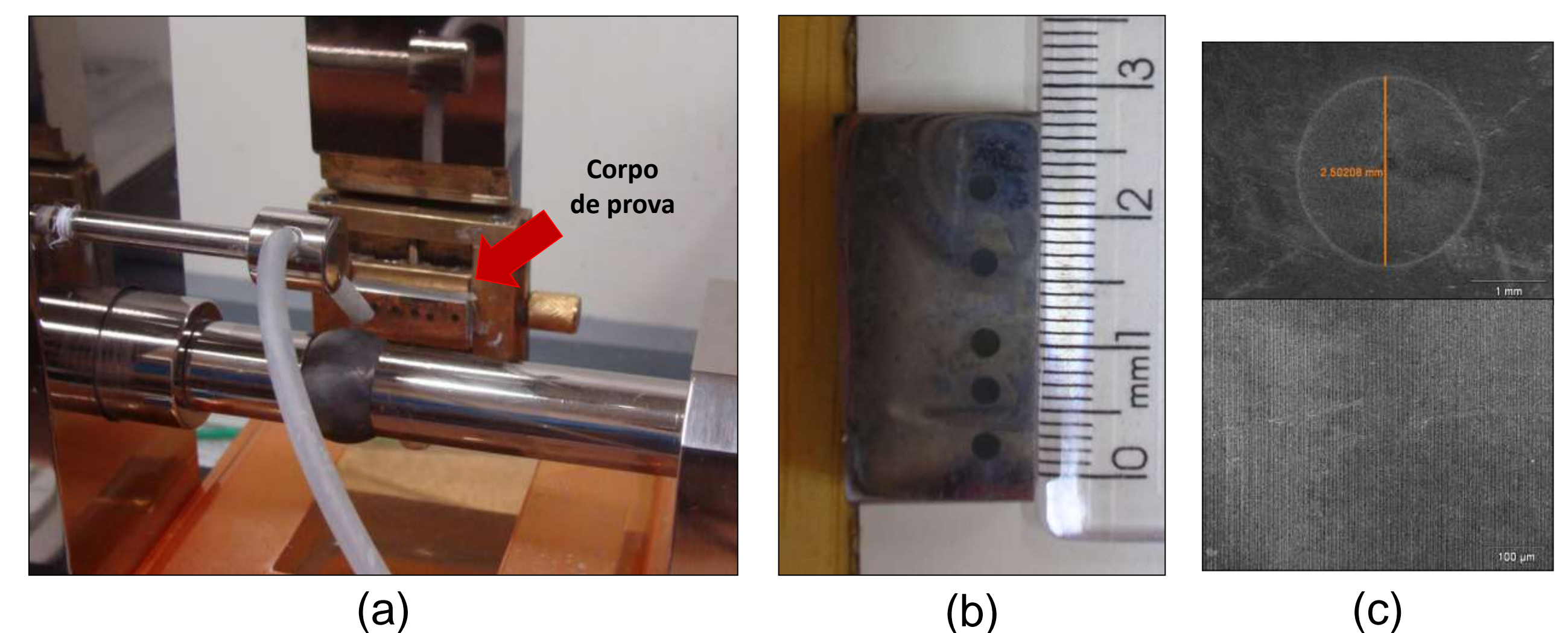


Figura 2 – Ensaio de desgaste por esfera rotativa fixa. (a) Vista do corpo de prova na máquina de desgaste (b) Amostra após o ensaio (c) Medida da calota por MEV

## Resultados gráficos

Os aços NbM1 e NbM2 foram tratados termicamente e os aços C7 e C7Nb não sofreram tratamento térmico, foram somente laminados.

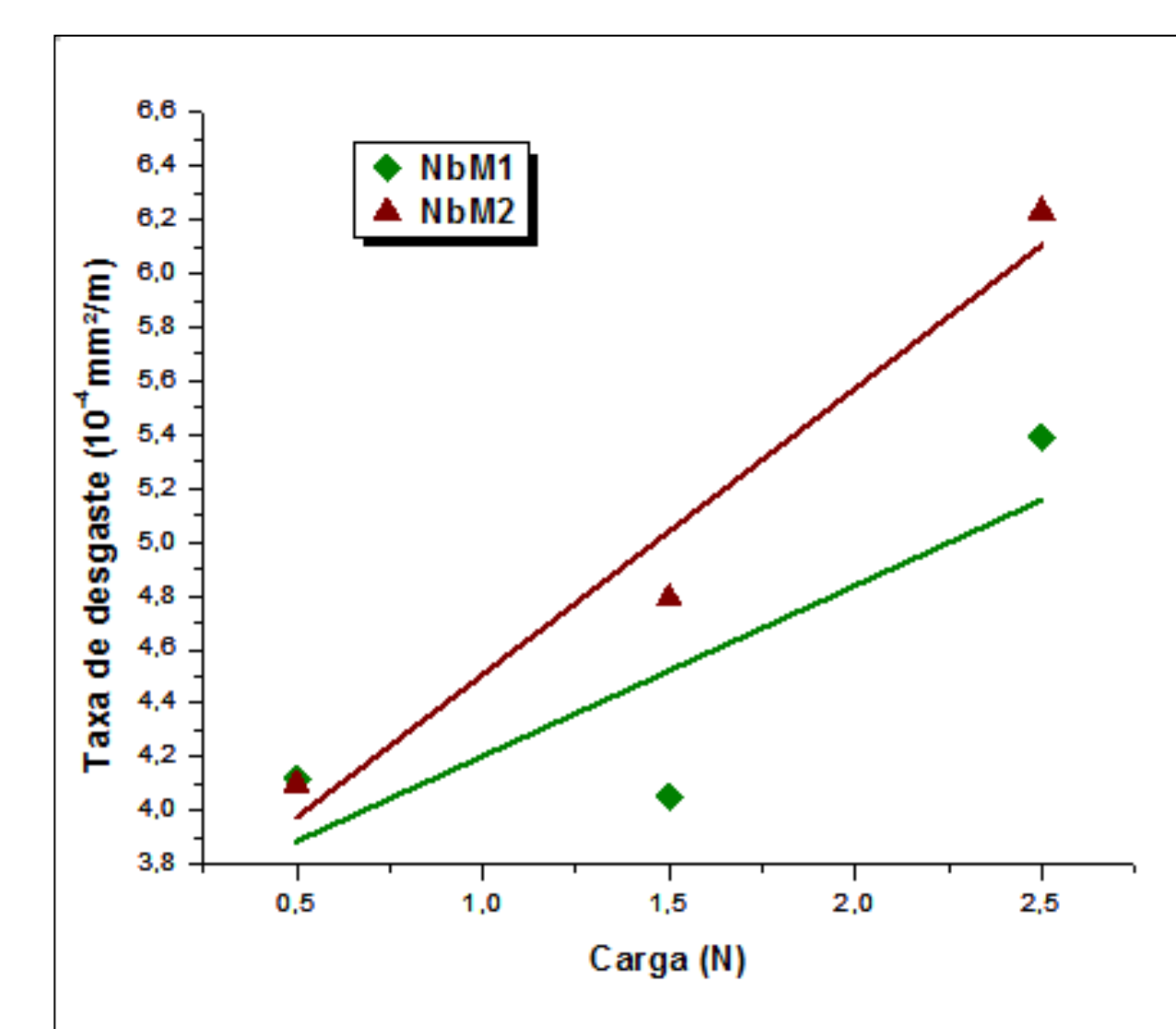


Figura 3 – Taxa de desgaste pela carga aplicada, para os aços NbM1 e NbM2

Nos aços NbM1 e NbM2 observou-se um aumento da taxa de desgaste com aumento de carga. Esses resultados são coerentes com a literatura. De acordo com o gráfico, o aço NbM2 tem maior taxa de desgaste que o aço NbM1, dessa forma, o aço NbM1 possui maior resistência ao desgaste abrasivo. Isto pode estar relacionado com a maior porcentagem de nióbio no aço NbM1 em relação ao NbM2.

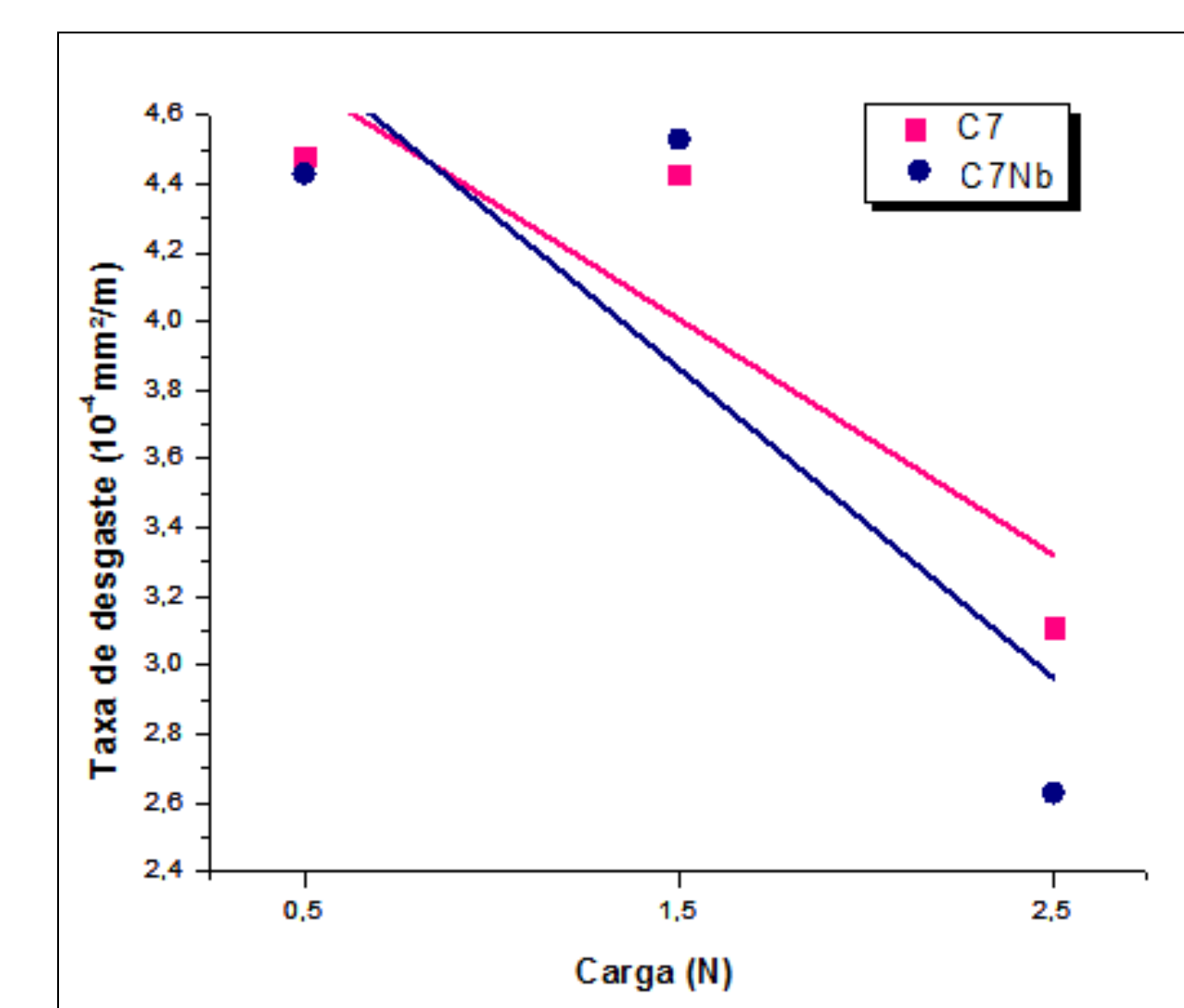


Figura 4 – Taxa de desgaste pela carga aplicada, para os aços C7 e C7Nb

Nos aços C7 e C7Nb observou-se um comportamento contrário ao descrito acima. Ocorreu uma diminuição da taxa de desgaste com o aumento de carga aplicada. Ambos os aços seguem o mesmo comportamento e possuem microestrutura semelhante. Na literatura são propostos algumas explicações para este comportamento, porém nenhuma delas se enquadra adequadamente ao nosso problema. Desta forma serão realizados outros experimentos na tentativa de explicar este fenômeno (por exemplo, potencial eletroquímico).

## Composição química dos aços

Tabela 1 – Composição química dos aços C7, C7Nb, NbM1 e NbM2 (% em massa)

Aço	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo+Nb	Al	Ni	Cu	V	Sn	Ti
C7	0,739	0,317	0,777	0,017	0,015	0,241	0,039	0,020	0,044	0,022	0,002	0,003	0,002
C7Nb	0,733	0,310	0,797	0,016	0,008	0,228	0,165	0,022	0,044	0,023	0,003	0,003	0,002
NbM1	0,737	0,322	0,799	0,019	0,023	0,230	0,161	0,018	0,058	0,078	0,005	0,005	0,003
NbM2	0,741	0,325	0,795	0,011	0,017	0,267	0,145	0,017	0,046	-	0,004	-	0,002

## Micrografias dos aços

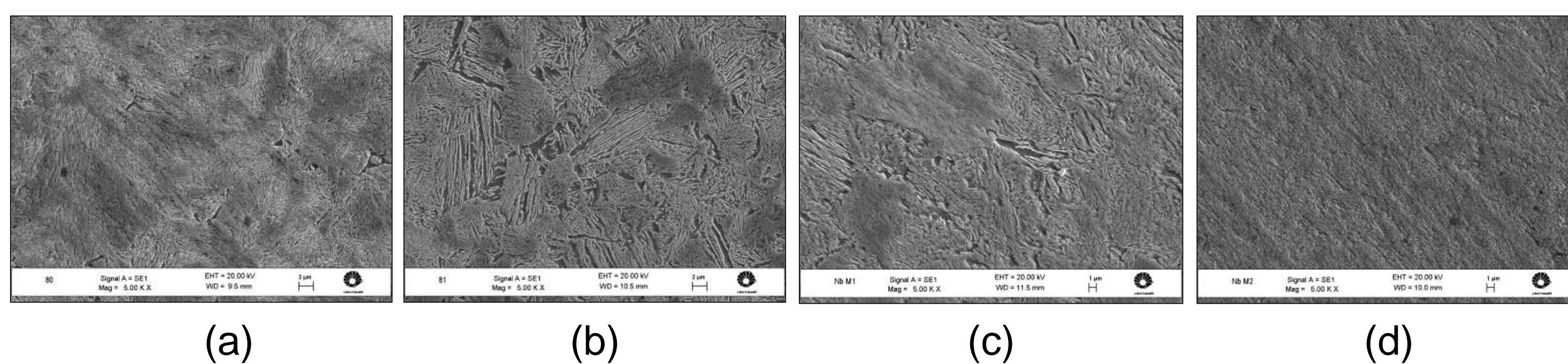


Figura 1 – Micrografias obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura. (a) Aço C7 - Perlita fina (área clara) e ferrita nos contornos de grão (área escura) (b) C7Nb - Perlita fina (área clara) e ferrita nos contornos de grão (área escura) (c) NbM1 - Perlita degenerada (área clara) e ferrita (área escura) (d) NbM2 - Perlita super refinada

Devido aos aços 0,7 % C possuírem a porcentagem de carbono próxima da composição eutetóide, a microestrutura é predominantemente perlítica com poucas regiões de ferrita como observado na figura 1. A adição de molibdênio nos aços microligados aumenta a quantidade de ferrita, como pode ser observado nas figuras 1b, 1c e 1d e a adição de nióbio diminui o espaçamento interlamelar da perlita, conforme pode ser visto nas figuras 1b e 1c. Nos aços microligados temos como resultado melhores propriedades mecânicas em relação aos aços comuns.

## AGRADECIMENTOS



À empresa MWL Brasil Rodas e Eixos Ltda., que além do suporte financeiro e fornecimento de material, sempre esteve de portas abertas para a realização de experimentos.

Os resultados mostraram dois comportamentos diferentes: para os aços NbM1 e NbM2 o desgaste condiz com a literatura, onde a taxa de desgaste aumenta com a carga. Para os aços C7 e C7Nb, o desgaste diminui com o aumento de carga; este resultado diverge com a literatura e será melhor investigado.