

Aluna: **Mariana Hiromi Silva** (e-mail: hiromi.mariana@gmail.com)

Orientador: **Prof. Dr. Paulo R. Mei** (e-mail: pmei@fem.unicamp.br)

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA CNPq

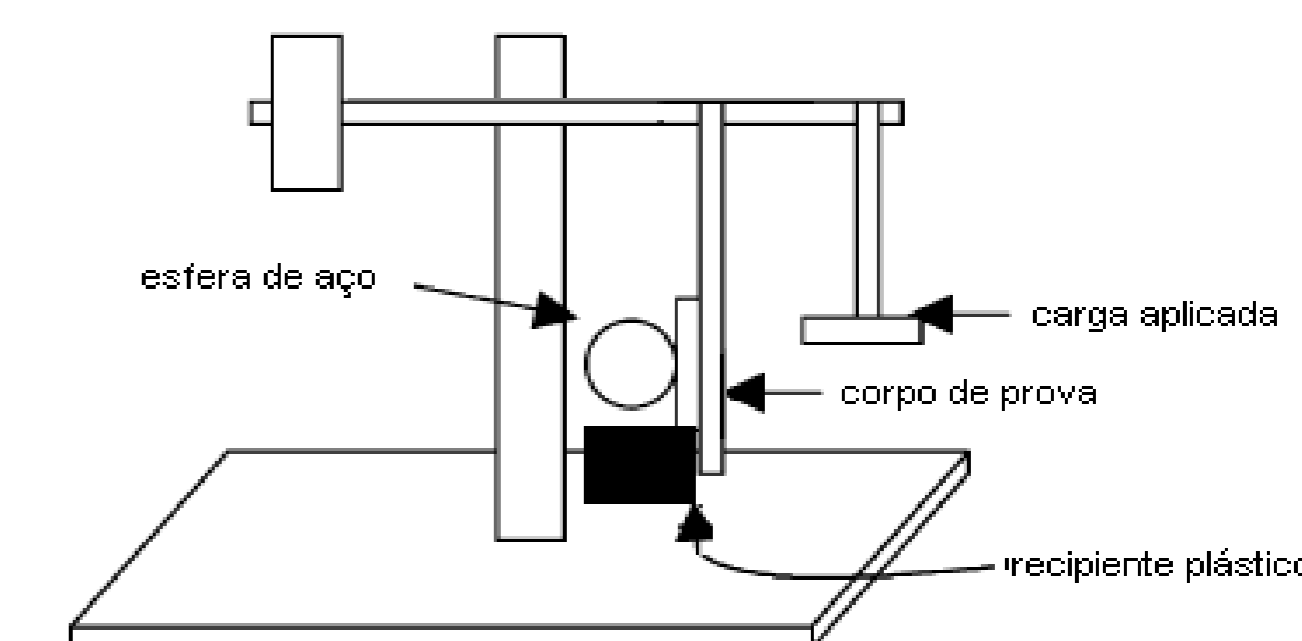
Palavras-Chave: Aços microligados - Rodas ferroviárias - Aços

INTRODUÇÃO

O emprego de aços microligados em rodas ferroviárias tem motivado a busca por ligas mais resistentes e que proporcionem maior vida útil ao material. Tratando-se de rodas, o estudo do desgaste ao qual elas serão sujeitas é imprescindível. Dentre os diversos mecanismos de desgaste, a roda apresenta desgaste abrasivo, no qual o material é destacado de uma superfície sólida por partículas duras de uma das superfícies de contato (modo de desgaste por ranhuras), ou por partículas que se introduzem no espaço entre as superfícies (modo de desgaste por rolamento). Com o intuito de analisar os modos de desgaste e relacionar as durezas das calotas com seus tamanhos, foram utilizadas ligas com concentrações de 0,5% e 0,7% de carbono, com e sem microadição de Nióbio e Molibdênio. Foram realizados ensaios de desgaste micro-abrasivo por rotação de esfera fixa com carga de 2 N para a obtenção das calotas nos corpos de prova. Com o auxílio do MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura), foram observados ambos os modos de desgaste nos aços microligados. Pelo MEV, também foram calculados os diâmetros das calotas, que não apresentaram relação com as respectivas durezas - maiores nos aços com maior teor de carbono. Isso indica que este ensaio não é o mais adequado para simular uma roda em serviço.

METODOLOGIA

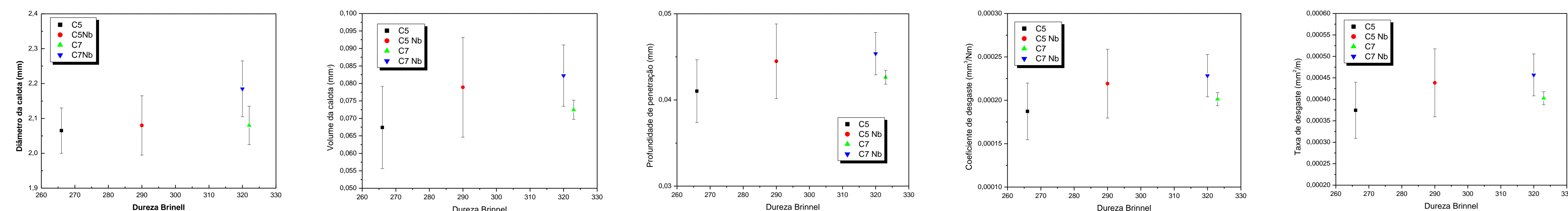
Com o intuito de analisar o estudo do desgaste em aços com microadição de nióbio e molibdênio para aplicação em rodas ferroviárias, foram utilizadas amostras com teores de carbono de 0,5 e 0,7%, com e sem microligantes (C5Nb, C7Nb, C5 e C7, respectivamente). Primeiramente foram registradas as micrografias das amostras. Em seguida, os materiais passaram pelo processo de metalografia para então ser realizado o ensaio. Foram feitos ensaios de desgaste micro-abrasivo por rotação de esfera fixa. A partir da medida dos diâmetros das calotas no MEV foram calculados os seguintes parâmetros: profundidade de penetração, volume da calota, coeficiente de desgaste e taxa de desgaste. Foi então realizada a medida das durezas de cada aço, e, também por meio do MEV, foi determinado seu modo de desgaste.



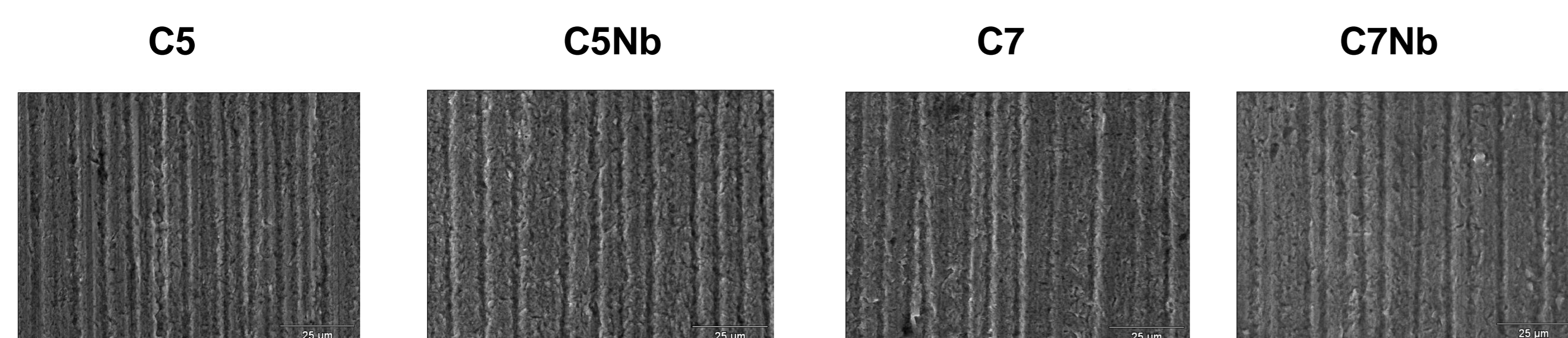
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das micrografias revelou para o aço C5 a predominância de perlita (regiões claras) com ferrita nos contornos de grãos (regiões escuras). O aço C5Nb apresentou uma estrutura muito refinada, provavelmente de perlita muito fina e bainita, impossível de ser resolvida mesmo com MEV. O aço C7 apresentou uma estrutura de perlita bem refinada e homogênea. Já no aço C7Nb, foram observadas agulhas de ferrita em uma matriz bastante refinada, impossível de ser resolvida mesmo com MEV.

Não se observou uma correlação direta entre a dureza do aço e o diâmetro da calota produzida pelo desgaste, o que pode indicar que este ensaio não seja o mais adequado para simular o que ocorre em uma roda ferroviária em serviço. Ao contrário do esperado, as calotas mais profundas foram encontradas nos aços microligados. Já para aços de mesmo teor de carbono, os que continham maior concentração produziram as calotas mais profundas. Com relação à dureza, apenas os aços C7 e C7Nb se comportaram como o esperado, uma vez que o de maior dureza teve uma calota menos profunda. Os maiores volumes foram encontrados nas calotas dos aços microligados. É importante notar que quanto menor a dureza do aço, menor foi o volume da calota, com exceção do aço C7, que apesar de apresentar a maior dureza, possui o segundo menor volume. Como o coeficiente k depende diretamente do volume V anteriormente calculado, as relações entre os aços foram semelhantes, sendo os maiores coeficientes dos aços microligados.



Por meio do MEV foram obtidas as imagens das calotas provocadas pelo desgaste. No aço C5, observa-se que foi predominante o desgaste abrasivo por ranhuras, devido à existência de riscos paralelos entre si. Esse caráter uniforme do desgaste é devido a partículas do abrasivo que incrustaram na superfície da esfera de aço. No aço C5Nb é possível observar no que as ranhuras não são uniformes. Diversas marcas aleatórias indicam uma mistura dos tipos de desgaste: por ranhuras e por rolamento. O desgaste abrasivo por rolamento é caracterizado por partículas do abrasivo que se movimentam livremente entre a amostra e a esfera, o que fornece marcas aleatórias sem padrão. Observou-se que no aço C7 ocorreu o desgaste abrasivo por ranhura e rolamento, porém com predominância deste último. No aço C7Nb observa-se características de ambos os modos de desgaste com igual predominância.



CONCLUSÕES

Os microligantes não tiveram o efeito esperado nos aços com teor 0,7%C, uma vez que o aço C7 apresentou maior dureza que o aço C7Nb. Já nos aços com teor 0,5%C, o aço C5 apresentou uma dureza inferior à do aço C5Nb. Não se observou uma correlação direta entre a dureza dos aços e os diâmetros das calotas produzidas pelo desgaste. Consequentemente, os parâmetros calculados também não apresentaram as relações esperadas com as durezas. Quanto ao modo de desgaste, os aços microligados (C5Nb e C7Nb) apresentaram características bem claras de ambos os modos de desgaste: por ranhuras e por rolamento. Já o aço C5 apresentou a predominância do desgaste por ranhuras, enquanto que o aço C7 apresentou predominância de desgaste por rolamento. Como as características de ambos os modos estavam presentes em todas as amostras, ainda não é possível estabelecer um padrão quanto ao modo de desgaste para cada tipo de aço.