

Desenvolvimento de um Identador Instrumentado para Medições de Propriedades Elásticas e Plásticas

Vinícius Carvalho Teles *, Lucas dos Reis Heni Madeira, Washington Martins da Silva Junior

*Laboratório de Tribologia e Materiais - LTM, telesv88@gmail.com

Palavras-chave

Indentação Instrumentada, Instrumentação, Propriedades Elásticas, Propriedades Plásticas, Tribologia

1. INTRODUÇÃO

Caracterizar as propriedades dos materiais é de fundamental importância na engenharia, em diversas ramificações e áreas de atuação. Isto pois, todos os projetos, sejam eles de equipamentos, veículos e construções se utilizam destes dados nos cálculos estruturais de resistência. Em virtude disto, foi desenvolvido um microtribometro habilitado a realizar testes instrumentados de deslizamento alternado e testes de endentação, Dutra, et al. (2017). Notou-se durante a utilização do equipamento que, em ensaios em que havia perda de material ou grande deformação da amostra, ocorria a perda de contato penetrador/amostra. Outro ponto, é que não era possível medir o deslocamento longitudinal do penetrador. Por fim, o suporte do atuador apresentava falta de rigidez em meio aos testes, com leve movimentação do penetrador.

No intuito de corrigir estas deficiências foram projetadas e implementadas guias laterais de precisão, para conferir rigidez ao sistema, também foi instalado um anteparo condutor, entre a célula de carga e o penetrador, para possibilitar a utilização do sensor de posição vertical. Além disso, houve a troca do PZT e de seu suporte, sendo o PZT atual de maior range que o anterior.

Portanto, o objetivo do trabalho é avaliar a resposta do microtribometro após a implantação das modificações realizadas. A avaliação será pautada em testes de indentação, individuais, que tem como parâmetros a força e o deslocamento. Caso seja necessário, também é do princípio do trabalho efetuar adaptações e modificações, tanto físicas quanto de software, para corrigir erros encontrados.

2. MATERIAIS E METODOS

As modificações físicas realizadas de início se deram pela instalação de guias lineares de precisão do modelo HIWIN HG15, fixadas ao pórtico através de garras fabricadas em alumínio comercialmente puro. Estas constituem as modificações de acréscimo de rigidez ao sistema, Figura 1 (b).

Os ensaios de dureza instrumentada foram realizados no microtribometro mostrado na Figura 1 (a). Esse equipamento promove a movimentação controlada tanto da amostra como do indentador, Silva et al. (2008).

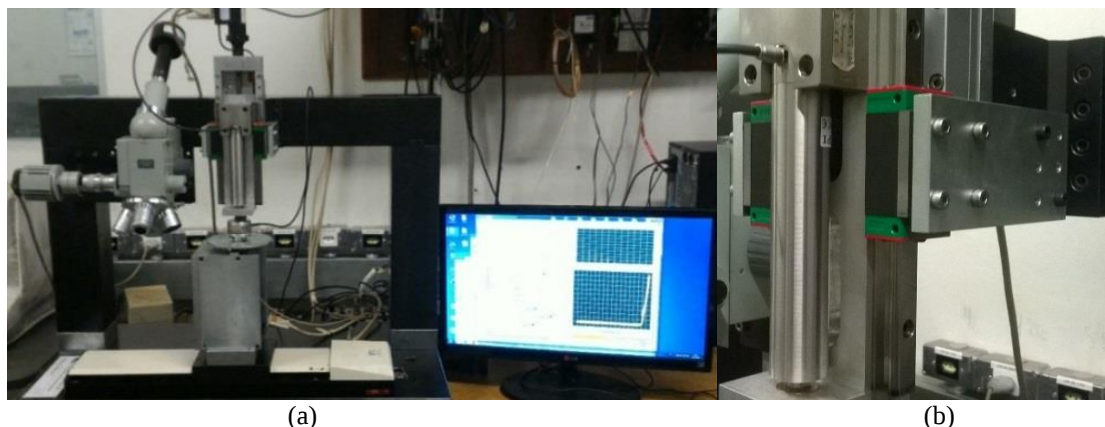


Figura 1: (a) Microtribometro instrumentado, (b) Detalhe guias, carrinhos, garras e novo PZT.

O equipamento é composto de três mesas de coordenadas, que permitem a movimentação da amostra no plano horizontal e a movimentação do indentador no plano vertical. Junto com a mesa que movimenta o indentador, mesa z,

está associado um sistema de translação piezelétrico (PZT) modelo P-216.80, que se movimenta unidirecionalmente por um percurso de 120 μm com resolução de 2,4 nm.

A célula de carga tridimensional é analógica com fundo de escala de 120 N e resolução de 0,02 N na direção Z e 40 N e resolução de 0,002 N nas direções X e Y. O sistema de medição de posição é composto de um sensor SKF modelo CMSS 665 e um anteparo de aço ABNT 4140. O sensor possui range de 2 mm e sensibilidade, com anteparo de aço ABNT 4140, de 7,87 mV/ μm . O sensor de posição é fixo ao suporte da amostra e mede, de forma contínua, a posição relativa do anteparo em relação à ponta do sensor, como mostra o esquema na Figura 2.

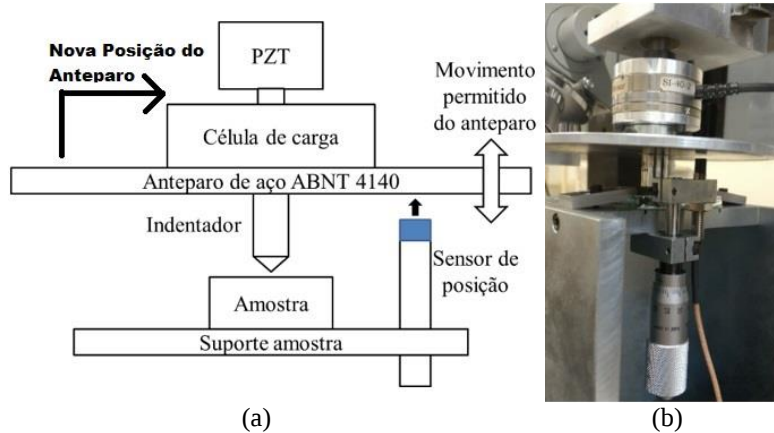


Figura 2: (a) Esquema do sistema de medição de posição, (b) montagem do sistema de medição de posição.

Com o intuito de avaliar o agora indentador instrumentado, foram realizadas indentações Brinell com a força de 1 N, com velocidade de indentação de 0,2 $\mu\text{m/s}$. Esta velocidade foi escolhida mediante a realização de pré testes, que mostraram que esta é a máxima velocidade, na qual, os resultados não são afetados e, em que a condição de teste quase estático é atendida. As amostras utilizadas foram de alumínio comercialmente puro e aço ABNT 1020. Todos os corpos de prova foram previamente preparados (recozimento e preparação da superfície).

Como será descrito a seguir, ao notar-se que haviam algumas irregularidades nos resultados dos testes iniciais, novas modificações foram efetuadas. Um novo anteparo, agora constituído de alumínio comercialmente puro, foi fabricado e instalado, agora acima da célula de carga, Figura 2 (a). Para o novo anteparo, o sensor apresenta um range de 1 mm e sensibilidade de 7,87 mV/ μm . O novo anteparo é uma versão simplificada do original, pois sua finalidade é verificar se os problemas de leitura serão corrigidos com o novo posicionamento. O anteparo de alumínio foi fixado acima da célula de carga.

Por fim, visando identificar novas irregularidades de comportamento dos dados colhidos pelo equipamento, foram realizados testes com cargas elevadas. Estas cargas foram de 10N, 20N, 30N 35N e 40N. Os novos testes forma realizados seguindo a metodologia e os materiais já descritos anteriormente.

3. RESULTADOS

É verificável que houve coleta de dados de força e deslocamento do indentador em todos os pontos e tempos do ensaio, tanto para o anteparo de aço 4140 quanto para o anteparo de alumínio. Também é possível observar o fenômeno de fluência que ocorre durante a manutenção da força máxima. A fluência foi captada em ambos os tipos de anteparo e posição de fixação dos anteapros.

Outro ponto que é similarmente mostrado pelos gráficos confeccionados, foi o bom comportamento da curva de carregamento, ou seja, sua tendência se mostra próxima ao teoricamente esperado.

Todavia, é possível observar que no gráfico (b) da figura 3, a curva de descarregamento esta deslocada para a direita, em relação ao ponto de máxima aplicação de força. Este comportamento sugere que, mesmo durante a de retirada de carga o indentador continua a deslocar-se no sentido de penetrar mais na amostra, o que não é confirmado na análise visual e também não atende a coerência física do processo. Portanto, os autores acreditam que esteja ocorrendo uma falha de medição durante o retorno do indentador. As possíveis explicações para esta inconsistência podem ser, o fato de o comportamento do sensor durante o retorno ser diferente do comportamento de carregamento, também chamado de histerese. Durante a calibração do sensor assumiu-se que, este comportamento era linear em ambos os casos. Esta explicação é reforçada pelo fato de o comportamento da curva de carregamento se aproximar do esperado. Além disso, descobriu-se que, a célula de carga por ser tridimensional permite uma leve movimentação de flexão, em relação a vertical, do seu último disco. Disco este que servia de apoio para a fixação do anteparo de aço 4140. Esta movimentação poderia estar sendo transmitida ao anteparo, de modo a, interferir nas leituras.

Para os gráficos (c) e (d) da Figura 3, confeccionados após a correção da calibração do sensor e com o anteparo de alumínio posicionado acima da célula de carga, observa-se que o comportamento incoerente da curva de descarregamento não é mais verificado.

Para os testes realizados com cargas superiores a 1N constatou-se que a carga máxima que o equipamento suporta realizar os testes é de 35N. Acima disto, os esforços assumiam valores muito elevados e o mecanismo de segurança do equipamento era ativado, interrompendo o teste. Isto para as condições em que o ensaio foi realizado.

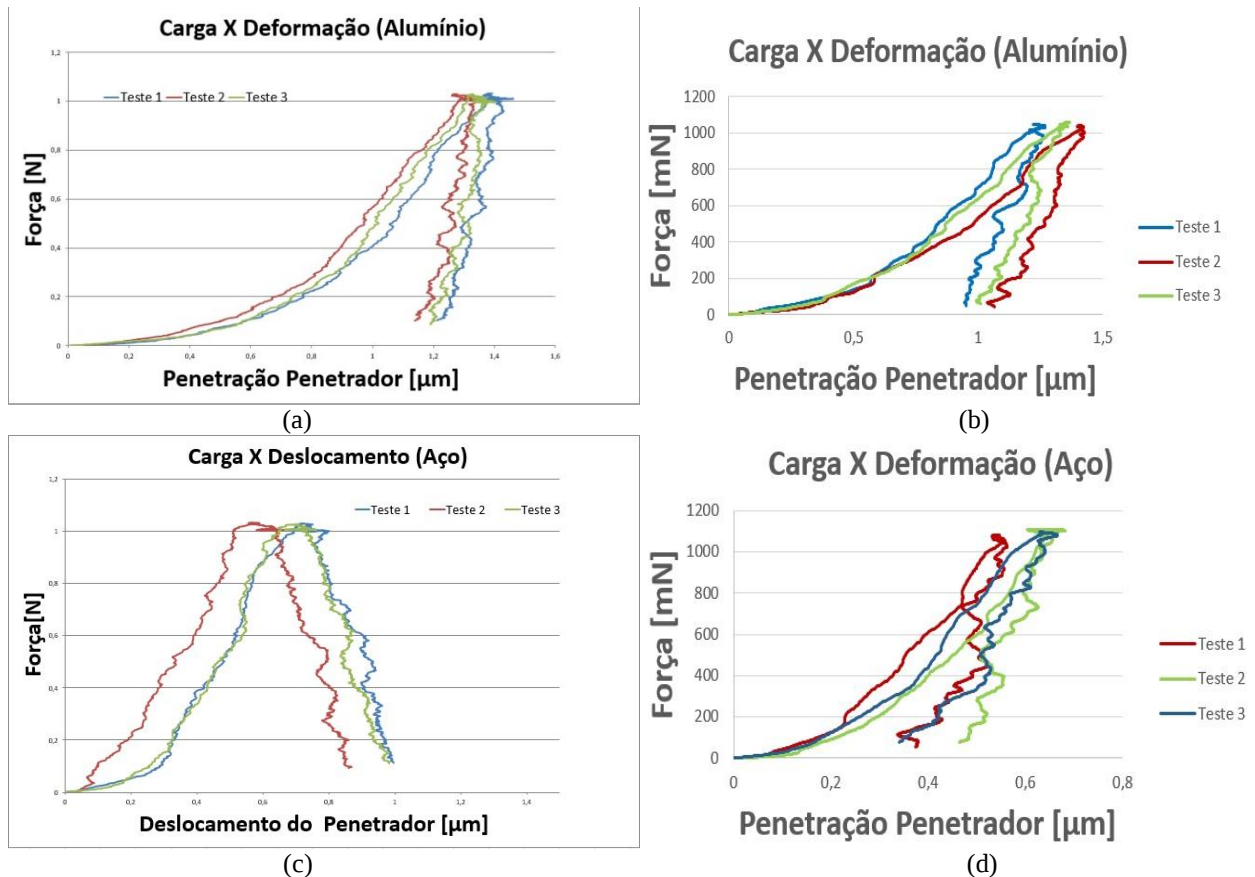


Figura 3: Gráficos de Força x Deslocamento do penetrador (a) Amostra de Alumínio anteparo de 4140, (b) Amostra de Alumínio anteparo de Alumínio, (c) Amostra de Aço anteparo de 4140, (d) Amostra de Aço anteparo Alumínio.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o sensor e a célula de carga estão funcionando adequadamente em relação à aquisição de dados, assim como o PZT na movimentação do penetrador e por consequência na aplicação de carga. No que se refere a curva de carregamento o seu comportamento se mostrou adequado desde o início. Já no que tange a curva de descarregamento, seu comportamento que inicialmente se mostrou errado, após as modificações de calibração e de posicionamento do anteparo, indicam que foram corrigidas, por apresentarem agora, um comportamento próximo ao esperado. Sendo assim, tem-se que as modificações de calibração e do posicionamento do anteparo foram benéficas, e que devem ser mantidas em definitivo.

Além disso, o fato de o sensor continuar a captar o fenômeno de fluência, para a nova configuração do anteparo, mostra que o novo sensor de posição continua apresentando sensibilidade elevada.

Como ponto de evolução a se buscar, tem-se a redução do aspecto de vibração apresentado pelas curvas dos gráficos.

Por fim, tem-se que as curvas agora aparentemente apresentam um comportamento correto, podendo-se dar início a etapa de medição das propriedades elásticas e plásticas.

5. REFERÊNCIAS

- Dutra, R. M. A.; Silva, L. R. R.; Teles, V. C.; Souza, G. F. ; Silva Junior, W. M. “Desgaste por deslizamento com movimento alternado: validação do equipamento microtribômetro”. Simpósio do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFU- POSMEC 2015, Uberlândia., 2015.
- Silva, W. M. “Simulação do Desgaste Abrasivo via Interações Múltiplas”. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

6. DIREITOS AUTORAIS

Todas as imagens, gráficos e dados foram produzidos e confeccionados pelos autores.