

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE UM MICROESCLERÔMETRO A QUENTE

Camila Monteiro Formoso, camilaformoso@yahoo.com.br¹
Fernando Inaoka Okigami, fernando@okigami.com¹
Alcimar Barbosa Soares, alcimar.soares@gmail.com¹
Sinésio Domingues Franco, sdfranco@ufu.br¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121 – Uberlândia MG

Resumo: O desgaste abrasivo é um dos grandes responsáveis pelas falhas de componentes mecânicos, apresentando enormes potencialidades de economia no setor produtivo. A melhor compreensão desse fenômeno requer a disponibilidade de equipamentos apropriados capazes de reproduzir tais desgastes em laboratório. Para isso foi desenvolvido um equipamento capaz de realizar ensaios abrasométricos e simular contatos elementares nos quais um elemento riscante é deslizado contra o material a ser investigado. Através de tal processo, denominado esclerometria, podem ser determinados parâmetros importantes, tais como: energia específica de riscamento, dureza ao risco e coeficiente de atrito, além de mecanismos de desgaste operantes. Essa técnica representa, assim, uma ferramenta importante na seleção e no desenvolvimento de materiais de desempenho melhorado. O equipamento realiza ainda ensaios de microdureza Vickers (indentação), utilizando o princípio da indentação, para temperaturas de até 1000°C. Para a operacionalização do equipamento, foram adquiridos elementos eletrônicos que permitem o controle de ações necessárias à realização dos ensaios, tais como: controle da profundidade de indentação via PZT, forças normal e tangencial, controle da velocidade e posição das três mesas de coordenadas, temperaturas da amostra e do penetrador e vácuo. Para gerenciar o controle e o monitoramento dos ensaios, foi desenvolvido um programa através do software LabView®, que conta com uma interface amigável e intuitiva, através da qual o operador pode optar por qual tipo de ensaio irá realizar (indentação ou esclerometria). O programa permite ainda determinar os parâmetros do ensaio, monitorar graficamente em tempo real os valores de força envolvidos, e salvar os dados obtidos. Desta forma, através do desenvolvimento de um sistema de controle e monitoramento, tornou-se possível operacionalizar o equipamento, e assim verificar propriedades de resistência dos materiais como dureza à penetração e ao riscamento, possibilitando a busca por materiais mais resistentes aos desgastes por abrasão.

Palavras-chave: abrasão, indentação, esclerometria, controle, automação.

1. INTRODUÇÃO

O desgaste abrasivo apresenta-se hoje como um dos grandes responsáveis pela ocorrência de falhas mecânicas em materiais empregados nas mais diversas áreas industriais. Tais falhas levam a um alto custo de manutenção, além de paradas na linha de produção e possíveis riscos de segurança de pessoal e equipamentos. Desta forma, uma investigação mais detalhada sobre as condições de ocorrência de tais desgastes, além de suas características físicas, apresenta um grande potencial na redução de custos de manutenção, possibilitando a realização de trabalhos preventivos, e ainda o desenvolvimento de novos materiais de características melhoradas e mais competitivos dentro mercado.

Tal fato justificou o desenvolvimento de um equipamento capaz de simular, em laboratório, desgastes abrasivos que ocorrem em campo. Desta forma, buscou-se desenvolver um equipamento que possibilitasse a realização de ensaios de esclerometria, no qual um penetrador ou elemento riscante é deslizado contra o material a ser investigado, e ainda ensaios de microdureza Vickers, usando o princípio da indentação, para temperaturas de até 1000°C.

Para permitir a realização de tais ensaios de maneira controlada e totalmente automatizada, além da análise posterior dos resultados obtidos, tornou-se necessário desenvolver um sistema de controle e monitoramento aplicado ao equipamento, denominado microesclerômetro.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de instrumentação, controle e monitoramento para o equipamento, tornando possível a realização de ensaios de indentação e esclerometria. Neste trabalho, serão apresentados os componentes de instrumentação, as estratégias de programação e o sistema de controle e monitoramento aplicados ao microesclerômetro. Além disso, serão mostrados resultados preliminares obtidos através de testes de validação do sistema desenvolvido.

2. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM MICROESCLERÔMETRO

O desgaste abrasivo pode ser considerado como um processo múltiplo de indentação e riscamento, que induzem à movimentação de matéria na superfície de peças e componentes mecânicos, e sua subsequente degradação (Broese e Veldkanp; 1978-1979). Este é um fenômeno interfacial complexo, devido ao grande número de parâmetros atuantes, podendo, contudo, ser simulado através da esclerometria. Para tal, são tomados penetradores de geometria simples, que são assimilados como partículas abrasivas isoladas. Dessa forma, são produzidos sulcos de forma controlada, onde parâmetros, tais como: força normal, geometria do penetrador, velocidade de riscamento, dentre outros, são facilmente controlados (Murray et al, 1979; Maan et al, 1977; De Mello et al, 1986 e De Mello et al., 1992). O estudo desses efeitos não é normalmente possível em condições reais de utilização das peças e componentes. Observações conduzidas através de microscopia ótica e eletrônica de varredura permitem a avaliação individual do comportamento tribológico dos microconstituintes do material.

Os esclerômetros podem ser subdivididos em três grupos, a saber: retilíneo, pendular e rotativo. Dentre esses tipos de esclerômetro, o retilíneo é o mais utilizado no estudo do processo abrasivo, devido à sua versatilidade e capacidade de produzir riscos nas dimensões em que eles aparecem em situações de campo. A partir de considerações da mecânica do contato pode-se determinar, para cada fase do material, a dureza ao risco, a energia específica de riscamento e o coeficiente de atrito ou a relação entre as forças normal e tangencial, obtidos no ensaio de esclerometria retilínea. A dureza ao risco é dada pela relação entre a força normal e a área de contato projetada no plano normal à direção da força normal. O equipamento desenvolvido é capaz de realizar ensaios de esclerometria retilínea, composto de um dispositivo porta-amostras colocado sobre uma mesa de coordenadas, que é transladada em duas direções. O penetrador permanece parado, sendo esse acoplado a uma célula de carga para registro dos esforços. Esses ensaios podem ser realizados sob duas formas: com profundidade de riscamento constante, ou ainda, com carga constante.

Devido às facilidades e rapidez associadas à realização de ensaios de dureza, esses constituem-se num dos mais executados ensaios de propriedades mecânicas. Além disso, valiosas informações sobre o comportamento elástico e plástico durante o processo de indentação podem ser obtidos. Desta forma, dispõe-se hoje em dia de equipamentos, que além da medição de valores de dureza H, são capazes de estimar com boa precisão o módulo de elasticidade e os trabalhos de deformação elástica e plástica gastos no processo de indentação. Adicionalmente, pode-se através de ensaios de indentação determinar a tenacidade à fratura (Pelizer, 2001).

Os equipamentos para ensaios de desgaste abrasivo relatados na literatura técnica realizam uma função ou outra, ou seja, atuam como microesclerômetros ou microindentador. A diferença básica entre os dois testes reside, fundamentalmente, no fato de que no caso da esclerometria a amostra é colocada em movimento em relação ao penetrador ou elemento riscante. Além disso, é introduzido nos esclerômetros um sistema de medição da força tangencial, de tal forma, que a relação entre o esforço tangencial e o esforço normal possa ser adquirida.

O equipamento desenvolvido e apresentado neste trabalho possui sistemas de medição e controle inerentes a um esclerômetro e durômetro, além de um sistema de alto-vácuo e um sistema de aquecimento. Desta forma, é capaz de realizar ensaios de esclerometria e indentação para temperaturas de até 1000°C.

3. INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLADORES APLICADOS AO EQUIPAMENTO

Para possibilitar o controle e o monitoramento do equipamento, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- 3 mesas de deslocamento axial
- 1 PZT
- 2 Servocontroladoras (E-515 PZT Controller / C-844 Motor Controller)
- 1 Célula de carga uniaxial com capacidade máxima de 5N
- 1 Célula de carga bidirecional com capacidade máxima de 5N (CETR DFM-0.5)
- 1 Condicionador de sinais (DMS 97921)
- 1 placa de aquisição de dados A/D CIO-DAS1402/16
- 1 Computador industrial

As mesas de deslocamento axial foram aplicadas de forma a permitir a movimentação da amostra nos eixos X e Y, enquanto a terceira mesa permite a movimentação do penetrador no eixo Z. A movimentação da amostra nos eixos X e Y permite que o operador defina os pontos de indentação em toda a área da amostra, assim como o ponto inicial para realização de ensaios de esclerometria. Para este ensaio, após a definição do ponto de início, o riscamento ocorre ao longo do eixo X.

A mesa acoplada ao eixo Z permite a movimentação do penetrador na direção perpendicular à amostra, possibilitando a aplicação da força pelo penetrador sobre a amostra para os ensaios de indentação e esclerometria. Desta forma, é possível movimentar o penetrador no eixo Z de forma mais rápida, em ações que não exigem grandes precisões, como troca do penetrador ou da amostra, movimentação para definição dos pontos de ensaio ou mesmo a realização de ensaios de indentação que não necessitam de grande resolução.

Para ensaios que exigem uma melhor resolução no controle da profundidade atingida pelo penetrador, na ordem de μm , foi utilizado um Piezotransladador (PZT) acoplado à mesa de deslocamento no eixo Z. Desta forma, tem-se a opção

entre realizar ensaios de indentação através do controle da mesa acionada pelo servomotor, ou através do PZT para obter-se melhor resolução, sendo que para ensaios de esclerometria utiliza-se sempre o PZT.

Na Fig. (1) pode-se observar as três mesas de deslocamento axial, além do PZT, amostra e penetrador.

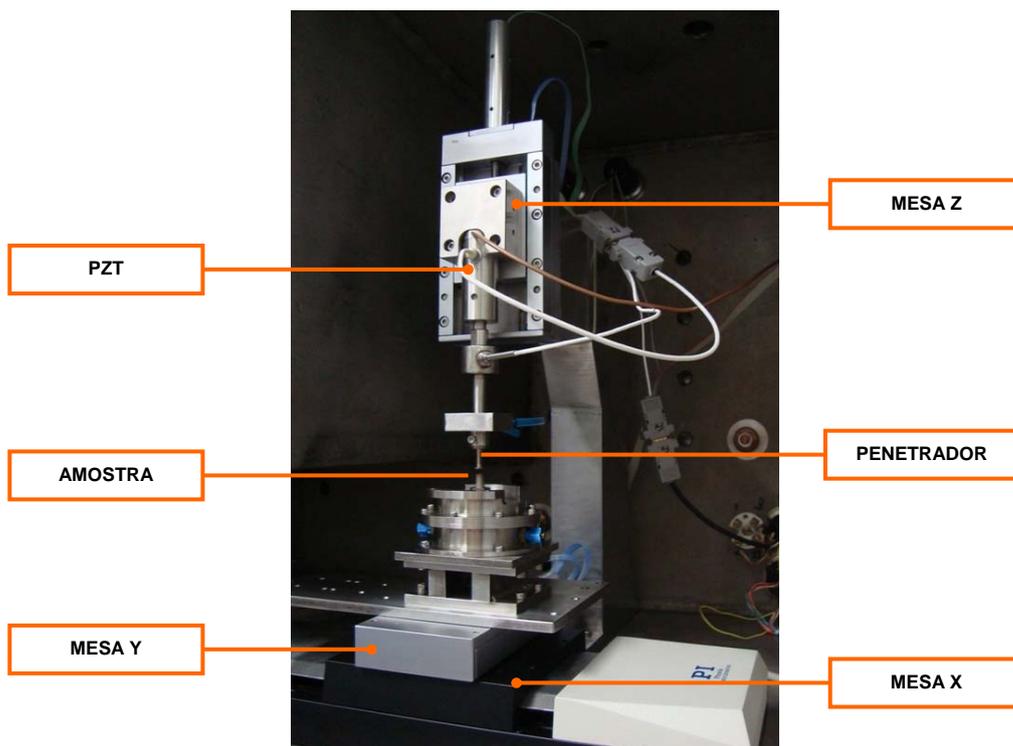


Figura 1. Disposição das mesas de deslocamento axial, PZT, amostra e penetrador no microesclerômetro

Estas mesas são acionadas e controladas pela servocontroladora C-844 Motor Controller, enquanto o PZT é acionado pela servocontroladora E-515 PZT Controller. As duas servocontroladoras recebem o *setpoint* de operação vindo de um computador industrial, sendo a primeira através de uma porta serial RS232, e a segunda por uma interface GPIB. As servocontroladoras e o computador industrial podem ser visualizados na Fig. (2).



Figura 2. Servocontroladoras, condicionador de sinais e computador industrial aplicados ao microesclerômetro

Durante os testes de indentação e esclerometria,   necessário que se verifique constantemente a força axial aplicada pelo penetrador sobre a amostra. Para isto, foi utilizada uma célula de carga com capacidade de leitura de compressão de até 5N, acoplada ao eixo Z. Esta célula de carga é conectada ao condicionador de sinais DMS 97921, responsável pela alimenta o e leitura da mesma. Este condicionador de sinais pode ser visualizado na Fig. (2), e a célula de carga é apresentada na Fig. (3a).

O ensaio de esclerometria necessita, além da força axial, realizar a leitura da força tangencial para determina o das propriedades mecânicas do material. Para isto, foi adquirida a célula de carga bidirecional do fabricante CETR, modelo DFM-0.5, com capacidade de até 5N, sendo que a força tangencial ocorre na direção do eixo X. Esta célula de carga

possui um condicionador de sinais próprio, responsável pela alimentação e processamento do sinal da mesma, e ambos podem ser visualizados na Fig. (3b).



Figura 3. (a) Célula de carga para medição da força axial; (b) célula de carga bidirecional para leitura da força tangencial e condicionador de sinais

Os sinais das células de carga advindos dos condicionadores de sinais são adquiridos pelo computador industrial através de uma placa de aquisição de dados A/D CIO-DAS1402/16A. O desenho esquemático apresentado na Fig. (4) ilustra as interfaces de comunicação entre os elementos de controle e instrumentação e o computador industrial.

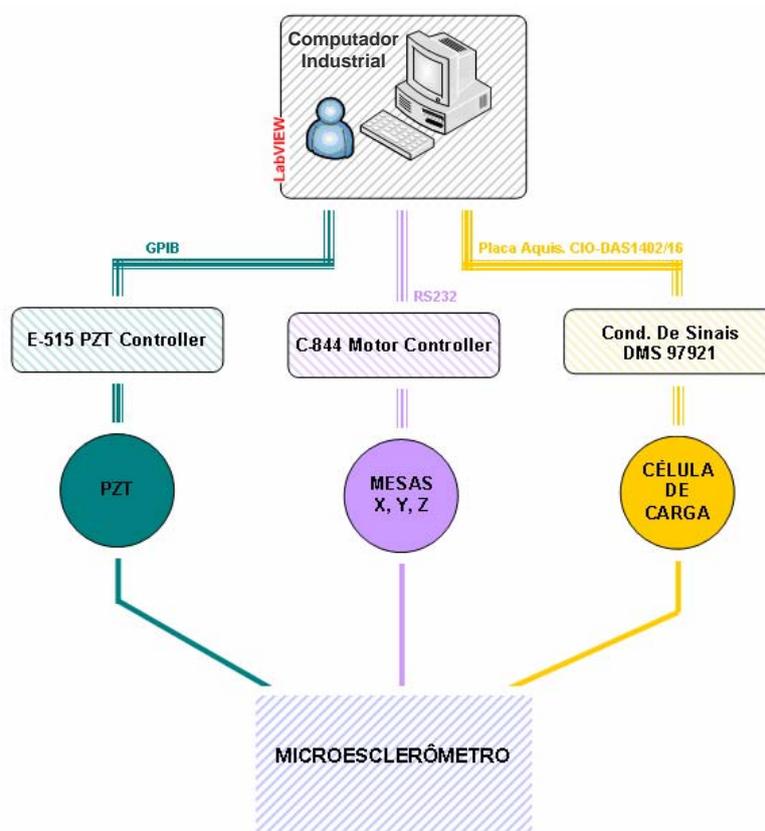


Figura 4. Desenho esquemático das interfaces de comunicação entre os elementos de instrumentação e controle e o computador industrial

4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO

Para controle e monitoramento do processo, foi desenvolvido um programa através do Software Labview®, versão 8.5. Este programa permite ao operador determinar o tipo de ensaio a ser realizado, bem como os parâmetros do mesmo.

Além disso, através do programa é possível movimentar as mesas para fixação ou visualização das amostras, e ainda observar em tempo real os gráficos gerados durante os ensaios.

O programa, hospedado em um computador industrial, se comunica com as servocontroladoras através de uma porta GPIB para controle do PZT e da porta serial RS232 para controle das mesas de deslocamento axial. Os comandos e *setpoints* definidos pelo operador através do programa são então transmitidos às servocontroladoras, que por sua vez atuam sobre as mesas de deslocamento e PZT. Desta forma, torna-se possível a realização completa dos ensaios de forma automatizada, ou ainda a movimentação independente da amostra e do penetrador para troca dos mesmos ou para determinação dos pontos de teste. O programa realiza a leitura das forças axial e tangencial, sendo esta exclusiva para ensaios de esclerometria, através da placa de aquisição de dados. A tela inicial do programa pode ser visualizada na Fig. (5).



Figura 5. Tela inicial da IHM do programa para ensaios de indentação e esclerometria

A IHM (Interface Homem-Máquina) do programa foi desenvolvida de forma a facilitar a operação do equipamento de maneira intuitiva e automática, evitando, desta forma, erros de preenchimento e execução por parte do operador. Ao executar o programa, as etapas de inicialização das controladoras, calibração das mesas e definição do plano de ensaio na amostra decorrem sequencialmente, através de mensagens que instruem e exigem que o operador prossiga com a operação.

Na seqüência, a IHM exhibe ao operador uma nova tela para definir um ponto de ensaio. Para facilitar a operação, esta tela conta com uma simulação da delimitação do plano da amostra, na qual o operador pode facilmente movimentar as mesas através de um “joystick virtual” comandado pelo teclado do computador industrial, conforme exibido na Fig. (6).

Uma vez definido um ponto de ensaio, o operador seleciona a tela correspondente ao tipo de ensaio escolhido, sendo a tela correspondente à indentação exibida na Fig. (7), e a tela correspondente à esclerometria ilustrada na Fig. (8). A seqüência de operação do programa será melhor detalhada a seguir.

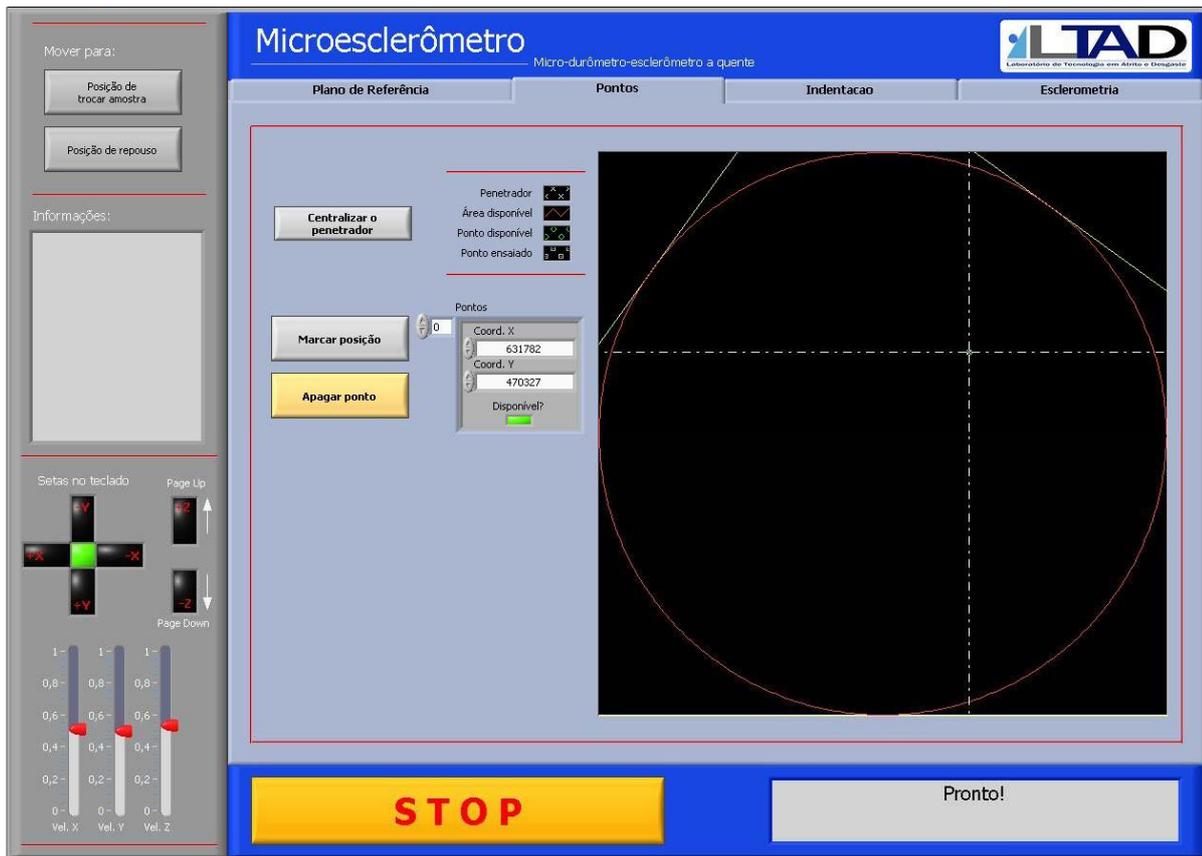


Figura 6. Tela para definição do ponto de ensaio de indentação ou início da esclerometria



Figura 7. Tela para ensaios de indentação



Figura 8. Tela para realização de ensaios de esclerometria

5. SEQUÊNCIA LÓGICA DO PROCESSO

Para a execução dos ensaios de forma correta e segura, foram estabelecidas seqüências de acionamentos e verificações de erros que ocorrem de forma automática no programa, de acordo com dados fornecidos pelo operador através das telas de parametrização do tipo de ensaio. Esta seqüência pode ser melhor visualizada através de um fluxograma exibido na Fig. (9).

Inicialmente o programa passa por uma rotina de inicialização das variáveis de programação, das controladoras das mesas e do PZT. Em seguida, são definidas posições padrões de ensaio, como posição de repouso e posição para trocar a amostra. Nesta etapa, define-se também a área para realização do ensaio. Para isto, o programa permite a movimentação das mesas através de um “joystick virtual”, que o operador pode executar facilmente através do teclado do computador e acompanhar a movimentação através da IHM, representada na Fig. (5). Após marcar três pontos de referência sobre a amostra, o programa calcula o plano, delimita a área de execução dos ensaios através de uma circunferência inscrita no triângulo definido pelo operador, e então a IHM passa a exibir uma nova tela para marcação dos pontos de ensaio (Fig. 6). Nesta etapa, o operador deverá selecionar os pontos na amostra onde serão realizados os testes, e em seguida deverá selecionar a tela correspondente ao tipo de ensaio que irá executar.

Para ensaios de indentação, o operador deverá selecionar inicialmente se o controle do penetrador será realizado pelo PZT ou pelo motor Z. Em seguida, deverá informar os parâmetros de ensaio, tais como: Força (N), Profundidade (μm) e Tempo em Carga (s). Após a confirmação dos dados, o programa exibe o botão “Executar” através do qual o operador pode dar início ao ensaio, que dá início à seqüência: movimenta a amostra para o ponto definido pelo operador, desloca o penetrador até atingir a superfície da amostra e, então, aplica uma curva de carregamento até atingir a carga nominal do ensaio. Após atingir a carga definida, o programa mantém esta carga pelo tempo determinado, e em seguida inicia a curva de descarregamento e encerra o ensaio. Durante todo o teste, o operador pode acompanhar graficamente e em tempo real os valores da Força Axial (N) em função da Profundidade (μm). Após o término do ensaio, o operador pode dar seqüência ao próximo ensaio, salvar os dados adquiridos ou encerrar a aplicação.

Para ensaios de esclerometria, o operador inicialmente deverá selecionar o tipo de ensaio que será realizado: a Força Normal Constante ou a Profundidade Constante. Posteriormente, deverá determinar o sentido de deslocamento da amostra acoplada à mesa X: à direita ou à esquerda do ponto definido anteriormente. Em seguida, deverá informar os parâmetros de ensaio, tais como: Força (N), Profundidade (μm) e Velocidade ($\mu\text{m/s}$), sendo esta a velocidade de

deslocamento da amostra durante o ensaio. Uma vez definidos os parâmetros, o botão “Executar” é liberado e o operador poderá dar início ao processo, podendo acompanhar em tempo real os valores de Força Tangencial (N), Força Normal (N) e Profundidade do penetrador (μm), em função da Posição (μm), referente ao deslocamento da amostra ou comprimento do risco.

Para a opção “profundidade constante”, a amostra é movimentada a 5% da velocidade de ensaio, até que o penetrador atinja a profundidade determinada. Uma vez atingida a profundidade de ensaio, a mesa passa a mover a 100% da velocidade determinada, sendo que a posição do penetrador é corrigida ao longo do processo, para manter-se constante.

Para a opção “carga constante”, a amostra é movimentada a 5% da velocidade de ensaio, até que o penetrador atinja a carga de ensaio. Após atingir esta carga, a mesa passa a mover a 100% da velocidade determinada, sendo que a força aplicada pelo penetrador é mantida constante através de correções calculadas pelo programa.

Em ambos os casos, o ensaio prossegue até que o comprimento de riscamento seja atingido. Ao término do ensaio, o penetrador é recuado automaticamente, e então o operador pode dar seqüência ao próximo teste, salvar os dados adquiridos ou encerrar a aplicação.

Ao longo de todo o ensaio, seja de indentação ou esclerometria, o programa verifica se a força axial limite de 5N foi excedida, para proteção e seguranç a do equipamento e do operador.

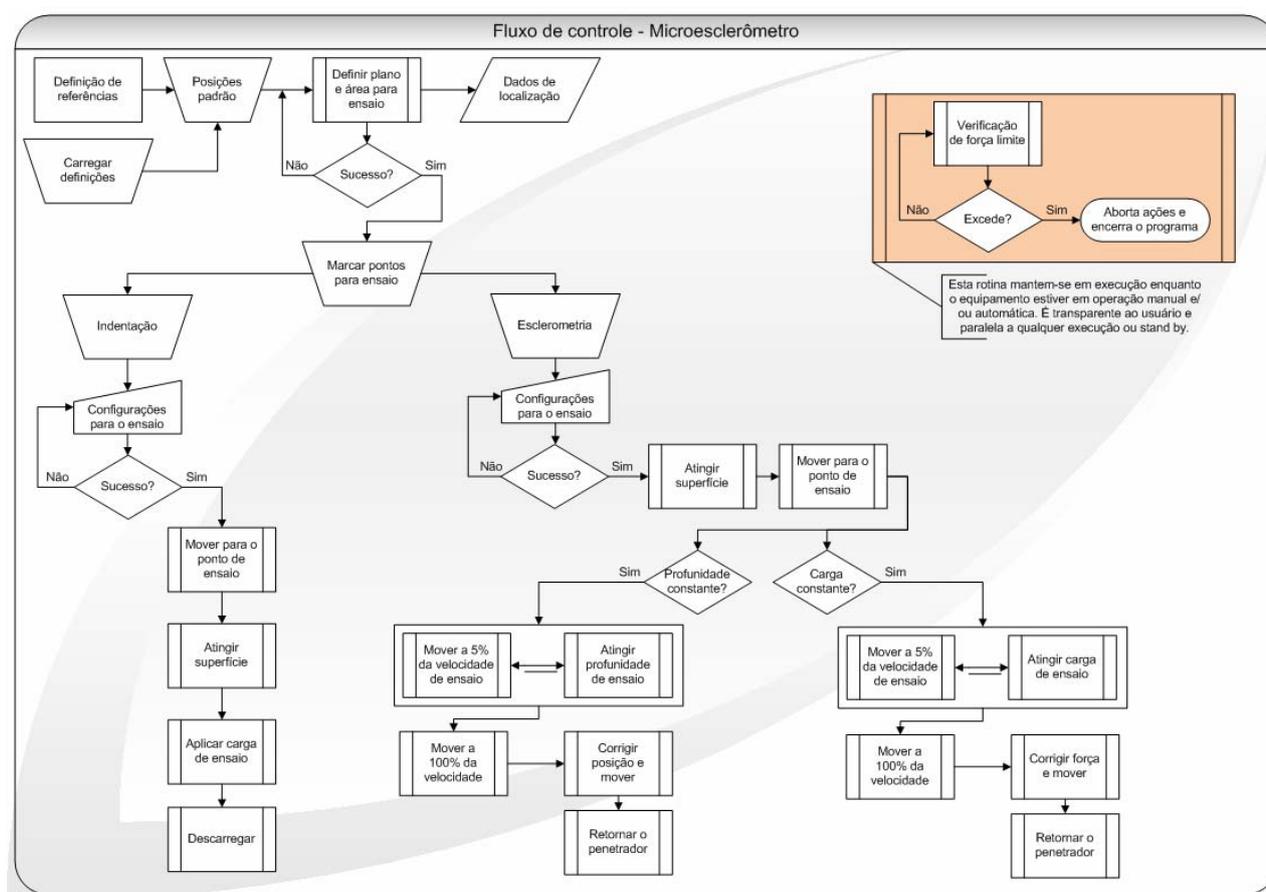


Figura 9. Fluxograma geral do programa

6. RESULTADOS E ETAPAS FUTURAS

Para validação do sistema geral, foram realizados inicialmente testes independentes das aquisições dos sinais das células de carga, bem como acionamento das mesas e do PZT.

Na seq ncia, foram realizados testes de indentação para avaliação geral e validação desta etapa do programa. O ensaio exibido na Fig. (10) foi realizado com Força de 1N, Velocidade do penetrador de 100 $\mu\text{m}/\text{s}$ e sem tempo de carga. Foram utilizados penetrador do tipo Vickers e amostra de um a o rápido temperado.. Ao longo do ensaio, foi possível observar através da IHM que a seq ncia de opera o foi correta, sendo ela: aproximação da superfície, indentação, manutenção da carga, descarregamento e conclusão do ensaio.

Através do gráfico, foi possível observar o bom resultado do ensaio, verificando o valor da carga atingida além da profundidade estimada. Por fim, através da comparação do gráfico obtido com o gráfico teórico, p de-se constatar a eficiência do programa para ensaios de indentação.

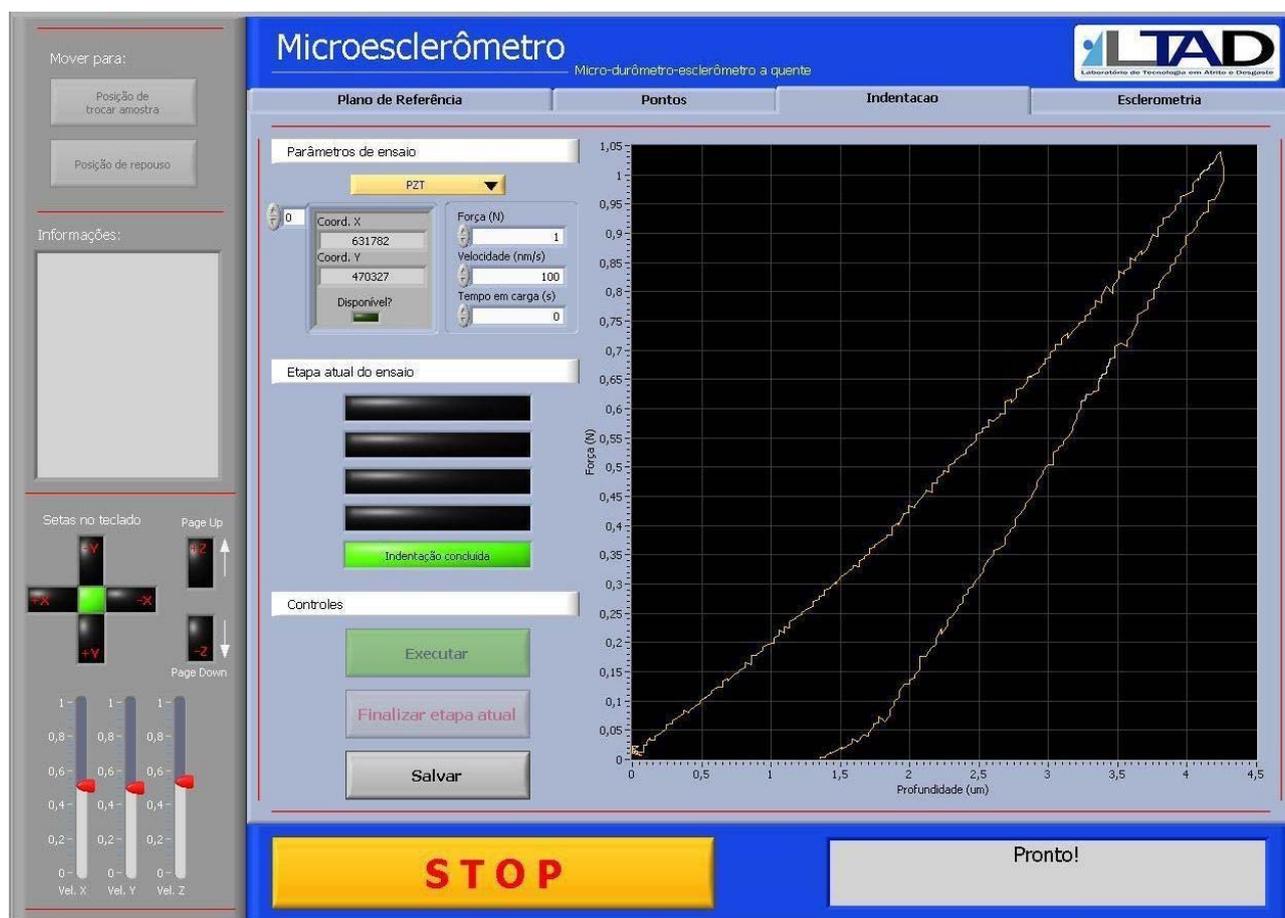


Figura 10. Resultado gráfico de um ensaio de validação do programa de indentação

A IHM para realização de ensaios de esclerometria encontra-se concluída, conforme ilustrado na Figura 8. No entanto, a realização de ensaios de esclerometria depende da instalação da célula de carga tangencial, que encontra-se ainda em fase de adaptação ao equipamento. Desta forma, não foi possível ainda validar o programa através de testes com carga. Porém, foram realizadas verificações das rotinas em vazio, que constataram o correto funcionamento do programa, com resultados correspondentes ao determinado na seqüência lógica de programação.

Na seqüência, após a validação da esclerometria, serão instalados os sistema de aquecimento e vácuo, que possibilitarão a realização de ensaios sob condições que permitirão uma melhor avaliação do material, levando a grandes contribuições na busca por materiais mais resistentes ao desgaste abrasivo.

7. CONCLUSÕES

Através do presente projeto foi desenvolvido, projetado e construído um sistema de controle e monitoramento de um microesclerômetro para temperaturas desde a ambiente até cerca de 1.000 °C.

A utilização de mesas de deslocamento axial permitiram a movimentação da amostra e do penetrador de maneira automatizada, possibilitando não só a fácil troca dos mesmos, como também e principalmente a realização de ensaios de indentação e esclerometria totalmente controlada. Além disso, a utilização de um PZT permitiu a verificação e o controle da profundidade atingida pelo penetrador com ótima resolução, na ordem de μm .

Aplicando-se células de carga axial e tangencial, torna-se possível a verificação e o controle contínuo da força aplicada pelo penetrador durante o ensaio, e o levantamento de propriedades de materiais de grande importância para avaliação dos resultados obtidos.

Por fim, o desenvolvimento de um programa, através do *software* LabView® tornou possível a otimização e a completa automação do equipamento, através de uma IHM de fácil utilização, que conta com todos os parâmetros fundamentais à realização dos ensaios, além da verificação de erros e rotinas de segurança que garantem a integridade do equipamento e do operador.

A realização de ensaios de validação da indentação com carga comprovaram o correto funcionamento do programa para esta função, através da obtenção de uma curva similar às curvas de referência, tanto em sua forma quanto nos valores de força e profundidade atingidos.

Apesar do sistema de esclerometria ainda não ter sido concluído devido a adaptações no equipamento para instalação da célula de carga tangencial, testes preliminares em vazio das rotinas de programação indicaram o correto funcionamento das etapas definidas. A conclusão desta etapa, juntamente com a instalação dos sistemas de aquecimento

e vácuo, levará ao completo desfecho do equipamento, possibilitando, assim, a realização de testes com variação de cargas e temperaturas, o que auxiliará na avaliação das diversas propriedades dos materiais ensaiados.

Desta forma, com a conclusão do equipamento será possível determinar propriedades como: dureza ao risco, energia específica de riscamento, dureza, módulo de elasticidade, trabalho de deformação elástica e plástica, permitindo uma completa avaliação dos materiais ensaiados, contribuindo com a busca por materiais mais resistentes aos desgastes abrasivos.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e à PETROBRAS pelo apoio financeiro.

9. REFERÊNCIAS

- Broese, A. V.G. e Veldkanp, J.D.B.; 1978-1979, "Grinding of brittle Materials", Philips Tech. Rev., 38, 105-118.
- Murray, M.J., Mutton, P.J. e Watson, J.D.; 1979, "Abrasive wear mechanism in steels", Anais da Int. Conf. on Wear of Materials, ASME, Dearborn, USA.
- Maan, N. e Broese van Groenou, A.; 1977, "Low speed scratch experiments on steel", Wear, 42, 365-390.
- De Mello, J.D.B., Durand-Charre, M. E Mathia, T.; 1986, "A sclerometric study of unidirectionally solidified Cr-Mo white cast irons", Wear 14, 203-216.
- De Mello, J.D.B. e Laurent, F.; 1992, "Transição abrasão dúctil/abrasão frágil em vidros sodo-calcicos", Anais do II Seminário Brasileiro de Materiais Resistentes ao Desgaste, Uberlândia, MG.
- Pelizer, Mário César; 2001, "Microindentação e microesclerometria a quente de materiais resistentes a desgaste", Relatório de qualificação como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia,.

10. DIREITOS AUTORAIS

Camila Monteiro Formoso, Fernando Inaoka Okigami, Alcimar Barbosa Soares, Sinésio Domingues Franco.

Development of a Control and Monitoring System for a Micro Scratch Tester

Camila Monteiro Formoso, camilaformoso@yahoo.com.br¹

Fernando Inaoka Okigami, fernando@okigami.com¹

Alcimar Barbosa Soares, alcimar.soares@gmail.com¹

Sinésio Domingues Franco, sdfranco@ufu.br¹

¹Federal University of Uberlândia, João Naves de Ávila Avenue, 2121 – Uberlândia MG

Abstract: Among different wear processes, the abrasive wear is responsible for the greatest number of failures of mechanical parts. A better understanding of this phenomenon requires the use of appropriate equipment and trained personnel in the tribology area. Due to this, a Micro Scratch Tester was developed to perform laboratory abrasive tests and to simulate elementary contacts, in which an indenter or scratching element slides over the investigated material. Through scratch tests, some important parameters can be determined, such as: specific energy of scratching, scratch hardness and apparent friction coefficient, as well as wear mechanisms. Hence, this technique represents an important tool both for selection and development of materials for improved performance. This equipment is also capable of performing linear scratching tests and indentation for temperatures up to 1000 ° C. In order to obtain an operational equipment, a control and monitoring system was designed and built to perform controlled and fully automated tests. Using a piezoelectric transducer, load cells and servo-controlled motors made it possible to control test parameters such as indentation depth, normal and tangential loads, speed and position of the x, y and z tables. This control and monitoring system was developed using LabView® software, having a very friendly and intuitive interface, whereby the operator can choose which type of test will be carried out (indentation or scratch). Through this interface, it was possible to set the parameters and also monitor the signals in real time, which can be observed through graphical representation. At the end of the test, data are saved, allowing an offline analysis of testing results acquired. Thus, the development of a complete control and monitoring system led to an operational equipment capable to obtain the properties such as hardness, elastic modules and those related to the scratching action, making it possible to search for more abrasive wear resistant materials.

Keywords: abrasion, indentation, scratch, control, automation.