



**Henrique Ajuz Holzmann
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)**

Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica 3

Atena
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

**Impactos das Tecnologias na
Engenharia Mecânica**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia mecânica 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica; v.3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-248-7

DOI 10.22533/at.ed.487190504

1. Automação industrial. 2. Engenharia mecânica – Pesquisa – Brasil. 3. Produtividade industrial. 4. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna. III. Série.

CDD 670.427

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

APRESENTAÇÃO

A engenharia mecânica está em constante mudança, sendo uma das mais versáteis, se olhar desde seu surgimento durante a Revolução Industrial até os dias de hoje é visível a modernização e modificação dos métodos e das tecnologias empregadas.

Nesta evolução um dos pontos de destaque é a área de materiais e dos modos de obtenção dos mesmos, sendo responsável por grande parte desta modernização da área. Neste livro são tratados alguns assuntos ligados diretamente a área de matérias, bem como os processos de transformação dos mesmos em produtos finais.

A caracterização dos materiais é de extrema importância, visto que afeta diretamente aos projetos e sua execução dentro de premissas de desempenho técnico e econômico. Ainda são base da formação do engenheiro projetista cujo ofício se fundamenta na correta escolha de materiais e no processo de fabricação do mesmo.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que se dedicam a seleção, desenvolvimento e processos de obtenção e fabricação são apresentados nesse livro.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| ANÁLISE DAS LIGAS Al-3%Si E Al-9%Si ATRAVÉS DO PROCESSO “SQUEEZE-CASTING”, E A INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NA DUREZA, MACRO E MICROESTRUTURA | |
| <i>Diógenes Linard Aquino Freitas</i> <i>Cláudio Alves de Siqueira Filho</i> <i>José Joelson de Melo Santiago</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.4871905041 | |
| CAPÍTULO 2 | 12 |
| AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CEMENTANTES ATRAVÉS DA MEDIÇÃO DE MICRODUREZA VICKERS | |
| <i>Bernardo Rota</i> <i>Alisson Geovane Silva de Souza</i> <i>Annemarie Henker</i> <i>Daniel Amoretti Gonçalves</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.4871905042 | |
| CAPÍTULO 3 | 22 |
| ESTIMATIVA DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO USANDO O MÉTODO DO FIO QUENTE | |
| <i>Alisson Augusto Azevedo Figueiredo</i> <i>Jefferson Gomes do Nascimento</i> <i>Luís Henrique da Silva Ignácio</i> <i>Vinicius Soares Medeiros</i> <i>Fernando Costa Malheiros</i> <i>Henrique Coelho Fernandes</i> <i>Gilmar Guimarães</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.4871905043 | |
| CAPÍTULO 4 | 27 |
| PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DE NANOFUIDOS TiO ₂ | |
| <i>Letícia Raquel de Oliveira</i> <i>Stella Rodrigues Ferreira Lima Ribeiro</i> <i>David Fernando Marcucci Pico</i> <i>Alessandro Augusto Olimpio Ferreira Vittorino</i> <i>Enio Pedone Bandarra Filho</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.4871905044 | |
| CAPÍTULO 5 | 35 |
| DESENVOLVIMENTO DE UM INDENTADOR INSTRUMENTADO PARA MEDIÇÕES DE PROPRIEDADES ELÁSTICAS E PLÁSTICAS | |
| <i>Lucas dos Reis Heni Madeira</i> <i>Vinicius Carvalho Teles</i> <i>Washington Martins da Silva Junior</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.4871905045 | |

CAPÍTULO 6 43

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR

Marcelo Vitor Ferreira Machado
José Brant de Campos
Marilza Sampaio Aguilar
Vitor Santos Ramos

DOI 10.22533/at.ed.4871905046

CAPÍTULO 7 53

PARAMETRIZAÇÃO DE TEXTURIZAÇÃO VIA MECT EM METAL PATENTE

Túlio Alves Rodrigues
Erika Michele Damas
Gabriela Caixeta Alcarria
Náthaly Nascimento Sousa
Washington Martins da Silva Junior

DOI 10.22533/at.ed.4871905047

CAPÍTULO 8 59

CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES FORMAS DE AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DE FERROS FUNDIDOS E SEU COEFICIENTE DE ATRITO

Luiz Eduardo Rodrigues Vieira
Guilherme de Oliveira Castanheira
Leonardo Rosa Ribeiro da Silva
Wisley Falco Sales
Álisson Rocha Machado
Wilson Luiz Guessser

DOI 10.22533/at.ed.4871905048

CAPÍTULO 9 69

MANUFATURA DE LIGA DE AL5%CU PELO PROCESSO DE METALURGIA DO PÓ

André Pereira da Silva
Juliano de Lemos Navarro
Leonardo Almeida Lopes
Felipe Antônio Viana de Araújo
Gabriel Aires Honorato
Sérgio Mateus Brandão

DOI 10.22533/at.ed.4871905049

CAPÍTULO 10 85

ANÁLISE DO FENÔMENO DAS BOLHAS EM SOLDAGEM SUBAQUÁTICA MOLHADA COM ARAME TUBULAR AUTOPROTEGIDO

Camilla Mara Mendonça
Alexandre Queiroz Bracarense
Douglas de Oliveira Santana
Marcelo Teodoro Assunção

DOI 10.22533/at.ed.48719050410

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 11 | 99 |
| O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS NA SIMULAÇÃO DE OPERAÇÕES DE SOLDAGEM | |
| <i>Heitor Abdias da Silva Pereira</i> | |
| <i>Marcelo Cavalcanti Rodrigues</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.48719050411 | |
| CAPÍTULO 12 | 114 |
| ANÁLISE EXPERIMENTAL DA USINAGEM COM AÇO INOXIDÁVEL | |
| <i>Gabriella Arruda Martins</i> | |
| <i>Lays Edinir da Cunha</i> | |
| <i>Luís Gustavo Moreira</i> | |
| <i>Mikael Henrique Morais</i> | |
| <i>Thomas Ernst de Goes Ferreira Kohler</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.48719050412 | |
| CAPÍTULO 13 | 123 |
| AVALIAÇÃO DO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE R_v DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS USINADOS PELO PROCESSO DE BRUNIMENTO FLEXÍVEL | |
| <i>Leandro Carvalho Pereira</i> | |
| <i>Leonardo Rosa Ribeiro da Silva</i> | |
| <i>Rosenda Valdés Arencibia</i> | |
| <i>Luciano José Arantes</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.48719050413 | |
| CAPÍTULO 14 | 131 |
| INFLUÊNCIA DO FLUIDO DE CORTE NO DESGASTE DE MICROFRESAS DE METAL DURO NA MICROUSINAGEM DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX UNS S32205 | |
| <i>Aline Gonçalves dos Santos</i> | |
| <i>Daniel Fernandes da Cunha</i> | |
| <i>Mayara Fernanda Pereira</i> | |
| <i>Bruno Souza Abrão</i> | |
| <i>Mark James Jackson</i> | |
| <i>Márcio Bacci da Silva</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.48719050414 | |
| CAPÍTULO 15 | 139 |
| GERAÇÃO E PARTIÇÃO DE CALOR EM USINAGEM POR MEIO DO MÉTODO CALORIMÉTRICO: UMA REVISÃO | |
| <i>Ivanilson Sousa da Costa</i> | |
| <i>Márcio Bacci da Silva</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.48719050415 | |
| CAPÍTULO 16 | 153 |
| GERAÇÃO DE CALOR NA FURAÇÃO DO FERRO FUNDIDO CINZENTO POR MEIO DO MÉTODO CALORIMÉTRICO | |
| <i>Ivanilson Sousa da Costa</i> | |
| <i>Guilherme Henrique Alves Andrade</i> | |
| <i>Márcio Bacci da Silva</i> | |

DOI 10.22533/at.ed.48719050416

CAPÍTULO 17 168

MEDIÇÃO DE TEMPERATURA DE USINAGEM EM AÇOS DE CORTE FÁCIL POR MEIO DO MÉTODO DO TERMOPAR FERRAMENTA- PEÇA

Ivanilson Sousa da Costa

Márcio Bacci da Silva

DOI 10.22533/at.ed.48719050417

CAPÍTULO 18 177

SISTEMA DE MEDIÇÃO DE POTÊNCIA NO PROCESSO DE FRESAMENTO UTILIZANDO SENSORES POR EFEITO HALL

Leonardo Rosa Ribeiro da Silva

Kenji Fabiano Ávila Okada

Gabriel Marçal de Carvalho

Eder Silva Costa

Álisson Rocha Machado

DOI 10.22533/at.ed.48719050418

CAPÍTULO 19 187

INFLUÊNCIA DE VÁRIOS PARÂMETROS OPERACIONAIS EM RETIFICAÇÃO NO ACABAMENTO E NA TEXTURA DA SUPERFÍCIE DE FERRO FUNDIDO CINZENTO

Bruno Souza Abrão

Mayara Fernanda Pereira

Mariana Landim Silveira Lima

Eduardo Carlos Bianchi

Rosemar Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.48719050419

CAPÍTULO 20 193

INFLUÊNCIA DA PENETRAÇÃO DE TRABALHO E VELOCIDADE DA PEÇA NO ACABAMENTO DO FERRO FUNDIDO VERMICULAR APÓS A RETIFICAÇÃO COM REBOLO DE SIC

Lurian Souza Vieira da Silva

Rosemar Batista da Silva

Mariana Landim Silveira Lima

Deborah de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.48719050420

CAPÍTULO 21 202

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE USINAGEM DO BRUNIMENTO FLEXÍVEL NA QUALIDADE GEOMÉTRICA DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS

Leandro Carvalho Pereira

Leonardo Rosa Ribeiro da Silva

Rosenda Valdés Arencibia

Luciano José Arantes

DOI 10.22533/at.ed.48719050421

CAPÍTULO 22 210

USINAGEM ELETROQUÍMICA SUPERFICIAL EM AMOSTRAS DE FERRO FUNDIDO

Leonardo Rosa Ribeiro da Silva

Leandro Carvalho Pereira

Henara Lilian Costa

DOI 10.22533/at.ed.48719050422

SOBRE O ORGANIZADOR..... 219

DESENVOLVIMENTO DE UM INDENTADOR INSTRUMENTADO PARA MEDIÇÕES DE PROPRIEDADES ELÁSTICAS E PLÁSTICAS

Lucas dos Reis Heni Madeira

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – Minas Gerais

Vinícius Carvalho Teles

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia - Minas Gerais

Washington Martins da Silva Junior

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – Minas Gerais

RESUMO: No âmbito científico é de vital importância ter confiabilidade nos dados obtidos, para retirar conclusões verdadeiras. Neste intuito realizou-se modificações físicas e a adição de sensores ao microtribometro visando melhorar sua confiabilidade e sensibilidade na coleta de dados. Posterior a implementação destas alterações realizou-se testes de indentação instrumentada em amostras de aço e alumínio, almejando identificar o comportamento da captação de dados durante o teste de dureza. Após os testes houve o tratamento dos dados e a confecção dos gráficos de força pelo deslocamento do penetrador. As análises mostraram que houve coleta da força e do deslocamento em todos os pontos e, que a curva de carregamento apresenta o comportamento esperado, todavia as curvas de descarregamento, expressaram um comportamento não esperado. Os prováveis

problemas identificados foram a curva de calibração e a falta de rigidez da célula de carga que gerava movimentações indevidas do anteparo do sensor. A calibração foi refeita e a posição do anteparo alterada. Novos testes foram feitos e os resultados mostraram que a incoerência no comportamento das curvas foi sanada. Logo as modificações efetuadas no equipamento se mostram funcionais e úteis na melhoria dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Indentação Instrumentada, Instrumentação, Propriedades Elásticas, Propriedades Plásticas, Tribologia.

ABSTRACT: In the scientific field it is vitally important to have reliability in the data obtained, to draw true conclusions. In this purpose, physical modifications and the addition of sensors to the microtribometer were performed in order to improve their accuracy and sensitivity in data collection. After the implementation of these changes, instrumented indentation tests were carried out on steel and aluminum samples, aiming to identify the behavior of the data capture during the hardness test. After the tests, it was made the data treatment and the construction of the graphs load by indenter displacement. The analyzes showed that load and displacement were collected at all points and that the loading curve presented the expected behavior, however, the unloading

curves expressed an unexpected behavior. The problems identified were the calibration curve and the lack of load cell rigidity that caused undue sensor bulkhead movement. The calibration was redone and the position of the bulkhead changed. New tests were done and the results showed that the incoherence in the behavior of the curves was corrected. Soon the modifications made in the equipment prove functional and useful in improving the results.

KEYWORDS: Instrumented Indentation, Instrumentation, Elastic-plastic properties, Tribology.

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 indentação, 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).

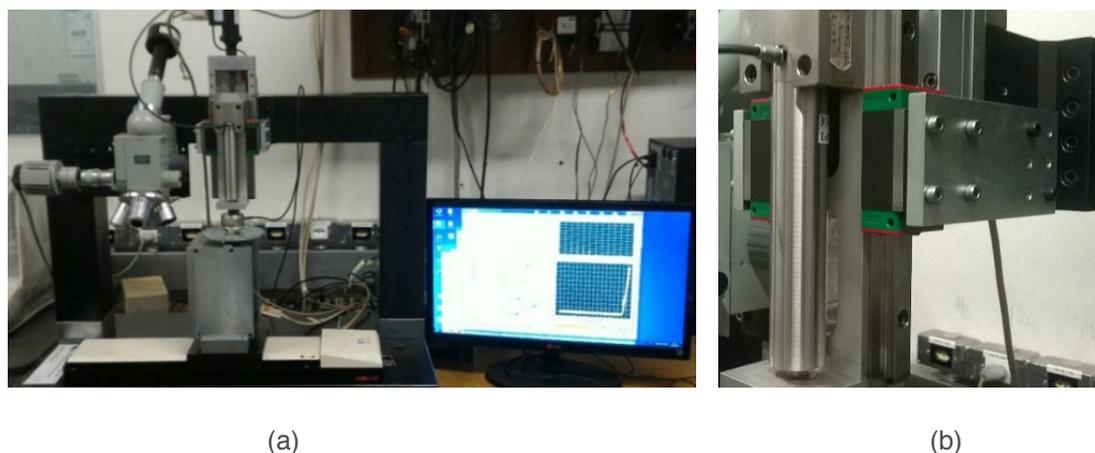


Figura 1: (a) Microtribometro instrumentado, (b) Detalhe guias, carrinhos, garras e novo PZT.

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 $120 \mu\text{m}$ com resolução de $2,4 \text{ nm}$.

A célula de carga tridimensional é analógica com fundo de escala de 120 N e resolução de $0,02 \text{ N}$ na direção Z e 40 N e resolução de $0,002 \text{ N}$ 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 $7,87 \text{ mV}/\mu\text{m}$. 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.

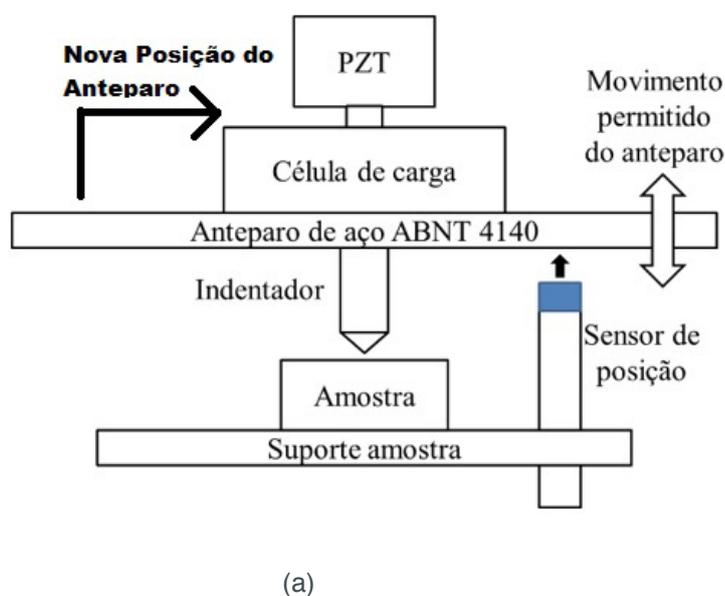


Figura 2: (a) Esquema do sistema de medição de posição, (b) montagem do sistema de medição de posição.

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 $7,87 \text{ mV}/\mu\text{m}$. 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 anteparos.

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. Este comportamento pode ser visto na figura 3, para diferentes cargas.

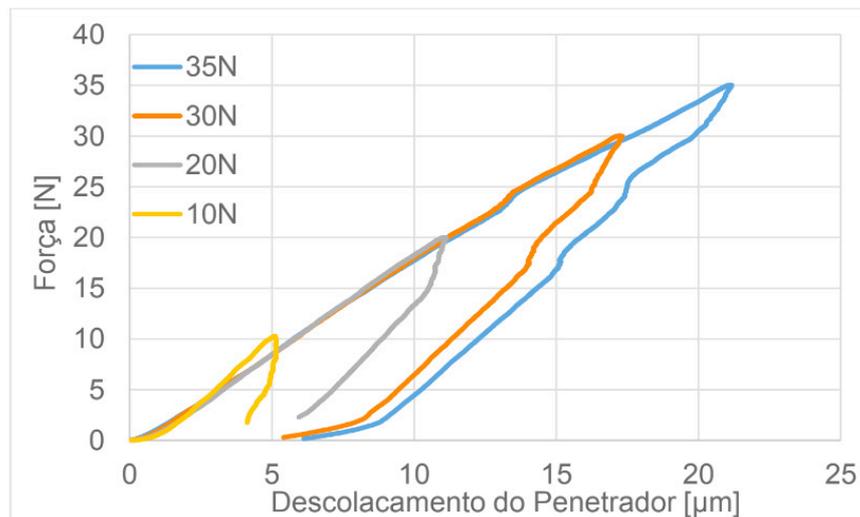


Figura 3: Força x Deslocamento do penetrador para amostra de Alumínio e anteparo de Alumínio para diferentes cargas.

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. Em ensaios realizados com a carga de 40N, 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.

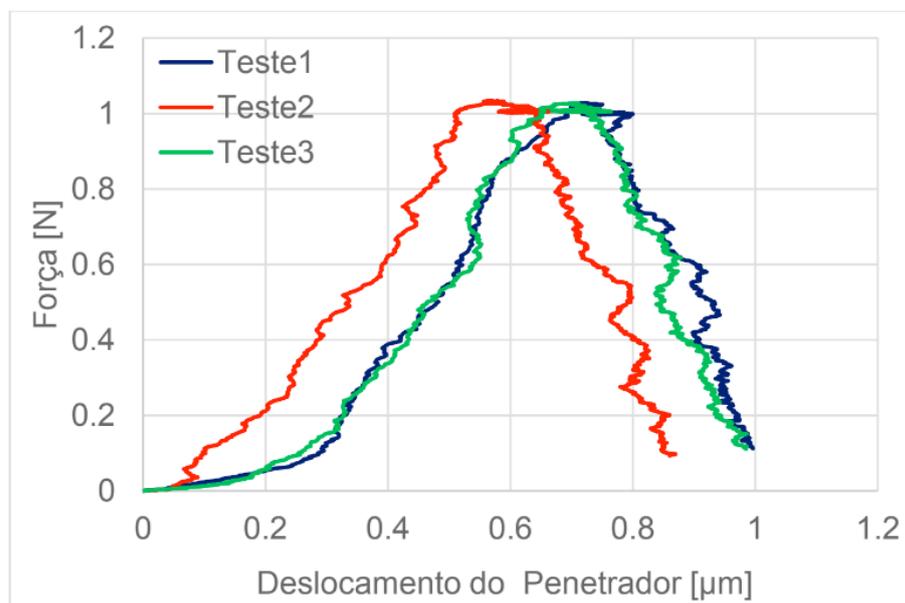


Figura 4: Força x Deslocamento do penetrador para amostra de Aço e anteparo de aço ABNT 4140.

Todavia, é possível observar que no gráfico da figura 4, a curva de descarregamento está deslocada para a direita, em relação ao ponto de máxima aplicação de força. Este comportamento sugere que, mesmo durante a retirada de carga o indetador 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.

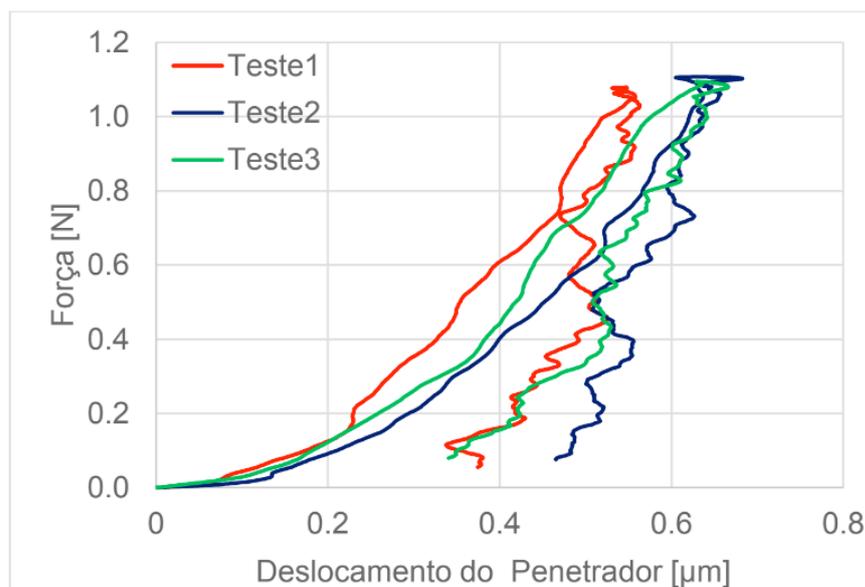


Figura 5: Força x Deslocamento do penetrador para amostra de Aço e anteparo Alumínio.

Para os gráficos da Figura 5 e da Figura 7, 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.

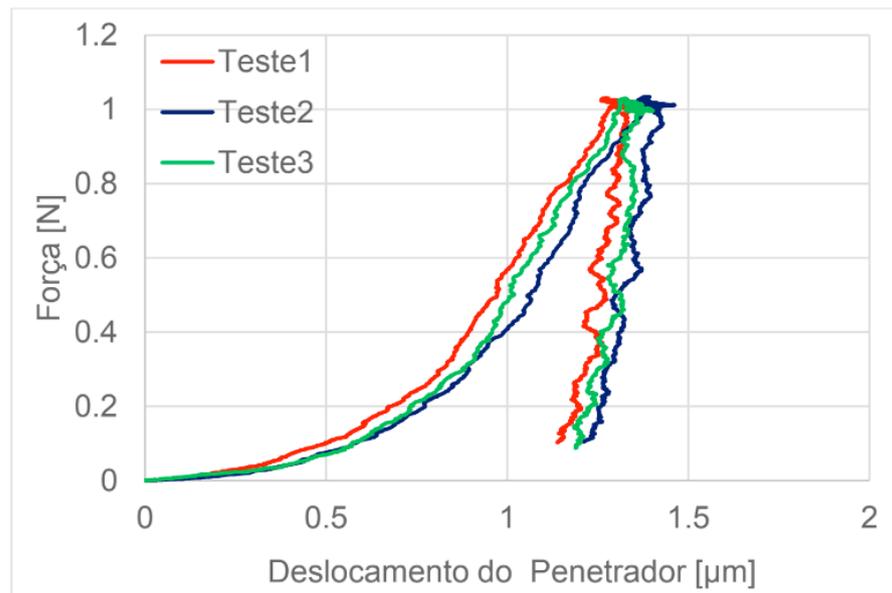


Figura 6: Força x Deslocamento do penetrador para amostra de Alumínio e anteparo de aço ABNT 4140.

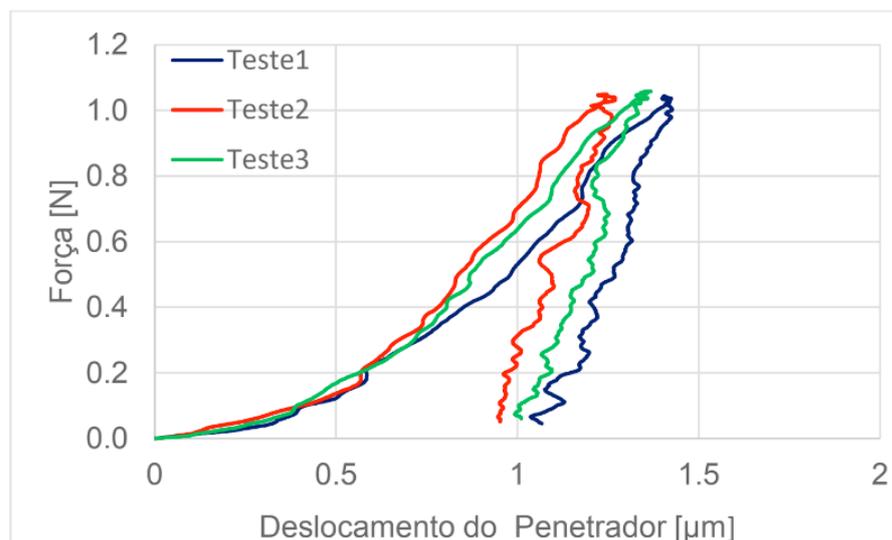


Figura 7: Força x Deslocamento do penetrador para amostra de Alumínio e anteparo Alumínio.

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.

Outro fato mostrado é o de que para cargas mais elevadas o bom comportamento das curvas também são atendidos. Contudo, verificou-se que a carga máxima para a qual é possível realizar ensaios é a carga de 35N. Acima desta carga, os critérios de segurança do equipamento são acionados e o teste é automaticamente interrompido.

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.

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.

SOBRE O ORGANIZADOR

Henrique Ajuz Holzmann - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-248-7

