



XXVIII CREEM

Congresso Nacional de Estudantes
de Engenharia Mecânica
Santa Maria - RS



XXVIII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica
09 a 13 de maio de 2022, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO E EXECUÇÃO DE EQUIPAMENTO PARA ENSAIOS MICROABRASIVOS

Ricardo Perin, ricardo.p1@aluno.ifsc.edu.br¹
Eloísa Barichello Hertz, eloisa.bh@aluno.ifsc.edu.br¹
Fernando Michelin Marques, fernando.marques@ifsc.edu.br¹
Mateus Marcon Simionato, mateus.simionato@ifsc.edu.br¹
Cristiane Benelli, crissbenelli@gmail.com¹

¹Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Av. Nereu Ramos, 3450 - D Seminário, Chapecó - SC

Resumo. *Dos tipos de desgaste, uma vertente surgida no âmbito do desgaste abrasivo refere-se à microabrasão. Diante disso, o presente trabalho busca realizar o projeto, a construção e a validação de um equipamento para realização de ensaio microabrasivo utilizando esfera rotativa sobre plano, capaz de formar uma calota de desgaste. A metodologia teve início com o desenvolvimento do desenho em software 3D, visando realizar previamente as adequações necessárias antes de executá-lo. Posteriormente, foi desenvolvido o sistema eletroeletrônico e de aquisição de dados dos esforços atuantes, testes iniciais e confecção do conjunto mecânico, e em paralelo possíveis correções. Após isso, foram obtidas amostras de aço inoxidável AISI 316L e foram realizadas sequências de testes para a validação dos resultados. Cada corpo de prova passou por sequências de testes com diferentes durações. Finalizando cada teste, foi realizada a análise de diâmetro das calotas formadas via microscopia óptica e os dados obtidos foram analisados a fim de verificar a repetibilidade dos ensaios. Entre projeto e execução, foram mínimas as alterações, porém necessárias. O aparato, dentro do que foi proposto nos objetivos, atingiu sua eficiência, gerando a calota de desgaste abrasivo com geometria esperada e demonstrando repetibilidade nos testes realizados.*

Palavras chave: *desgaste, microabrasividade, projeto mecânico.*

Abstract. *Among the types of wear, one aspect that emerged in the context of abrasive wear refers to microabrasion. Therefore, the present work seeks to carry out the design, construction and validation of an equipment for performing microabrasive testing using a rotating sphere on a plane, capable of forming a wear cap. The methodology began with the development of the design in 3D software, aiming to make the necessary adjustments before executing it. Subsequently, the electronics and data acquisition system of the active efforts, initial tests and construction of the mechanical set were developed, in parallel possible corrections. After that, samples of AISI 316L stainless steel were obtained and sequences of tests were carried out with them to validate the results. Each specimen underwent test sequences with different durations. At the end of each test, an analysis of the diameter of the formed caps was performed and the data obtained were analyzed in order to verify the repeatability of the tests. Between design and execution, the changes were minimal, but necessary. The apparatus, within what was proposed in the objectives, reached its efficiency, generating the abrasive wear cap with the expected geometry and demonstrating repeatability in the tests carried out.*

Keywords: *wear, microabrasivity, mechanic project.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a norma ASTM-G40-96, o desgaste abrasivo é definido como sendo o “desgaste devido a partículas duras ou protuberâncias duras forçadas contra e movendo-se ao longo de uma superfície sólida”. Uma vertente surgida nesse contexto refere-se à microabrasão. A diferença entre o desgaste abrasivo e microabrasivo pode ser definida pelo tamanho das partículas do material abrasivo, onde o desgaste abrasivo utiliza partículas entre 50 e 250 μm , enquanto no microabrasivo é de 3 a 6 μm . (Cozza, 2006). Existem dois princípios atualmente utilizados para construção de equipamentos de teste de microabrasividade, sendo eles esfera rotativa fixa e esfera rotativa livre. Na segunda configuração, o princípio de aplicação da força normal sobre o corpo de prova se baseia no sistema “peso-morto” (Cozza *et al.*, 2014). O presente trabalho busca realizar o projeto e a construção de um equipamento para realização de ensaio microabrasivo utilizando esfera rotativa sobre plano, capaz de formar uma calota de desgaste, posteriormente observada em microscópio, com resultados que apresentem repetibilidade após validação. O princípio de funcionamento desta máquina pode ser visualizado na figura 1.

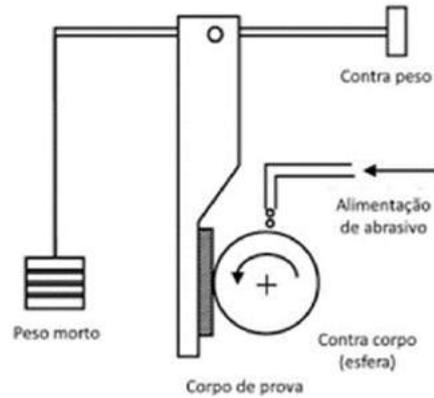


Figura 1. Aparato para teste de abrasividade

2. METODOLOGIA

A metodologia seguiu a seguinte ordem: desenvolvimento por software de desenho e projeto do equipamento, atendendo as situações reais de aplicação, desenvolvimento do sistema eletroeletrônico e aquisição de dados dos esforços atuantes, testes iniciais do conjunto mecânico, em paralelo possíveis correções, e por fim a análise de desgaste dos corpos de prova submetidos ao teste, via microscopia óptica.

2.1 Mecânica e Elétrica

O projeto em software de desenho foi desenvolvido previamente para realizar as adequações necessárias antes de executá-lo, o dimensionamento dos componentes e o planejamento do processo de fabricação. Após análise, verificou-se que o projeto atendeu os requisitos desejados, sendo assim adequado para a aplicação necessária e pode ser visualizado pela figura 2. A estrutura externa foi desenvolvida com perfis de alumínio 30 x 30 x 340 mm fixados por cantoneiras e conjuntos de parafuso e porca. Foi utilizado acrílico para o fechamento lateral, facilitando a visualização da parte interna, visto que é um equipamento de aplicação laboratorial e necessita ser didático. Posteriormente foram fabricados na fresadora os mancais utilizados para suporte dos eixos onde rotacionará a esfera. Também utilizando o processo de fresamento, foi confeccionada a torre de apoio e o pêndulo sustentado por ela no qual ficará o suporte para colocação da amostra a ser analisada. Para fabricação dos mancais, da torre e do pêndulo, o material utilizado foi o alumínio naval 6061, visto que possui uma alta resistência à corrosão e também visando a estética, limpeza e sanitização do equipamento após seu uso. Já no porta amostras e nos eixos foi utilizado o aço inoxidável AISI 410, e o processo de usinagem foi o torneamento. Após todas as peças fabricadas foi possível finalizar a mecânica da máquina, a qual é ilustrada na figura 3.

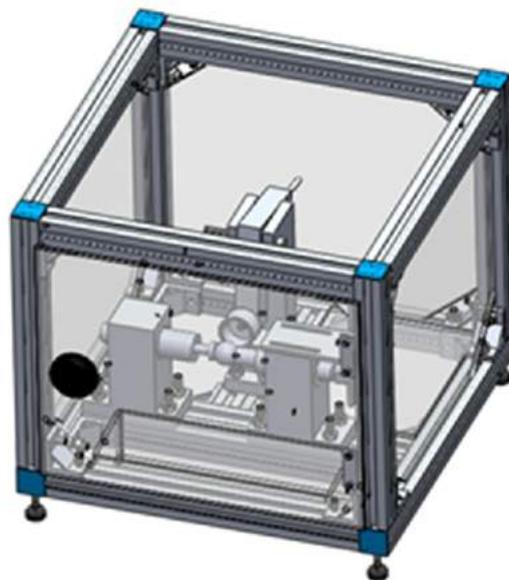


Figura 2. Finalização do projeto em software 3D

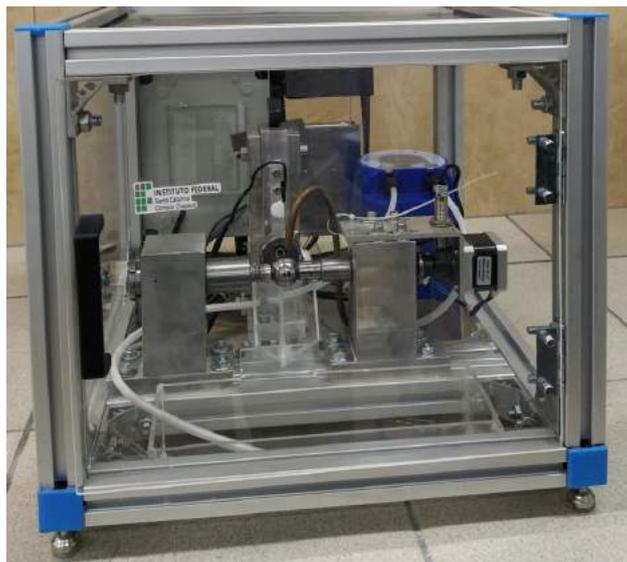


Figura 3. Finalização da montagem do equipamento

Posteriormente, foram acrescentados em um painel na parte traseira da máquina, os dispositivos e materiais elétricos necessários para o funcionamento do equipamento, sendo sua principal função o acionamento de uma bomba peristáltica, responsável pelo gotejamento de material abrasivo na área de contato entre a amostra e a esfera rotativa durante o ensaio, e o acionamento do motor de passo, que irá rotacionar o eixo no qual se encontra a esfera. O acionamento dos equipamentos foi realizado através de um Arduino Uno. No painel, há três botões, ilustrados pela figura 4, sendo que os dois primeiros, verde e vermelho, são responsáveis pelo acionamento e desligamento do motor de rotação da esfera, respectivamente. Há também um botão de liga e desliga da bomba.

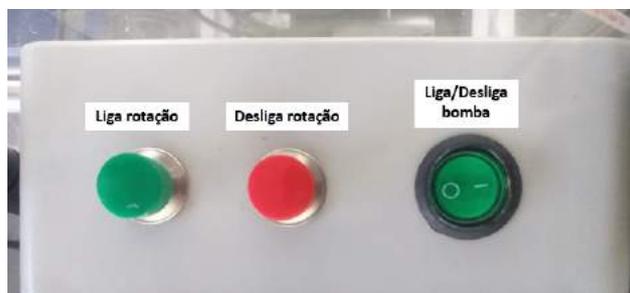


Figura 4. Acionamento dos dispositivos elétricos

2.2 Preparação das Amostras

Para validação da máquina, foi necessária a realização de sequências de testes no equipamento finalizado. O material escolhido para os corpos de prova foi o AISI 316L, um aço inoxidável da série austenítica com elevada resistência à corrosão (Da Silva *et al.*, 2014). Foram confeccionadas quatro amostras por torneamento externo cilíndrico e as dimensões foram padronizadas conforme demonstra imagem 5. Após a fabricação, as amostras foram lixadas, com lixas d'água na qual a granulometria iniciou em 80 e foi até 1200 mesh e por fim polidas em pano com gotejamento de alumina.

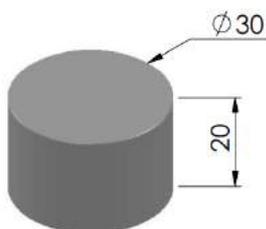


Figura 5. Amostra de aço inoxidável AISI 316L

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a conclusão da fabricação e montagem da máquina, havia a necessidade de verificar a repetibilidade dos testes de microabrasão para validação dos resultados, verificando a variação entre eles. O teste consiste na colocação de uma amostra no suporte, que ficará fixa, e esta terá sua face em contato com uma esfera de aço cromo AISI 52100 rotacionando em 100 rpm com variação registrada de ± 1 rpm. Na interface amostra/esfera, há o gotejamento de um material abrasivo, sendo utilizado neste caso o óxido de alumínio, conhecido como alumina, com gramatura de $4 \mu\text{m}$, o qual possui fluxo ajustável por uma bomba peristáltica. A escolha da gramatura foi baseada no tamanho de partícula utilizada no trabalho de Cozza (2006), visto que a faixa considerada para desgaste microabrasivo é de partículas entre 3 e $6 \mu\text{m}$. Cada ciclo de teste possui duração total de uma hora (60 minutos), sendo realizado em três etapas diferentes, na qual a única diferença entre elas é a duração. Em primeiro momento, o teste possui duração de 10 minutos, decorrido esse tempo, a amostra é rotacionada em sentido anti-horário para que mude a área de contato com a esfera, e após essa alteração a esfera rotaciona sob a amostra por 20 minutos. Para finalizar, a amostra é rotacionada novamente em sentido anti-horário para alterar a região do teste e desta vez a duração é de 30 minutos.

Após a finalização de um ciclo foi feita a análise microscópica da amostra com uma lente de aumento de 40X e através do software S-EYE foi possível verificar o diâmetro da calota, em mm, formada em cada uma das três etapas (10, 20 e 30 minutos). Entre um ciclo e outro, é necessário lixar novamente a amostra em lixas com gramatura 1200 mesh e realizar o polimento. Foram realizados quatro ciclos completos com cada uma das quatro amostras. Após isso, foi calculada a média e o desvio padrão dos resultados, que é apresentado na tabela 1. Na figura 6, pode-se visualizar a imagem analisada em microscópio da calota formada com seu respectivo diâmetro após um ensaio de 30 minutos.

Tabela 1. Diâmetro da calota formada conforme duração do teste por amostra

Duração	10 minutos	20 minutos	30 minutos
Média	$0,323 \pm 0,0541$ mm	$0,386 \pm 0,0431$ mm	$0,464 \pm 0,0227$ mm

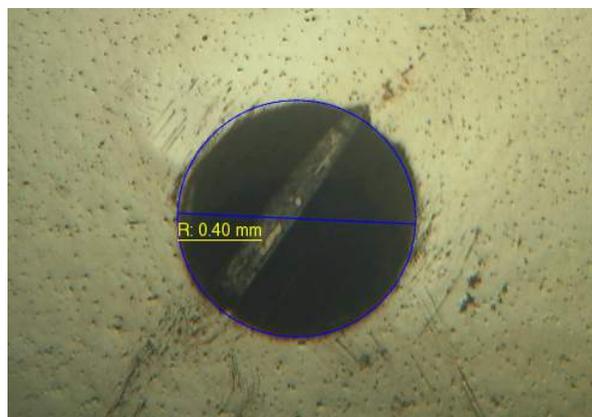


Figura 6. Análise microscópica de amostra após ensaio de 30 minutos

4. CONCLUSÕES

Entre projeto e execução, as alterações foram mínimas, porém necessárias, principalmente pela limitação de recursos disponíveis na etapa de fabricação do equipamento. O aparato, dentro do que foi proposto nos objetivos, atingiu sua eficiência, gerando a calota de desgaste abrasivo com geometria desejada e demonstrando repetibilidade dos testes realizados.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Santa Catarina câmpus Chapecó

6. REFERÊNCIAS

- ASTM-G40-96, ??? “Standard terminology relating to wear and erosion”.
- Cozza, R.C., 2006. *Estudo do comportamento do coeficiente de desgaste e dos modos de desgaste abrasivo em ensaios de desgaste micro-abrasivo*. Master’s thesis, Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Cozza, R.C., Suzuki, R.d.S. and Schon, C.G., 2014. “Projeto, construção e validação de um equipamento de ensaio de desgaste micro-abrasivo por esfera rotativa livre para a medição do coeficiente de atrito”. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, Vol. 11, No. 2, pp. 117–124.

Da Silva, J.a.P., Scandian, C. and Júnior, A.R.F., 2014. “Mapas de desgaste microabrasivo do aço inoxidável austenítico aisi 316l: uma comparativa de superfícies não nitretadas e nitretadas a plasma”.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.