

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TRIBOLÓGICO ENTRE UM EIXO DE AÇO E O SUBSTRATO DE UM MANCAL DE DESLIZAMENTO REVESTIDO COM BABBITT ATRAVÉS DO DESLIZAMENTO METAL-METAL DO AÇO ABNT 1045

Rafael Martins Ribeiro, rafael.ribeiro@ifmg.edu.br^{1,2}
Marcelo Araujo Camara, marcelocamara@demec.ufmg.br¹

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte MG, CEP: 31.270-901.

² Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ipatinga - Av. João Valentim Pascoal, s/nº, Centro, Ipatinga MG, CEP: 35160-002.

Resumo: Mancais de deslizamento revestidos com Babbitt trabalham em contato com eixos de aço que por possuírem maior dureza que as ligas de Babbitt utilizadas, provocam desgaste nas mesmas, o que é preferível devido ao maior custo de fabricação dos eixos. Este desgaste, porém, deve ser controlado de forma tal que ele não alcance uma profundidade maior do que a espessura utilizada para o revestimento, pois desta forma haveria o contato entre o eixo e o substrato do mancal, sendo esta situação muito indesejável uma vez que os substratos de mancais de deslizamento na maioria das vezes também são fabricados de aço, o que provocaria um aumento considerável do desgaste do eixo em virtude da maior dureza do substrato em relação à liga de revestimento e devido a maior compatibilidade metalúrgica existente entre estes materiais (eixo e substrato). Portanto, o trabalho apresentado visa simular através de ensaios de pino sobre disco, um possível contato entre eixo e substrato de um mancal de deslizamento revestido com Babbitt. Para tanto foram utilizados pinos e discos fabricados de aço ABNT 1045 e foram variados alguns parâmetros nos ensaios. Os resultados mostraram que houve maior perda de massa quando se utilizou menor rugosidade no disco e que a perda de massa foi menor com o aumento da velocidade de deslizamento e com a redução da carga normal. Foi possível observar também os mecanismos de desgaste ocorridos em cada caso e o aspecto inicial das curvas de coeficiente de atrito por tempo (running-in).

Palavras-chave: Babbitt, Aço, Profundidade de desgaste, Compatibilidade metalúrgica, Pino sobre disco

1. INTRODUÇÃO

O Babbitt, também conhecido como metal patente ou metal branco, foi patenteado por Isaac Babbitt em 1839, na sua fórmula original composta por 89 %Sn, 9 %Sb e 2 %Cu (Carreteiro e Belmiro, 2006). Hoje em dia além das ligas à base de estanho (como a composição original, por exemplo) existem ligas à base de chumbo, sendo que as ligas à base de estanho mesmo sendo mais caras são as mais utilizadas em função das suas características como boa resistência à corrosão, fácil ligação e pequena tendência à segregação (Valeeva et. al., 2017; Lashin et. al., 2013; Zeren et. al., 2007; Ishihara et. al., 2010).

O metal branco é uma liga heterogênea, composta por uma matriz macia (fase α) que é uma solução sólida de antimônio e cobre em estanho, e duas outras fases formadas por compostos intermetálicos mais duros que a matriz (Valeeva et. al., 2017 e Lashin et. al., 2013). Sendo uma destas a fase β formada por estanho e antimônio, e na terceira fase, que pode variar em formato (estrelas ou agulhas) de acordo com a composição química e a quantidade presente de cada elemento na liga, podem estar presentes, por exemplo, cobre e estanho (Valeeva et. al., 2017 e Valeeva et. al., 2015).

Esta liga, por ter excelentes propriedades quando sujeitada ao atrito (Valeeva et. al., 2017 e Valeeva et. al., 2015), é muito utilizada em mancais de deslizamento que trabalham tanto com lubrificação hidrostática quanto com lubrificação hidrodinâmica, de forma que haja uma película de lubrificante com uma espessura adequada separando o eixo do revestimento do mancal, com o intuito de diminuir o coeficiente e a força de atrito, e também, a taxa de desgaste. Porém, em algumas situações como na partida e na parada de equipamentos, em trabalhos com baixa velocidade ou com alta carga, ou em condições impróprias de lubrificação, pode ocorrer lubrificação limítrofe, ou até mesmo deslizamento com atrito à seco, o que é prejudicial tanto para o eixo quanto para o revestimento. Isto ilustra a condição mais severa

de trabalho deste material e deve ser evitada (Valeeva et. al., 2017; Lashin et. al., 2013; Zeren et. al., 2007 e Ishihara, 2010).

Um parâmetro importante a ser avaliado quando se trata de materiais para serem utilizados como eixos e mancais de deslizamento, é a rugosidade. Tanto a rugosidade do eixo deve possuir valores adequados para se evitar o desgaste do mancal (Lashin et. al., 2013), quanto o substrato e o revestimento do mancal também devem ter. Para eixos que trabalham em contato com mancais revestidos com Babbitt, é indicada uma rugosidade variando entre 0,25 a 0,30 μm e uma dureza de 150 a 200 HB (Norton, 2013). O substrato deve possuir uma rugosidade adequada, com o intuito de permitir uma melhor aderência e evitar a soltura do revestimento. Por isso valores de rugosidade variados são utilizados de acordo com o processo de revestimento selecionado e de acordo com a carga que será imposta em trabalho. Ensaio de cisalhamento podem ser realizados para garantir a segurança em serviço (Alcover Junior, 2017 e Miranda, 2015). Da mesma forma o revestimento deve ter ajustado o seu valor de rugosidade, pois este influencia diretamente no comportamento tribológico dos materiais em contato. Lashin et al. (2013), consideram um revestimento cujo a sua superfície tenha menor rugosidade como melhor para aplicações em mancais. Porém, para Norton (2013) e Hutchings (1992), a rugosidade provoca um aumento da taxa de desgaste e do coeficiente e da força de atrito quando esta aparece com valores muito baixos ou muito altos, exigindo assim que se busque um valor intermediário aceitável de acordo com os parâmetros de carga normal e velocidade de deslizamento utilizados.

De acordo com a equação de desgaste de Archard (Valeeva, 2015; Norton, 2013 e Hutchings, 1992) a relação entre a dureza do material e o seu desgaste são inversamente proporcionais, enquanto a relação entre a carga normal exercida e o desgaste apresentado são diretamente proporcionais, conforme pode ser visto na Eq. (1).

$$\frac{m}{\rho \cdot l} = \frac{K \cdot F}{H} \quad (1)$$

Onde:

m: Perda de massa

ρ : massa específica do material

l: Distância deslizada

K: coeficiente de desgaste do material

F: carga normal

H: dureza

A Equação (1) pode ser reescrita em função da profundidade de desgaste, uma vez que muitas vezes o volume de material desgastado é verificado em função da profundidade de desgaste e este se apresenta como de maior interesse na área de engenharia (Norton, 2013). Esta representação esta na Eq. (2).

$$p = \frac{K \cdot F \cdot l}{H \cdot A} \quad (2)$$

Onde:

p: Profundidade de desgaste

K: coeficiente de desgaste do material

F: carga normal

l: Distância deslizada

H: dureza

A: Área aparente de contato

No caso de mancais revestidos com Babbitt se torna interesse verificar o desgaste pela profundidade, pois as espessuras de revestimento utilizadas em alguns casos são muito pequenas, podendo até mesmo possibilitar o contato do eixo com o substrato do mancal, em função de uma profundidade de desgaste superior à espessura do revestimento.

A espessura do revestimento deve ser definida em função da carga compressiva aplicada, sendo que quanto maior a carga, menor deve ser o revestimento, e para cargas menores, o revestimento pode ser mais espesso. Isso se aplica pelo fato do substrato ser o material de maior resistência mecânica e dureza, sendo assim o responsável por suportar estas cargas normais (Hutchings, 1992). Existem casos de aplicações de revestimentos de Babbitt desde camadas muito finas de aproximadamente 50 μm a camadas relativamente mais espessas de cerca de 1 mm. Aplicações com Babbitt com espessuras de revestimento superiores a 0,4 mm que suportam trabalhar com pressões de contato de até 35 kgf/cm^2 , com velocidades de deslizamento que atingem cerca de 2,5 m/s já foram realizadas (Carreteiro e Moura, 1998). Ji e Chen (2016), encontraram profundidades de desgaste de 70 e 200 μm em ensaios de deslizamento realizados com Babbitt, o que são valores que podem ultrapassar determinadas espessuras utilizadas e provocar o contato entre o eixo e o substrato do mancal.

Norton (2013), afirma que o Babbitt geralmente é utilizado aplicado a um substrato de material mais resistente que ele, sendo geralmente utilizado o aço. Hutchings (1992), exibe uma microestrutura típica de uma liga de metal branco à base de estanho aplicada sobre um substrato de aço.

A compatibilidade metalúrgica é um fator a ser observado na definição de materiais que trabalharão em contato, de forma que materiais compatíveis ou idênticos não devem trabalhar em conjunto no atrito à seco. Deve-se sempre procurar a combinação de materiais incompatíveis ou parcialmente incompatíveis para trabalhar em conjunto (Norton, 2013).

As ligas de metal branco geralmente são selecionadas preferencialmente como materiais de mancais deslizantes, porque além de apresentar uma alta capacidade de incorporação de partículas geradas no atrito (o que reduz o desgaste do eixo), elas são incompatíveis metalurgicamente com o material de fabricação de eixos rotativos, que geralmente são de aço com baixo teor de carbono (Zeren et. al., 2007 e Norton, 2013).

Zeren et. al. (2007), encontraram um aumento do coeficiente de atrito com o aumento da carga normal em um ensaio envolvendo Babbitt. Ishihara et. al. (2010), notaram um aumento da taxa de desgaste com o aumento da carga normal compressiva.

Ji e Chen (2016), verificaram uma taxa de desgaste de $7,6 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{N.m}$ em um ensaio envolvendo o contato deslizante de uma esfera de aço contra Babbitt a uma velocidade de deslizamento de 0,5 m/s, enquanto Zeren et. al. (2007), verificaram a perda de massa em função da distância deslizada e encontraram o valor de $4,28 \times 10^{-5} \text{ g/m}$, quando aplicada uma carga de 115 N em um corpo de prova de Babbitt.

Portanto, este trabalho tem como objetivo simular o contato tribológico entre o eixo e o substrato de um mancal de deslizamento revestido com Babbitt, e comparar os resultados encontrados com aqueles observados em ensaios envolvendo o atrito deslizante entre aço e Babbitt. O contato de aço com aço pode ocorrer nos mancais de deslizamento caso a profundidade de desgaste no revestimento do mancal ultrapasse a espessura da camada revestida.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foi realizado ensaio de pino sobre disco, conforme norma ASTM G-99 através do tribômetro Micro Test – modelo MT/60/Ni, Fig. (1). Os pinos e discos foram fabricados de aço ABNT 1045, sendo que o pino foi devidamente preparado por processo de retífica e polimento, visando alcançar a rugosidade adequada, e os discos foram lixados e polidos por uma politriz semi-automática.



Figura 1. Tribômetro Micro Test MT/60/Ni.

Os discos foram deixados em três valores de rugosidade distintos, simulando diferentes preparações superficiais de substratos de mancais. Estes valores foram mensurados por um rugosímetro portátil Insize ISR16 Fig. (2) e registraram valores de rugosidade conforme exibido na Tab. (1).



Figura 2. Rugosímetro Portátil Insize ISR 16.

A dureza dos discos foi verificada pelo durômetro Insize ISH-R150, Fig. (3a), sendo aplicada uma carga total de 100 kgf, utilizando-se uma esfera de metal duro de 1/16" de diâmetro, durante 6 segundos (conforme norma ABNT 6508-1). Foi registrada uma dureza de 188 HB, estando dentro do valor esperado para o material utilizado.

Foi realizada a limpeza adequada dos pinos e dos discos com o uso de acetona antes dos ensaios, e para a verificação da perda de massa dos mesmos durante o ensaio e consequentemente, do volume desgastado por distância deslizada, foi utilizada uma balança analítica Shimadzu AX200, com resolução de 0,0001 g e faixa de operação de 0,01 a 200 g, que é exibida na Fig. (3b).



(a)



(b)

Figura 3. (a) Durômetro Insize ISH-R150 e (b) Balança Analítica Marte AY220.

Foram realizados cinco ensaios à seco, por ser a pior condição possível e porque esta condição ocorre em alguns momentos do trabalho de mancais de deslizamento, e também pode ocorrer em mancais hidrodinâmicos com desgaste acentuado ao ponto do eixo ter contato com o substrato. Três destes ensaios utilizaram uma carga normal de 10 N e uma velocidade de 0,65 m/s, variando-se somente os discos, com o objetivo de verificar a influência dos aspectos superficiais obtidos na preparação dos mesmos. E os outros dois ensaios foram realizados no disco que obteve uma rugosidade intermediária, de forma que no primeiro destes dois ensaios foram mantidos os outros parâmetros e foi variada a carga (reduzida de 10 para 5 N) e no segundo deles foi aumentada a velocidade (de 0,65 para 1,13 m/s). O objetivo era verificar a influência destes dois parâmetros nos resultados apresentados e os parâmetros de cada ensaio podem ser verificados na Tab. (1).

Foram comparados os valores registrados em ensaios realizados por outros pesquisadores envolvendo o contato de pinos de aço com Babbitt, com os valores encontrados neste estudo em que o contato é realizado entre pinos e discos de aço ABNT 1045.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como eixo e o substrato são constituídos do mesmo material (aço) é esperado um resultado relativamente pior em relação ao contato de aço com Babbitt.

Os valores registrados referentes à taxa de desgaste, o coeficiente de atrito e a força de atrito são exibidos para todos os 5 ensaios realizados, assim como o aspecto das superfícies dos discos após os ensaios e uma análise do aspecto inicial das curvas do coeficiente de atrito em função do tempo de ensaio de alguns dos ensaios, o que é conhecido como running-in.

Tabela 1. Parâmetros utilizados para os ensaios.

Ensaio	Carga Normal (N)	Velocidade deslizamento (m/s)	Rugosidade Ra do disco (μm)
Ensaio 1	10	0,65	0,31
Ensaio 2	10	0,65	0,65
Ensaio 3	10	0,65	3,37
Ensaio 4	5	0,65	0,65
Ensaio 5	10	1,13	0,65

A taxa de desgaste encontrada nos ensaios pode ser verificada na Fig. (4). Ela foi exibida como a perda de massa em função da distância deslizada, e nela pode-se perceber que a maior perda de massa foi encontrada no ensaio 1, sendo este o ensaio realizado no disco que possui menor rugosidade, o que é indicativo de grande adesão. Comparando-se o ensaio 2, aos ensaios 4 e 5, nota-se que ele obteve uma maior perda de massa, o que indica que mantendo-se os outros

parâmetros e reduzindo-se a carga normal ou aumentando-se a velocidade de deslizamento, a taxa de desgaste tende a diminuir, sendo que a influência do aumento da velocidade foi maior na redução da taxa de desgaste. A redução do desgaste tendo relação direta com a redução da carga segue aquilo que é estabelecido pela equação de Archard.

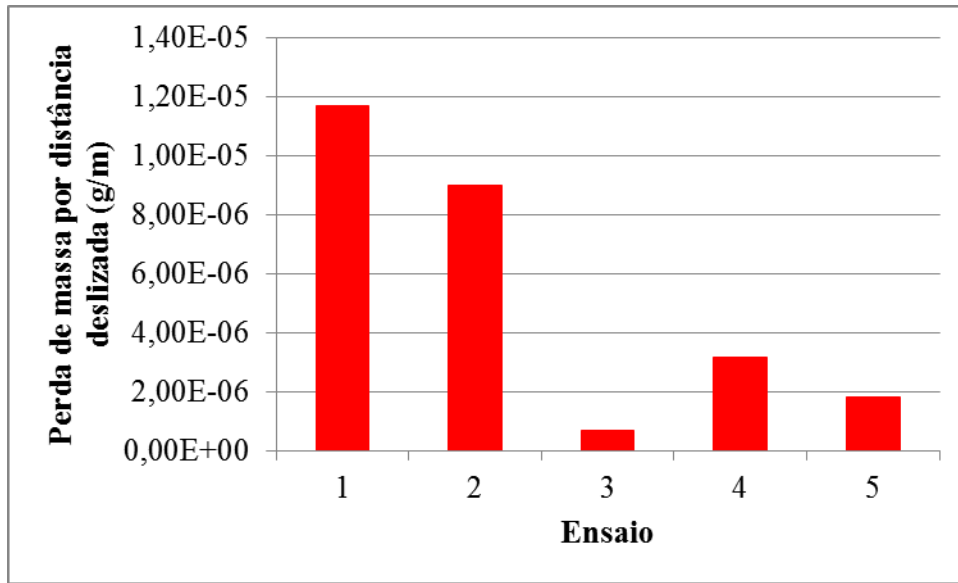


Figura 4. Perda de massa por distância deslizada nos ensaios 1, 2, 3, 4 e 5.

O ensaio 3 apresentou a menor perda de massa de todos os ensaios, isto se deve ao fato de haver uma espessa camada de óxido na superfície do disco, oriunda do processo de fabricação da chapa utilizada para confecção das amostras e que não foi removida devidamente na preparação do material para os ensaios, o que provocou uma dureza relativamente alta da superfície e influenciou nos resultados obtidos.

As Figuras (5) e (6) trazem os resultados do coeficiente e da força de atrito, respectivamente. Para os ensaios 1 e 2, que se diferenciam somente pela rugosidade dos discos, os valores tanto de coeficiente de atrito quanto de força de atrito foram praticamente idênticos, porém, como pode ser visto na Fig. (4) a perda de massa por distância deslizada no ensaio 1 foi maior do que no ensaio 2. O que sugere que a rugosidade não tem grande influência nos dois primeiros parâmetros nesta faixa de rugosidade para o aço ABNT 1045, mas influencia no desgaste.

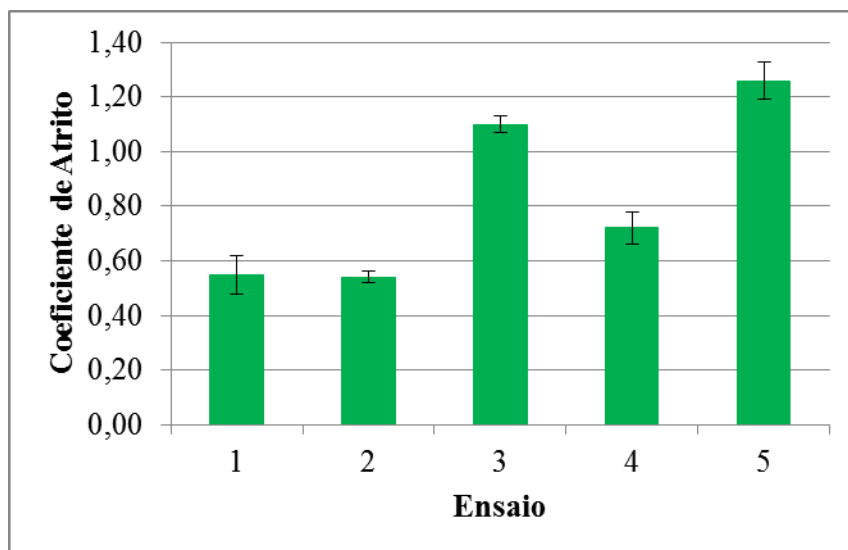


Figura 5. Coeficiente de atrito para os ensaios 1, 2, 3, 4 e 5.

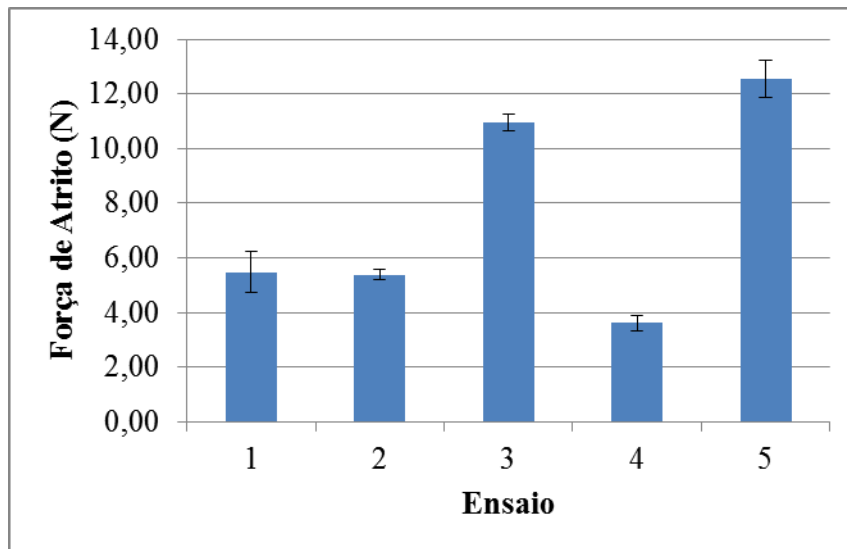


Figura 6. Força de atrito para os ensaios 1, 2, 3, 4 e 5.

O ensaio 3 apresentou valores relativamente altos de coeficiente de atrito e de força de atrito apesar de ter exibido baixíssimo valor de perda de massa. No 4º ensaio é possível perceber que quando reduzida a carga normal, houve redução da força de atrito conforme a 1ª lei de atrito de Coulomb sugere (Norton, 2013 e Hutchings, 1992). A perda de massa também reduziu, conforme já dito anteriormente.

No ensaio 5, no qual foi aumentada a velocidade de deslizamento em relação ao ensaio 2, houve o aumento do coeficiente de atrito e da força de atrito. Contrariando a redução observada na perda de massa.

As microscopias dos 5 pinos utilizados nos ensaios são exibidas na Fig. (7) e possibilita perceber o aspecto das superfícies desgastadas após a realização dos ensaios tribológicos.

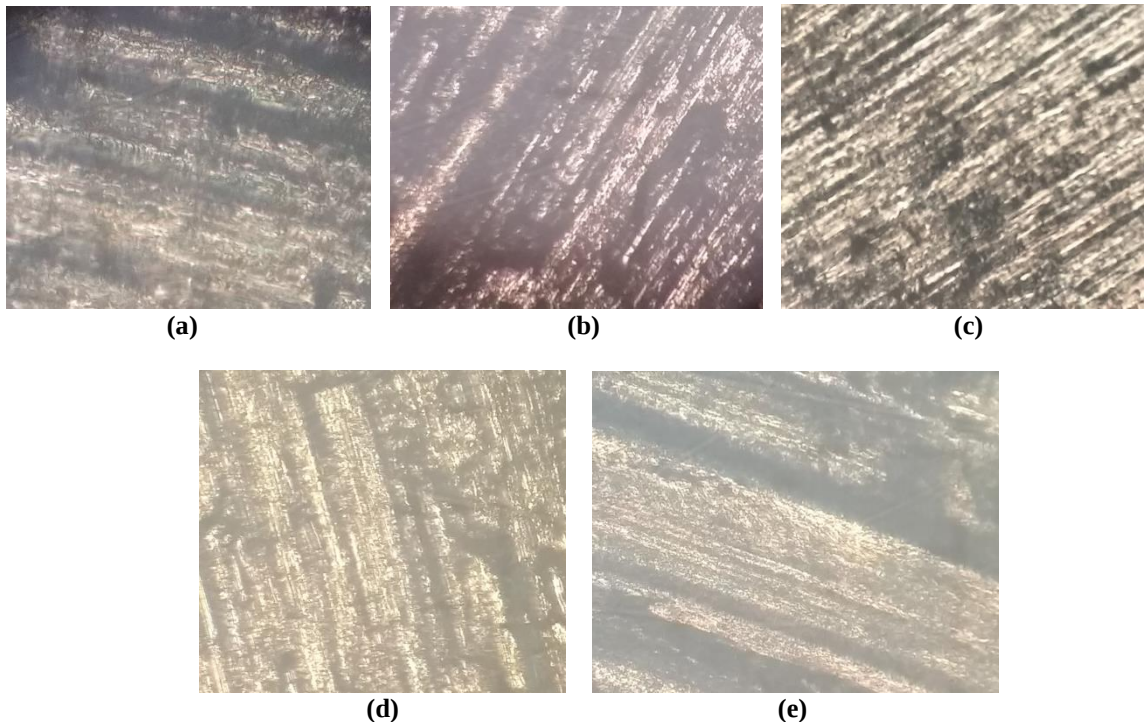


Figura 7. Microscopia dos pinos (a) Pino 1, (b) Pino 2, (c) Pino 3, (d) Pino 4, (e) Pino 5.

Nota-se os mecanismos de desgaste adesivo e abrasivo nas superfícies, sendo que os pinos 1 e 2 têm aspectos bem semelhantes, exibindo tanto riscos de abrasão, quanto um sulcamento relativamente leve, oriundo de forças adesivas. O pino 1 apresentou predominantemente adesão e o 2 exibiu sulcos um pouco maiores, possivelmente devido a sua maior rugosidade que possibilitou deformação plástica severa dos picos, porém menor adesão e consequentemente, menor desgaste. No pino 3 percebe-se a predominância do mecanismo de desgaste abrasivo devido a grande presença de óxidos na superfície do disco. Enquanto que nos pinos 4 e 5 percebe-se novamente tanto adesão quanto abrasão, sendo

que o ensaio 5 apesar de ter apresentado a menor perda de massa por distância deslizada de todos os ensaios realizados, exibiu na sua microscopia sulcos relativamente grandes que provavelmente são oriundos de uma maior deformação plástica pelo aumento da temperatura.

O running-in pode ser visualizado através das Fig. (8), (9) e (10) para os ensaios 1, 2 e 3, respectivamente. Os gráficos mostram o comportamento inicial da variação do coeficiente de atrito em função do tempo percorrido de ensaio até a estabilização do mesmo. O running-in dos ensaios 1 e 2 são bem parecidos e indicam um coeficiente de atrito crescente linearmente com o tempo até uma total estabilização. Este comportamento é esperado em superfícies que contém uma leve camada contaminante agindo como lubrificante e que é rompida algum tempo depois do início do ensaio (isto é bem comum em ensaios realizados à seco na presença de oxigênio). Por sua vez o ensaio 3 exibe um aspecto diferente, de forma que no final do running-in a curva tem um leve declive para posteriormente haver uma estabilização. O que acontece no ensaio 3 é frequentemente observado em superfícies metálicas oxidadas e não lubrificadas, o que endossa o fato da existência de uma camada de óxido considerável sob a superfície de contato (Blau, 2009).

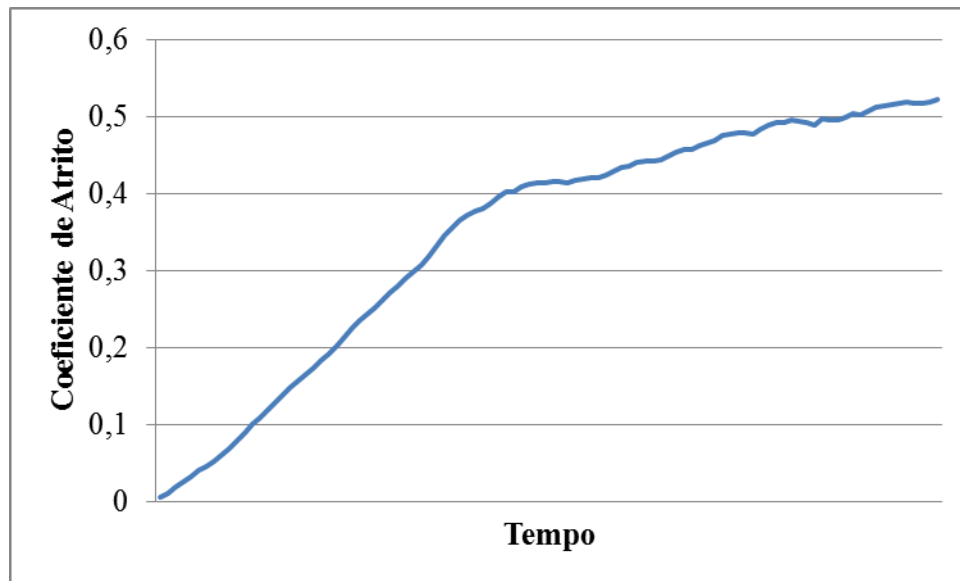


Figura 8. Running-in do ensaio 1.

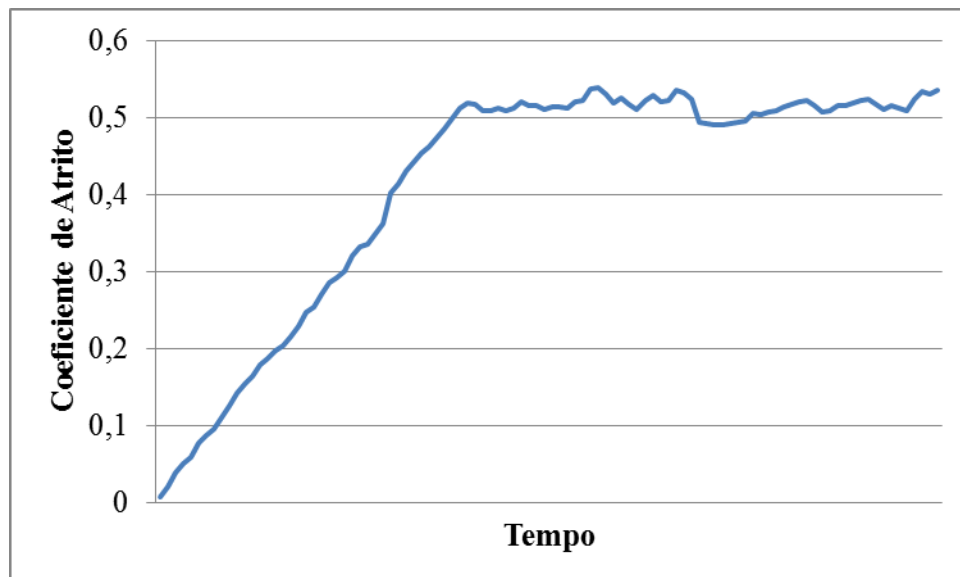


Figura 9. Running-in do ensaio 2.

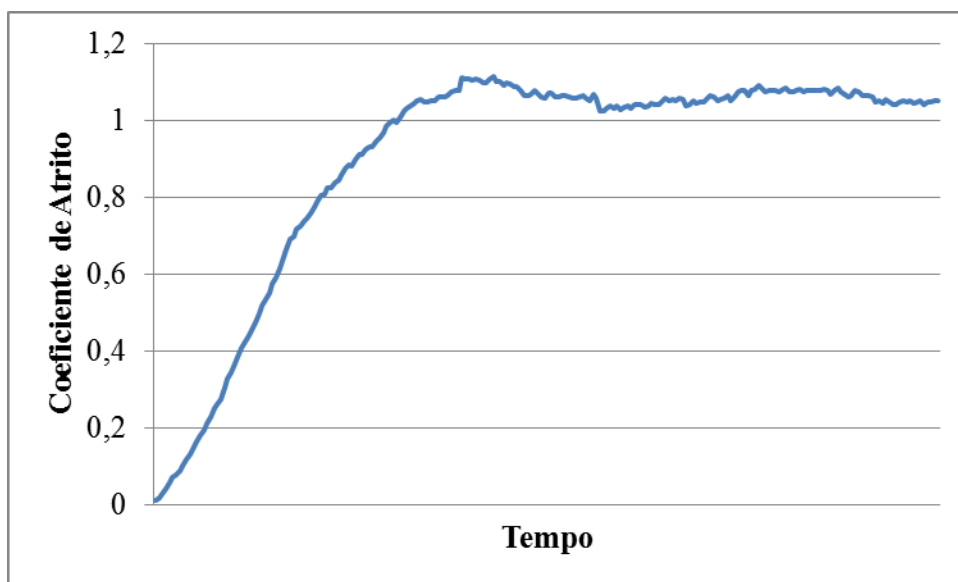


Figura 10. Running-in do ensaio 3.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir após a análise dos resultados apresentados que:

- O ensaio que utilizou o disco com menor rugosidade apresentou a maior perda de massa por distância deslizada.
- A taxa de desgaste reduziu aproximadamente 65 % e 80 % com a redução da carga normal compressiva e com o aumento da velocidade, respectivamente. Sendo que a relação entre desgaste e carga normal seguiu a equação de Archard.
- A camada de óxido presente na superfície do disco 3 permitiu a ele a menor taxa de desgaste.
- A rugosidade não influenciou no coeficiente e na força de atrito para as rugosidades de 0,31 e 0,65 μm do aço ABNT 1045, mas influenciou no desgaste.
- A redução da carga normal causou a redução da força de atrito, conforme a 1ª lei de atrito de Coulomb.
- Foi verificada uma combinação de desgaste abrasivo e adesivo em todos os pinos, exceto no pino 3, que apresentou um desgaste predominantemente abrasivo devido a camada de óxidos e no pino 1 que obteve um desgaste predominantemente adesivo em consequência de sua baixa rugosidade.
- O pino 2 apresentou um sulcamento maior que o pino 1 por causa da sua maior rugosidade e o pino 5 exibiu sulcos ainda maiores em virtude do aumento da temperatura ocorrido pelo aumento da velocidade e que gerou uma maior deformação plástica.
- A análise do running-in dos ensaios 1, 2 e 3 permitiu perceber o estado das superfícies dos discos. Sendo que os discos 1 e 2 continham inicialmente uma leve camada contaminante agindo como uma espécie de lubrificante e o disco 3 foi caracterizado como uma superfície metálica oxidada e não lubrificada, o que condiz com a realidade.

Por fim conclui-se que a possibilidade de profundidades de desgaste superiores à espessura de revestimentos de Babbitt utilizados em mancais de deslizamento é prejudicial ao funcionamento dos equipamentos, pois modifica as características tribológicas do contato entre os materiais, no que diz respeito à coeficiente de atrito, força de atrito e taxa de desgaste. Isso ocorre principalmente pelo fato de substrato e eixo serem materiais metalurgicamente compatíveis, sendo uma situação contrária à relação existente entre eixo e Babbitt.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Escola de Engenharia da UFMG e aos alunos do PPGMEC, Douglas d'Auriol e Vinícius Melo Cangussu, pelo apoio na realização dos ensaios. E a Faculdade Pitágoras de Ipatinga e ao laboratorista e aluno de graduação Maxsuel Silva Paula, pelo apoio na preparação dos materiais para serem ensaiados.

6. REFERÊNCIAS

- Alcover Junior, P. R. C., 2017, "Microestrutura, propriedades mecânicas e tribológicas de metal patente depositado por aspersão térmica", Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa.
- Blau, P. J., 2009, "Friction science and technology: from concepts to applications", Society of Tribologists and Lubrication Engineers, 2 ed., New York, United States, 420 p.

- Carreteiro, R.P., Belmiro, P.N.A., 2006, "Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás: Lubrificantes & lubrificação industrial", Ed. Interciência, 1 ed., Rio de Janeiro, Brasil, 504 p.
- Carreteiro, R.P., Moura, C.R.S., 1998, "Lubrificantes e Lubrificação", Ed. Makron Books, 1 ed., São Paulo, Brasil, 493 p.
- Hutchings, I.M., 1992, "Tribology: Friction and wear of engineering materials", Holder Headline Group, London, England, 271 p.
- Ishihara, S., Tamura, K., Goshima, T., 2010, "Effect of amount of antimony on sliding wear resistance of white metal", Tribology International, 43, 935–938.
- Ji, X., Chen Y., 2016, "Tribological Behavior of Babbitt Alloy Rubbing Against Si3N4 and Steel Under Dry Friction Condition", Journal of Materials Engineering and Performance, 25, 750–755.
- Lashin, A. R., Mossa, M., El-Bediwi, A., Kamal M., 2013, "Study of some physical properties of the rapidly solidified Sn–Sb–Cu–Zn alloys", Materials and Design, 43, 322–326.
- Miranda, E.C. et al, 2015, "Avaliação do Uso do Tecimento sobre o Nível de Diluição e Geometria do Cordão de Solda na Soldagem TIG com Alimentação Automática de Arame Frio", Soldagem & Inspeção, 20(2), p. 180-190.
- Norton, R.L., "Projeto de máquinas: uma abordagem integrada", 2013, Bookman, 4 ed., Porto Alegre, Brasil, 1028 p.
- Valeeva, A.K., Valeev, I.S., Fazlyakhmetov, R.F., 2017, "On the Wear Rate of an Sn11Sb5.5Cu Babbitt", Journal of Friction and Wear, Vol. 38, No. 1, pp. 53–57.
- Valeeva, A.K., Valeev, I.S., Fazlyakhmetov, R.F., Pshenichnyuk, A.I., 2015, "On the Mechanism of Running-in during Wear Tests of a Babbitt B83", 2015, The Physics of Metals and Metallography, Vol. 116, No. 5, pp. 509–511.
- Zeren, A., Feyzullahoglu, E., Zeren, M., 2007, "A study on tribological behaviour of tin-based bearing material in dry sliding", Materials and Design, 28, 318–323.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

EVALUATION OF TRIBOLOGICAL BEHAVIOR BETWEEN A STEEL SHAFT AND THE SUBSTRATE OF A BABBITT-COATED SLIDING BEARING THROUGH METAL-METAL SLIP OF STEEL ABNT 1045

Rafael Martins Ribeiro, rafael.ribeiro@ifmg.edu.br^{1 2}
Marcelo Araujo Camara, marcelocamara@demec.ufmg.br¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte MG, CEP: 31.270-901.

²Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ipatinga - Av. João Valentim Pascoal, s/nº, Centro, Ipatinga MG, CEP: 35160-002.

Abstract. Sliding bearings coated with Babbitt work in contact with steel shafts, because of their greater hardness than the Babbitt alloys used, cause wear on them, which is preferable due to the higher manufacturing cost of the shafts. This wear, however, must be controlled in such a way that it does not reach a depth greater than the thickness used for the coating, as this would be the contact between the shaft and the substrate of the bearing, being very undesirable since the sliding bearing substrates are most often also made of steel, which would cause a considerable increase of the wear of the shaft due to the greater hardness of the substrate in relation to the coating alloy and due to the greater metallurgical compatibility between these materials (axis and substrate). Therefore, the work presented aims to simulate, through pin-to-disk tests, a possible contact between the axis and the substrate of a Babbitt-coated sliding bearing. For this purpose, pins and disks manufactured from ABNT 1045 steel were used and some parameters were varied in the tests. The results showed that there was greater mass loss when less roughness was used in the disc, and that the mass loss was smaller with the increase of the sliding velocity and with the reduction of the normal load. It was also possible to observe the wear mechanisms occurring in each case and the initial aspect of the curves of coefficient of friction by time (running-in).

Keywords: Babbitt, Steel, Depth of wear, Metallurgical compatibility, Pin on disk