



20 A 24 DE MAIO DE 2018 SALVADOR – BA – BRASIL

DESEMPENHO TRIBOLÓGICO DO POLICLOROPRENO DE ALTA DUREZA

Lucas Matheus Pereira Leite, leitelucas20@gmail.com¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal/RN

Resumo: O presente estudo propõe uma investigação preliminar para uma amostra de Policloropreno, amplamente utilizada como revestimento em cilindros, deslizando sobre aço AISI 52100, que representam uma composição de pares mecânicos em contato no maquinário de uma Indústria Têxtil Potiguar. Esse estudo foi desenvolvido no Laboratório do Grupo de Estudos em Tribologia (GET) da UFRN, a partir de ensaios tribológicos utilizando um tribômetro com configuração pino sobre disco, onde se buscou compreender satisfatoriamente a influência da força de atrito, coeficiente de atrito, temperatura e desgaste no material estudado. O ensaio teve duração de acordo com o estabelecido pelo equipamento. Observou-se pequena variação na força e no coeficiente de atrito do par tribológico, além de aumento de temperatura e desgaste da amostra.

Palavras-chave: Tribologia, Atrito, Desgaste, Policloropreno.

1. INTRODUÇÃO

A seleção e especificação de materiais vêm ganhando espaço na indústria têxtil, e em demais plantas industriais, uma vez que a otimização dos produtos e os baixos custos são cada vez mais exigidos no cenário atual. A especificação e a seleção melhoram problemas como quebra de componentes, fraturas, coloração, rigidez e demais alterações em materiais que geram a insatisfação dos clientes (NUNES, 2012).

A resistência ao desgaste é um relevante tópico na seleção de materiais e nos projetos de engenharia aplicada. O desgaste é a consequência do atrito existente entre pares mecânicos em contato, e pode ser diminuído a partir de estudos tribológicos que apresentem o comportamento mecânico desses materiais durante seu funcionamento para, então, encontrar maneiras de minimizá-los.

O Neoprene® (patenteado pela DuPont) ou policloropreno é um tipo de borracha sintética expandida sob alta pressão e temperatura, que quando vulcanizada é revestida de tecido de poliamida, poliéster e outros materiais (GRAFF e BASEDEN, 1987). A estrutura do polímero pode ser modificada pela reação com o enxofre e/ou 2,3 dicloro 1,3 butadieno para rendimento de uma família de materiais com uma vasta gama de propriedades físicas e químicas (MARTINS et al., 2002). Por se tratar de uma borracha sintética, o policloropreno é um elastômero polar com alta resistência ao ozônio e às intempéries. Assim como a borracha natural, as características principais do Neoprene® são a flexibilidade, a elasticidade, a proteção térmica e acústica, e a resistência. Além disso, a Neoprene® apresenta maior resistência à degradação e ao desgaste que uma borracha natural (ELASTIM, 2018). O policloropreno foi inventado também por cientistas da empresa DuPont, na década de 1930, e patenteado pela empresa.

O aço SAE 52100 é um aço cromo por sua composição química que contém o cromo como principal diferencial, além do alto carbono. Algumas propriedades mecânicas são beneficiadas pelo alto teor de carbono, como a resistência ao desgaste, pela alta dureza obtida. Este aço é utilizado em aplicações que necessitam de alta resistência ao desgaste como rolamentos e eixos de bombas d'água (GELSON, 2019). Suas especificações, segundo a norma ASTM A322 (2018) são: Densidade de 7.81g/cm³, tensão de escoamento variando entre 350 e 550MPa, resistência a tração entre 650 e 880MPa, módulo de elasticidade entre 190 e 210GPa, coeficiente de Poisson varia entre 0,27 e 0,30 e as durezas Rockwell C e Vickers, são, respectivamente, 62HRC e 848HV.

Por meio do ensaio tribológico, pôde-se investigar os mecanismos: temperatura, força e coeficiente de atrito e classificar o material para determinadas aplicações, quanto ao desgaste. A resistência ao desgaste e o coeficiente de atrito não são propriedades características de um material, mas dependem da topografia de superfície, além dos parâmetros de processo como: carga, temperatura e velocidade de deslizamento.

Este estudo busca estabelecer metodologias experimentais adequadas à avaliação do coeficiente de atrito juntamente com os demais indicadores, força e temperatura, para identificação e classificação de uso e aplicações do

Neoprene®, e sua aplicação, bem como integração aos mapas de Ashby, que procuram agrupar todas as famílias de materiais em gráficos cujas coordenadas compõem, sempre que possível, índices de mérito (fórmulas algébricas que combinam propriedades de materiais e que quando maximizadas aperfeiçoam algum aspecto de desempenho) utilizados em cálculos de dimensionamento de seleção (ASHBY, 2013).

Em detrimento disso, foram realizados testes tribológicos, com o auxílio de um tribômetro com configuração pino sobre disco no Laboratório do Grupo de Estudos em Tribologia da UFRN, com o objetivo de se medir a resistência ao desgaste e a influência da temperatura sob condições controladas semelhantes às condições em serviço em uma amostra de Neoprene®, em contato com disco de aço AISI 52100.

2. EXPERIMENTAL

O dispositivo pino-disco utilizado no ensaio foi preparado segundo a norma ASTM G99, que se refere aos ensaios de desgaste e suas análises. A amostra cilíndrica de Neoprene®, figura 1, foi pesada e acoplada ao tribômetro com configuração pino sobre disco. A tabela 1 apresenta os valores obtidos na pesagem dos corpos de prova, antes do início do experimento.

Figura 1. Amostra de Policloropreno



Tabela 1. Pesagem da amostra

Medição	Massa (g)
1	1,0443
2	1,0445
3	1,0444
4	1,0445
5	1,0444
Média	1,0444 ± 0,0001

A amostra cilíndrica foi presa num mandril na posição vertical, figura 2, com rotação de 300RPM, força de 100N e raio de trilha de 40 mm da borda da amostra.

Figura 2. Amostra presa ao mandril



O sistema de monitorização inclui uma célula de carga bidimensional e um sistema de aquisição de dados. A célula de carga foi projetada de modo a permitir acoplar um dispositivo para fixação do pino, figura 3. Esta célula é posteriormente ligada a uma unidade de amplificação de sinal (Magnum), por sua vez ligada ao sistema de aquisição de dados, constituído por um computador, de forma a permitir medir diretamente os valores experimentais da força normal, FN, e de atrito, FF, necessários para o cálculo do coeficiente de atrito, Equação 1.

$$\mu = FF/ FN \tag{1}$$

Figura 3. Sistema de Monitorização–Tribômetro com configuração pino sobre disco



O material utilizado no ensaio foi selecionado para permitir avaliar quantitativamente a influência das propriedades mecânicas e térmicas do par tribológico no coeficiente de atrito e demais parâmetros. Os parâmetros observados em detrimento do tempo, como a temperatura, força de atrito e coeficiente de atrito fornecem dados para se concluir algumas aplicações necessárias do Policloropreno.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Esta seção foi estruturada de forma a identificar as principais variáveis operativas e quantificar a influência do coeficiente de atrito, temperatura e força de atrito no corpo de prova. Inicia-se com a avaliação do atrito nos diferentes parâmetros, força e coeficiente, e por fim, será feita uma avaliação da temperatura ao longo do ensaio, de forma a identificar alguma alteração em relação ao desgaste do material.

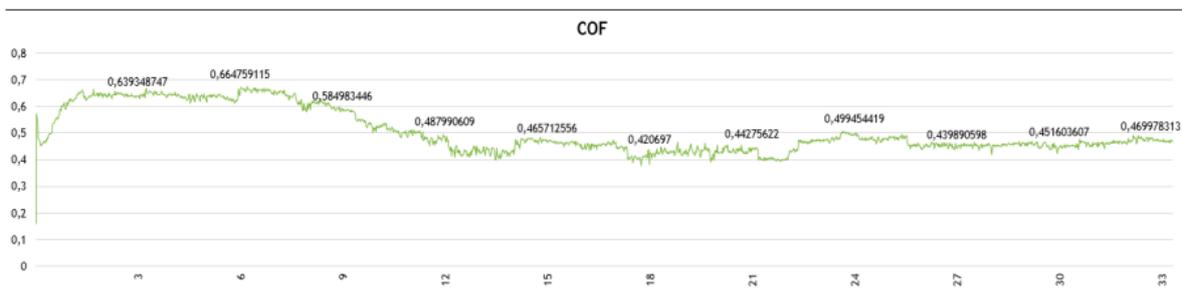
A figura 4, apresenta uma análise da força de atrito em relação ao tempo de ensaio, onde é possível observar que a curva se comporta de maneira crescente durante o período de *running* do ensaio, seguido de um decréscimo significativo após os primeiros nove minutos.

Figura 4 - Força de atrito (FF) x Tempo (min)



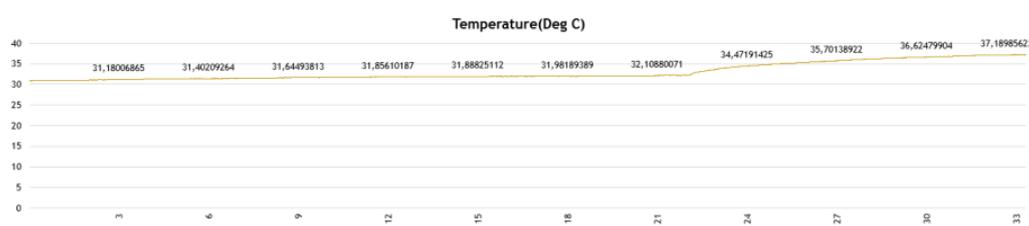
Em relação aos resultados para o coeficiente de atrito, como se esperava, os valores encontrados foram proporcionais àqueles para a força de atrito em relação ao tempo de ensaio, uma vez que a força normal foi determinada constante durante todo o ensaio, ver figura 5.

Figura 5. Coeficiente de atrito (μ) x Tempo (min)



Quanto aos resultados obtidos para a temperatura, figura 6, é importante observar que ela se mostra pouco crescente ou variável ao longo dos primeiros vinte e dois minutos de ensaio, e em seguida, observa-se o seu aumento constante até o fim do ensaio.

Figura 6. Temperatura (°C) x Tempo (min)



O aumento de temperatura observado nos minutos finais do ensaio, foi acompanhado de ruídos no aparato do ensaio, evidenciado pelo desgaste do pino ao final dele. Apesar disso, comprova-se a resistência do Policloropreno em temperaturas médias e altas, uma vez que o desgaste apresentado pelo pino ao final do ensaio foi mínimo. Essa diferença é apresentada na tabela 2 que apresenta a massa corpo de prova antes e após o ensaio, onde a diferença encontrada foi de aproximadamente 0,0333g, ou 3,18% de desgaste, após o término do ensaio.

Tabela 2. Comparativo de massa, antes e após o ensaio

<i>Medição</i>	<i>Massa antes (g)</i>	<i>Massa após (g)</i>
1	1,0443	1,0115
2	1,0445	1,0113
3	1,0444	1,0111
4	1,0445	1,0106
5	1,0444	1,0112
Média	1,0444±0,0001	1,0111±0,0004

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados experimentais obtidos neste estudo, pode-se concluir que a borracha de alta dureza, 30 a 90 shore A (COLLINS, 1973), apresenta pouca variação em relação aos parâmetros analisados, pois até o final do ensaio, a variação obtida pela força de atrito e pelo coeficiente de atrito, foi de, respectivamente, 16,94N e 01649 μ .

Em relação à temperatura conclui-se que a dureza da borracha começa a não ser eficiente a partir de uma faixa de tempo, vinte e dois minutos, gerando desgaste do material e aumento nos índices de temperaturas, podendo-se estabelecer a área de desgaste para o desenvolvimento de um mapa de desgaste da borracha, de forma a auxiliar as interpretações tribológicas nos mapas tradicionais como a do Ashby, por exemplo.

Essa área de desgaste é importante para o desenvolvimento de um mapa de desgaste da borracha, de forma a auxiliar as interpretações tribológicas nos mapas tradicionais como a do Ashby, por exemplo.

Diante disso, cabe destacar a alta qualidade da Borracha Neoprene® quanto ao desgaste por abrasão e sua resistência a níveis de temperaturas estudados, bem como a sua resistência ao rasgamento e aderência aos metais, classificando-a como excelente, e justificando o seu uso na indústria têxtil, uma vez que sua utilização prática se dá - de forma satisfatória - para a proteção de um cilindro de aço AISI 52100 imerso em solução caustica estabilizante.

Portanto, a importância da continuação desta pesquisa em outros níveis de análise, tais como amostra lubrificada e em condições de operação prática, se dá em ter uma maior elegibilidade do material quanto ao seu uso, sua aplicação e durabilidade no caso prático da indústria têxtil estudado.

5. REFERÊNCIAS

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. Materiais e design: A arte e ciência da seleção de materiais no projeto do produto. Elsevier Brasil, 2013.

ASTM A322 (2018): Standard Specification for Steel Bars, Alloy, Standard Grades, 2018.

ASTM G99 (2004): Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus. United States, 2004.

COLLINS, Arnold M. The Discovery of Polychloroprene Charles Goodyear Medal Address—1973. Rubber Chemistry and Technology, v. 46, n. 2, p. 48-52, 1973.

GELSON LUZ: Materiais. Disponível em <<https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/aco-sae-52100-propriedades-mecanicas.html>>. Acesso em Março/2019.

ELASTIM: Soluções em Borrachas. Disponível em <<http://www.elastim.com.br/site/placa-de-neoprene.php>>. Acesso em Abril/2018.

MARTINS, Agnes F. et al. Propriedades mecânicas e dinâmico-mecânicas de composições de policloropreno com negro de fumo. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 3, 2002.

NUNES, Laerce de Paula; KREISCHER, Anderson Teixeira. Materiais: Aplicação de Engenharia, seleção e Integridade. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

GRAFF, Ralph S.; BASEDEN, Gerald A. Neoprene and hypalon. In: Rubber Technology. Springer, Boston, MA, 1987. p. 339-374.

TRIBOLIC PERFORMANCE OF HIGH HARDNESS POLYCLOROPRENE

Lucas Matheus Pereira Leite, leitelucas20@gmail.com¹

¹Federal University of Rio Grande do Norte, University Campus, Lagoa Nova, Natal/RN

Abstract: *The present study proposes a preliminary investigation for a sample of polychloroprene, widely used as a coating on cylinders, sliding on AISI 52100 steel, which presents a composition of mechanical pairs in contact in the machinery of a Potiguar Textile Industry. This study was carried out in the Tribology Study Group Laboratory (GET) of UFRN, from tribological tests using a pin-on-disk tribometer, where it was tried to satisfactorily understand the influence of friction force, coefficient of friction, temperature and wear on the material studied. The test had a duration of 33.3 minutes, minimum time for wear, and during its execution, results of friction coefficient, friction force and temperature were collected. It was observed a small variation in the force and the coefficient of friction of the tribological pair, besides increase of temperature and wear of the sample.*

Keywords: *tribology, friction, wear, polychloroprene.*



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DESEMPENHO TRIBOLÓGICO DO POLICLOROPRENO DE ALTA DUREZA

LUCAS MATHEUS PEREIRA LEITE

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Ms. Giorgio André Brito Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Orientador

Prof. Ms. Talita Galvão Targino
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Coorientadora

Engenheiro Edglay Almeida Rocha Filho
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Avaliador Externo

Engenheiro João Freire de Medeiros Neto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Avaliador Externo

NATAL, 15 de Maio de 2019