Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

ANÁLISE DE DESGASTE E DURABILIDADE DE REVESTIMENTOS EMPREGADOS EM ESTRUTURAS DESTINADAS À TRANSFERÊNCIA DE GRANÉIS AGRÍCOLAS

WEAR AND DURABILITY ANALYSIS OF COATINGS USED IN STRUCTURES INTENDED FOR THE TRANSFER OF AGRICULTURAL BULK MATERIALS

Gabriel Martins Barbosa Rabelo, Lucas Scomparim Kohatu, Matheus Bezerra Dos Santos, Sofia Melo Verhnjak, Willy Ank de Moraes

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Mecânica
E-mail para contato: sverhnjak8@gmail.com

RESUMO – Este estudo investiga a degradação e a durabilidade de revestimentos resistentes ao desgaste utilizados na movimentação de granéis agrícolas em um terminal portuário. A pesquisa analisa mais de 300 ordens de manutenção corretiva relacionadas ao desgaste durante o manuseio de milho e soja. Os materiais UHMW-PE, Hardox e Plasteel são comparados por meio de medições de dureza e rugosidade superficial. Ensaios em bancada de transporte pneumático avaliarão o desgaste em condições controladas, monitorando a perda de massa ao longo do tempo. Espera-se que os resultados contribuam para a seleção de materiais e o planejamento da manutenção preventiva.

Palavras-chave: Desgaste de revestimentos; Materiais antidesgaste; Transporte pneumático; Granéis agrícolas; Resistência ao desgaste.

ABSTRACT – This study investigates the degradation and durability of wear-resistant linings used in agricultural bulk material handling at a port terminal. The research analyzes more than 300 corrective maintenance work orders related to wear during corn and soybean handling. The study compares UHMW-PE, Hardox, and Plasteel using hardness and surface roughness measurements. Laboratory tests using a pneumatic conveying test rig will evaluate wear under controlled conditions by monitoring mass loss over time. The results are expected to contribute to material selection and preventive maintenance planning.

Keywords: Wear-resistant linings; Wear-resistant materials; Pneumatic conveying; Agricultural bulk materials; Wear performance.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

O desgaste dos revestimentos empregados em sistemas de transporte de granéis sólidos representa um problema recorrente na agroindústria, especialmente durante a movimentação de produtos como milho e soja. A interação contínua das partículas com as superfícies dos equipamentos pode provocar mecanismos de degradação associados à abrasão, à erosão e ao impacto. Esses fenômenos podem ocasionar perda de massa e espessura, redução da vida útil dos componentes, aumento dos custos de manutenção, vazamentos de produto e paradas operacionais não planejadas.

Em um terminal portuário do setor de agronegócio, o levantamento do histórico de manutenção identificou mais de 300 ordens de serviço relacionadas a intervenções nas linhas de transporte de milho e soja. Entre as medidas adotadas estão soluções paliativas, como a aplicação de solda a frio e de mantas aluminizadas, utilizadas para conter vazamentos e preservar temporariamente a operação dos equipamentos. Além dos custos de materiais e mão de obra, essas ocorrências podem provocar perdas de produto, aumentar a necessidade de limpeza e reduzir a disponibilidade operacional das instalações.

Nesse contexto, torna-se necessário avaliar comparativamente o desempenho dos revestimentos utilizados na proteção das estruturas de transferência. Entre os materiais empregados no terminal encontram-se o *UHMW-PE*, o *Hardox* e o *Plasteel*. Embora apresentem características distintas, ainda são necessários dados experimentais que permitam comparar seu comportamento sob condições controladas de desgaste e fundamentar tecnicamente sua seleção.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar experimentalmente a resistência ao desgaste dos revestimentos *UHMW-PE*, *Hardox* e *Plasteel*, empregados em estruturas destinadas ao transporte e à transferência de granéis agrícolas. Busca-se comparar o desempenho desses materiais sob condições controladas e gerar subsídios técnicos para a seleção de revestimentos em aplicações envolvendo milho e soja.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa apresenta natureza aplicada e caráter documental e experimental, sendo

ISSN 2317-1316

desenvolvida em duas etapas. Na etapa documental, foram analisadas 300 ordens de serviço de manutenção, referentes a um histórico de três anos de operação de um terminal portuário dosetor de agronegócio. Foram selecionados registros relacionados à ocorrência de furos ou degradações nas estruturas de transferência de milho e soja, incluindo chutes de correias transportadoras e elevadores de canecas. As informações foram organizadas com o objetivo de identificar a recorrência das falhas e os principais problemas associados ao desgaste dos revestimentos.

Na etapa experimental, foi utilizado um corpo de prova de cada revestimento analisado: *UHMW-PE*, *Hardox* e *Plasteel*. Inicialmente, os corpos de prova foram caracterizados por meio de medições de dureza, realizadas com um durômetro disponível no laboratório da instituição, e de rugosidade superficial. Posteriormente, os corpos de prova serão instalados em uma bancada laboratorial de transporte pneumático e submetidos ao fluxo de granéis agrícolas, sob condições controladas e padronizadas, para permitir uma comparação exploratória do comportamento dos materiais diante do desgaste.

A evolução do desgaste será monitorada em intervalos previamente definidos por meio da variação de massa dos corpos de prova. Os resultados serão comparados entre os materiais e relacionados às respectivas características de dureza e rugosidade, bem como às ocorrências identificadas nas ordens de serviço do terminal. Dessa forma, pretende-se obter informações preliminares que auxiliem na seleção de revestimentos e no planejamento das atividades de manutenção.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rugosidade dos corpos de prova foi avaliada com um rugosímetro disponível no laboratório da instituição. Durante a medição, a ponta do equipamento percorre uma extensão previamente definida da superfície e registra as variações do perfil superficial. Foram realizadas três medições em diferentes regiões de cada corpo de prova.

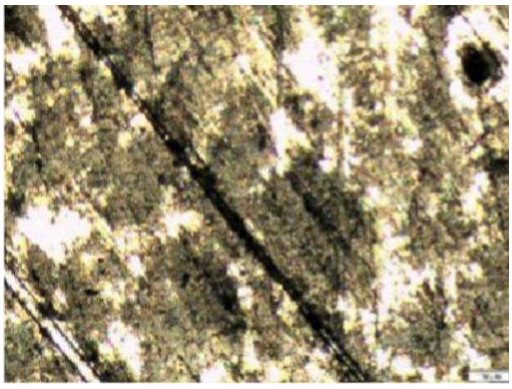
As superfícies dos corpos de prova foram observadas e fotografadas em microscópio antes da realização dos ensaios de desgaste. As imagens foram obtidas em diferentes ampliações, com o objetivo de registrar a condição inicial das superfícies. Um exemplo de registro com uma magnificação de 100X está apresentado na Figura 1 para o *Hardox*, Figura

ISSN 2317-1316

2 para o *UHMW-PE* e na Figura 3 para o *Plasteel*.

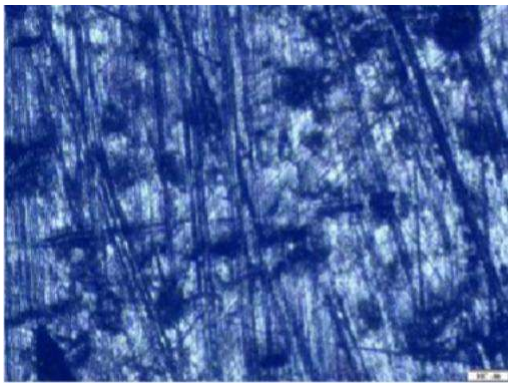
As medições iniciais indicaram que as superfícies do *Hardox*, ilustrado na Figura 1, e do *UHMW-PE*, ilustrado na Figura 2, apresentavam valores relativamente próximos. O *Plasteel*, por sua vez, apresentou desníveis superficiais que dificultaram a obtenção de medições consistentes.

Figura 1: Superfície do Hardox como observada por microscopia ótica ampliada 100X



Fonte: registros experimentais dos autores (2026).

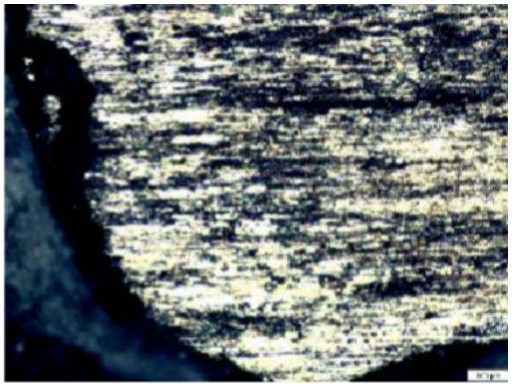
Figura 2: Superfície do UHMW-PE como observada por microscopia ótica ampliada 100X.



Fonte: registros experimentais dos autores (2026).

ISSN 2317-1316

Figura 3: Superfície do Plasteel como observada por microscopia ótica ampliada 100X.



Fonte: registros experimentais dos autores (2026).

Diante dessa condição, a superfície do corpo de prova de Plasteel foi submetida a uma operação de retificação com rebolo em uma retificadora plana. O procedimento teve como finalidade regularizar a superfície e melhorar seu acabamento antes da caracterização e do ensaio de desgaste, como ilustrado na Figura 3.

A preparação superficial também buscou reduzir a influência das diferenças iniciais de rugosidade na interação entre os grãos e os corpos de prova. Entretanto, a rugosidade não pode ser considerada completamente eliminada, uma vez que os materiais continuaram apresentando valores e variações superficiais distintos.

Os resultados obtidos nas três medições de rugosidade estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das medições de rugosidade das superfícies de contato dos revestimentos.

Material	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média aritmética
Hardox	1,02	0,74	0,80	0,85
UHMW-PE	0,79	0,93	0,62	0,78
Plasteel	0,50	1,20	1,60	1,10

Fonte: dados experimentais dos autores (2026).

Os resultados mostram que o *Hardox* e o *UHMW-PE* apresentaram valores médios relativamente próximos, de 0,85e 0,78, respectivamente. O *Plasteel* apresentou a maior média, de 1,10, e também a maior dispersão entre as três medições, com valores variando de 0,50 a 1,60.

ISSN 2317-1316

A operação de retificação contribuiu para regularizar a superfície do Plasteel e possibilitar sua caracterização. No entanto, não é adequado afirmar que a influência da rugosidade foi completamente eliminada ou que os três materiais apresentam exatamente o mesmo coeficiente de atrito. Os valores obtidos indicam apenas uma aproximação das condições superficiais, permanecendo diferenças entre os materiais.

As medições de dureza foram realizadas com durômetros disponíveis no laboratório da instituição. Em razão das diferenças entre as características dos materiais, foram empregadas escalas distintas: a dureza do *Hardox* foi determinada na escala Brinell, enquanto o *UHMW-PE* e o *Plasteel* foram avaliados na escala Shore D.

Os resultados das medições de dureza estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das medições de rugosidade das superfícies de contato dos revestimentos.

Material	Escala	Medições	Média
Hardox	Brinell	405, 430e 410	415 HB
UHMW-PE	Shore D	79, 79e 79,5	79,17
Plasteel	Shore D	85	85

Fonte: dados experimentais dos autores (2026).

O Hardox apresentou dureza média de 415" " HB, resultado compatível com sua natureza metálica e com sua aplicação em condições sujeitas ao desgaste. O UHMW apresentou média de aproximadamente 79,17na escala Shore D. Para o Plasteel, foi registrado o valor de 85Shore D. Os resultados de dureza não devem ser comparados diretamente entre todos os materiais, pois foram obtidos por métodos e escalas diferentes. A escala Brinell é utilizada principalmente para materiais metálicos, enquanto a escala Shore D é normalmente aplicada a polímeros e materiais de elevada rigidez superficial. Assim, não é possível concluir, apenas com esses números, quantas vezes um material é mais duro que outro.

A caracterização da dureza fornece informações sobre a resistência dos materiais à penetração e à deformação localizada. Contudo, essa propriedade não deve ser utilizada isoladamente para determinar a resistência ao impacto ou ao desgaste, pois o desempenho também depende da estrutura, da composição e do comportamento mecânico de cada material.

Até o presente momento, os resultados permitem caracterizar as condições iniciais dos

ISSN 2317-1316

corpos de prova, mas não possibilitam estabelecer uma classificação definitiva da resistência ao desgaste. Essa classificação dependerá dos resultados da variação de massa e da comparação das superfícies após a exposição dos materiais ao fluxo de grãos.

Estão sendo agendados ensaios de desgaste, realizados em uma bancada de transporte pneumático equipada com ventilador centrífugo, disponível no Laboratório de Operações Unitárias da instituição, conforme apresentado na Figura 4. Originalmente destinada a estudos de perda de carga, a bancada será adaptada para a avaliação comparativa dos revestimentos.

Após a exposição dos corpos de prova ao fluxo de grãos, novas imagens serão capturadas nas mesmas condições de observação. A comparação entre os registros anteriores e posteriores ao ensaio poderá auxiliar na identificação de alterações superficiais, como riscos, sulcos, trincas, cavidades, erosões, destacamentos ou outras formas de degradação provocadas pela interação entre os grãos e os revestimentos.

Figura 4: Dispositivo de transporte de grãos disponível no laboratório de operações unitárias da Unisanta (esquerda) e detalhe da região onde serão posicionadas as amostras (direita).



Fonte: registros fotográficos dos autores (2026).

ISSN 2317-1316

4 CONCLUSÃO

A análise de 300 ordens de serviço confirmou a ocorrência frequente de desgaste nas estruturas de transporte de milho e soja. Os ensaios preliminares mostraram diferenças de dureza e rugosidade entre UHMW, Hardox e Plasteel, mas ainda não permitem definir qual apresenta maior resistência ao desgaste. Como continuidade, serão realizados ensaios na bancada de transporte pneumático, com medição da perda de massa e análise microscópica das superfícies. Agradecemos ao terminal portuário que conderam as informações e os materiais, ao Laboratório de Operações Unitárias pelo fornecimento de dados, materiais, equipamentos e apoio ao trabalho e aos Técnicos de laboratórios que nos suportaram durante os testes.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Santa Cecília pela disponibilidade dos laboratórios e biblioteca, particularmente ao laboratório de operações unitárias que irá permitir realizar os ensaios planejados para expandir os resultados do presente trabalho.

6 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta ChatGPT para revisão gramatical. O conteúdo gerado foi revisado, adaptado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

7 REFERÊNCIAS

ASTM INTERNATIONAL. ASTM G76-18. Standard test method for conducting erosion tests by solid particle impingement using gas jets. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2018. DOI: 10.1520/G0076-18.

SSAB. Hardox® wear plate: hardness and toughness. Oxelösund: SSAB, [s.d.]. UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Transportadores contínuos para granéis sólidos.

Salvador: UFBA, [s.d.]. Disponível em: Scribd. Acesso em: 26 ago. 2026.

WOODCOCK, C. R.; MASON, J. S. Bulk solids handling: an introduction to the practice and technology. London: Blackie Academic & Professional, 1987.