

# COMPARAÇÃO DE PERFORMANCE ENTRE TELAS DE POLIURETANO AUTOLIMPANTES E TELAS DE AÇO APLICADAS EM PENEIRAMENTO A UMIDADE NATURAL DE MINÉRIO DE FERRO

*Data de aceite: 01/03/2023*

### **Antonio Eustaquio Ferreira**

Engenheiro de Produção. Instituição: Vale S.A.  
Parauapebas – PA

### **Roberto Carlos Rodrigues**

Bacharel em Logística e Técnico em Mineração, Pós-graduado em Engenharia de Produção. Instituição: Vale S.A  
Parauapebas – PA

### **Talita Ribeiro de Oliveira**

Engenheira de Minas, Especialista em Mineração de Ferro. Instituição: Vale S.A  
Parauapebas – PA

Contribuição técnica ao 21º Simpósio de Mineração, parte integrante da ABM Week 6ª edição, realizada de 08a 10 de junho de 2021, São Paulo, SP, Brasil.

**RESUMO:** As telas para peneiramento são de basicamente 3 tipos: aço, poliuretano e borracha, sendo que só os dois primeiros são utilizados para operações à úmido ou umidade natural. As telas de aço, são comumente adotadas principalmente por possuírem maior área aberta e menor custo, mas, possuem vida útil curta quando

comparadas as de poliuretano. Assim, para comparação entre o desempenho dessas telas no tratamento de minério de ferro, foram utilizadas duas peneiras iguais, uma com telas de aço e outra com telas de poliuretano. Apesar de menor área aberta, tanto nos quesitos taxa de alimentação, custo, produção de sucata metálica, peso, vida útil e tempo de limpeza, as telas de poliuretano tiveram performance superior, principalmente a vida útil 6x maior que a de aço. Assim, considerando produtividade, as telas de poliuretano performam maior utilização física e disponibilidade física além dos quesitos sustentabilidade, pela menor geração de sucata, do mesmo modo que maior segurança e ergonomia na movimentação das telas para os funcionários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Peneiramento; Performance; Poliuretano; Telas.

PERFORMANCE COMPARATION  
BETWEEN SELF-CLEANING  
POLYURETHANE SCREENS AND  
STEEL SCREENS APPLIED IN  
NATURAL MOISTURE SCREENING  
OF IRON ORE

**ABSTRACT:** Screening screens are

basically of 3 types: steel, polyurethane and rubber, with only the first two being used for damp or natural humidity operations. Steel screens are commonly adopted mainly because they have a larger open area and lower cost, but have a short useful life when compared to polyurethane. Thus, to compare the performance of these screens in the treatment of iron ore, two equal screens were used, one with steel screens and the other with polyurethane screens. Despite the smaller open area, both in terms of feed rate, cost, production of metal scrap, weight, useful life and cleaning time, polyurethane screens had superior performance, especially the useful life 6x longer than steel. Thus, considering productivity, polyurethane screens perform greater physical use and physical availability in addition to sustainability, due to less scrap generation, as well as greater safety and ergonomics in the movement of screens for employees.

**KEYWORDS:** Screening; Performance; Polyurethane; Screens.

## 1 | INTRODUÇÃO

As empresas de mineração têm a manutenção de seu futuro dependente de investimentos em pesquisa e inovação específicos, a fim de sobreviver em um mercado volátil, incerto, com aumento da demanda por parte dos stakeholders e redução de recursos essenciais como água e energia. Dessa forma, os modelos tradicionais de negócios voltados unicamente para produção não são mais suficientes, sendo necessárias estratégias com crescimento sustentável e social, além do uso de melhores práticas e benchmarking combinados com a alavancagem da produtividade.

De acordo com a consultoria Deloitte (2019), em seu estudo sobre as tendências para a mineração, para prosperar no futuro, as empresas deverão questionar o *status quo*, fazendo uso de pluralidade de pontos de vista, assumindo o risco de fazer as coisas de modo diferente do que é comumente praticado. A exemplo disso, pode-se citar o uso de materiais alternativos, como a substituição de peças de equipamentos tradicionalmente de aço por materiais alternativos.

Partindo disso, este artigo traz os principais resultados comparativos obtidos substituindo os módulos de telas em peneiras vibratórias de aço, material comumente utilizado nesse processo, por telas de poliuretano (PU) em uma usina de beneficiamento de ferro a umidade natural (sem o uso de água de lavagem ou material em polpa), na etapa de peneiramento secundário, no complexo minerador de Carajás localizado no sudeste do estado do Pará.

O peneiramento é a operação que faz parte da etapa classificação do processamento mineral e tem como objetivo a separação de partículas com tamanhos diferentes com base em aberturas pré-determinadas. Esses gabaritos, podem variar desde barras paralelas em grelhas, chapas perfuradas até telas ou fios trançados no caso de peneiras. As partículas retidas no gabarito são conhecidas como *oversize* e as passantes são o *undersize* (CHAVES, 2003).

Ainda de acordo com o autor, as características de tamanho e formato dos gabaritos consistem na malha e pode ter formas variadas como quadradas, retangulares, losango, alongadas, elipsoides. Para suportar os gabaritos, existem diversos tipos de equipamentos como tromeis, grelhas e, as mais comuns, peneiras sendo que podem ser estáticos e fixos ou vibratórios sendo também horizontais ou inclinados e a escolha depende do serviço a ser realizado.

O processo de peneiramento a umidade natural é similar ao peneiramento a úmido, sendo a principal diferença a ausência de injeção de água no circuito através de *sprays* de lavagem ou até mesmo com a alimentação já em formato de polpa. O processamento sem água apesar de ser mais complexo, vem surgindo como solução para que muitas operações se mantenham abertas, tendo em vista as maiores restrições para uso de água e geração de rejeitos de minérios a serem armazenados em barragens (NUNES FILHO, 2017). Entretanto, vale ressaltar, que para o processo em estudo nesse artigo, o minério ROM da alimentação contém um teor de umidade natural considerável, chegando até cerca de 9%.

Ainda sobre conceitos de peneiramento, a disposição das telas nos decks das peneiras é chamada de configuração e pode ser composta por um ou mais tipos ou modelos de tela, identificadas por linhas e colunas. Também pode-se fazer uso de telas sem abertura, como as telas tipo cega e bica. As telas tipo cega são geralmente utilizadas no começo do primeiro deck, região na qual não há alimentação direta, mas é essencial para impedir perda de material. Já tipo bica, funcionam como transição entre os módulos e no começo do segundo deck (LUZ, 2018).

Nesse estudo, visa-se a entender as principais diferenças do uso de telas de aço e telas de poliuretano. Assim, de maneira geral, de acordo com a literatura, as telas sintéticas como de PU ou borracha tem melhor custo benefício que as de aço, devido principalmente sua vida útil, que chega a ser 6 vezes maior que as das telas de aço. Além disso, as telas de PU são mais leves, emitem menos ruído e com maior resistência à abrasão e desgaste. Por outro lado, as malhas essas possuem área aberta menor quando comparadas com as de aço e tendem a ser mais caras, devendo-se avaliar as necessidades de cada operação. De maneira geral, essa diferença em área aberta tende a ser compensada pelas horas paradas por necessidade de substituição por rompimento, desgaste ou entupimento nas telas de aço (M&T, 2016).

Assim, considerando as vantagens e desvantagens de cada tipo de telas, o objetivo desse estudo foi realizar uma comparação do desempenho operacional entre os dois materiais, aço e PU, aplicados ao peneiramento em mineração de ferro a umidade natural, buscando melhoria contínua de processos e segurança.

## 2 | METODOLOGIA

No caso deste artigo, o equipamento utilizado para teste foi uma peneira vibratória modular inclinada, excêntrica, composta por dois módulos e dois decks, conforme a Figura 1, somando 4 módulos por peneira e cada módulo comportando 80 telas sendo 320 no total. Os resultados foram medidos com base no segundo deck, mantendo o primeiro padronizado.

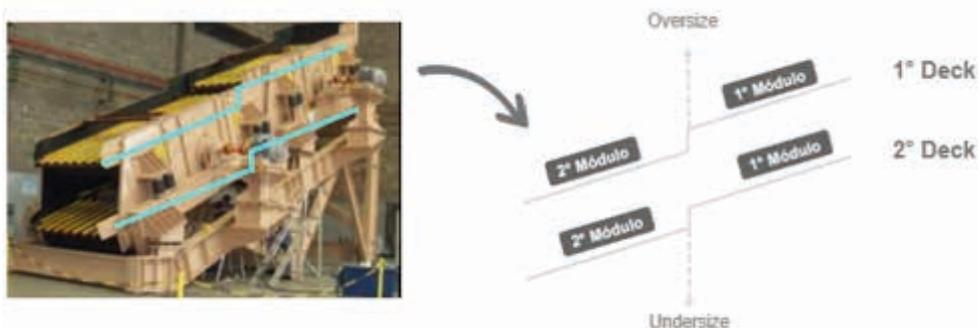


Figura 1. Modelo da peneira utilizada.

Para os resultados apresentados nesse artigo, as telas comparadas no teste foram aplicadas no segundo deck e de dois tipos: uma de aço com formato ou perfil em losango e uma de poliuretano (PU) com formato retangular aliado a característica auto-limpante que lhe confere um perfil semelhante a letra “H”, conforme mostrado nas Figuras 2 e 3 abaixo. A abertura dos dois tipos de telas foi de 19 mm e, para fins de identificação, será considerada a peneira com telas de aço como Linha A e a peneira com telas de PU como Linha B.



Figura 2. Tela de aço com perfil losango (Linha A).



Figura 3. Tela de PU com perfil "H" retangular (Linha B).

O primeiro deck de ambas peneiras foi padronizado com telas de PU perfil quadrado de abertura 42 mm como a Figura 4 abaixo. Importante ressaltar que o peneiramento nesse deck não é escopo desse artigo e por isso foi padronizado a fim de não interferir nos resultados de desempenho segundo deck avaliado das peneiras.



Figura 4. Tela de PU perfil quadrado utilizada no primeiro deck das peneiras de teste.

O teste realizado teve duração de 30 dias (um mês) utilizando duas peneiras iguais conforme como a Figura 1 e com as mesmas condições de operação. A alimentação das duas peneiras é feita através do mesmo silo, apenas com uma divisão igualitária de fluxo entre as duas linhas de teste, garantindo que o mesmo material alimente ambas. A avaliação de desempenho comparativo foi feita de acordo com a análise das seguintes dimensões:

- Taxa de alimentação;
- Tempo de limpeza;
- Vida útil das telas;
- Peso das telas e
- Área aberta.

A taxa de alimentação foi acompanhada através do sistema de *software* específico que atualiza as informações de minuto a minuto e computa a média diária e mensal de alimentação de cada linha. O tempo de limpeza é cronometrado e lançado no mesmo

sistema.

A medição de vida útil foi em campo, a partir de inspeção visual para identificar eventos de desgaste ou rompimento, no caso da linha A (aço) e deformação ou no caso da linha B (PU). Identificado o primeiro defeito é computada a vida útil das telas.

Quanto as informações de área aberta e peso das telas foram utilizados dados dos fornecedores. Os eventos de queda de tela também foram indicados através de inspeção visual, visando evitar presença de sucata não britável no circuito e comparação de fixação das telas.

A configuração do primeiro deck, como citado anteriormente, é padrão e apresentada na Figura 5 abaixo.

1º DECK 1º Módulo								1º DECK 2º Módulo							
A	B	C	D	E	F	G	H	A10	B10	C10	D10	E10	F10	G10	H10
Bica de PU	Bica de PU	Bica de PU	Bica de PU	Bica de PU	Bica de PU	Bica de PU	Bica de PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU
A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	A11	B11	C11	D11	E11	F11	G11	H11
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2	A12	B12	C12	D12	E12	F12	G12	H12
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3	A13	B13	C13	D13	E13	F13	G13	H13
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4	A14	B14	C14	D14	E14	F14	G14	H14
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5	A15	B15	C15	D15	E15	F15	G15	H15
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6	A16	B16	C16	D16	E16	F16	G16	H16
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7	H7	A17	B17	C17	D17	E17	F17	G17	H17
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8	H8	A18	B18	C18	D18	E18	F18	G18	H18
42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU	42x42 PU
73	74	75	76	77	78	79	80	A19	B19	C19	D19	E19	F19	G19	H19
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU
BICA DE DESCARGA								BICA DE DESCARGA							

Figura 5. Configuração padronizada do primeiro deck das Linhas A e B.

Já o segundo deck é onde se encontram as telas para o teste comparativo, sendo a configuração da Linha A (aço) conforme a Figura 6 em verde e da Linha B (PU) na Figura 7 em azul.

2º DECK 1º Módulo							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P
A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A7	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H7
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A8	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H8
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A9	B9	B9	D9	E9	F9	G9	H9
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU

2º DECK 2º Módulo							
A10	B10	C10	D10	E10	F10	G10	H10
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU
A11	B11	C11	D11	E11	F11	G11	H11
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A12	B12	C12	D12	E12	F12	G12	H12
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A13	B13	C13	D13	E13	F13	G13	H13
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A14	B14	C14	D14	E14	F14	G14	H14
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A15	B15	C15	D15	E15	F15	G15	H15
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A16	B16	C16	D16	E16	F16	G16	H16
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A17	B17	C17	D17	E17	F17	G17	H17
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A18	B18	C18	D18	E18	F18	G18	H18
19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO	19X19 AÇO
A19	B19	C19	D19	E19	F19	G19	H19
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU

Figura 6. Configuração da Linha A para o segundo deck com telas de aço.

2º DECK 1º Módulo							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P	Cega P
A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A3	B2	C3	D3	E3	F3	G2	H3
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5
19X19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A7	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H7
19X19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A8	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H8
19X19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A9	B9	B9	D9	E9	F9	G9	H9
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU

2º DECK 2º Módulo							
A10	B10	C10	D10	E10	F10	G10	H10
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU
A11	B11	C11	D11	E11	F11	G11	H11
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A12	B12	C12	D12	E12	F12	G12	H12
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A13	B13	C13	D13	E13	F13	G13	H13
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A14	B14	C14	D14	E14	F14	G14	H14
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A15	B15	C15	D15	E15	F15	G15	H15
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A16	B16	C16	D16	E16	F16	G16	H16
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A17	B17	C17	D17	E17	F17	G17	H17
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A18	B18	C18	D18	E18	F18	G18	H18
19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU	19x19 PU
A19	B19	C19	D19	E19	F19	G19	H19
Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU	Bica PU

Figura 7. Configuração da Linha B para o segundo deck com telas de PU.

Quanto a limpeza das telas, rotina da operação, importante ressaltar que é realizada periodicamente no começo de cada hora e sempre que necessário, de acordo com o identificado em inspeções e características do material. Não houve alteração nessa rotina para o teste em questão.

A construção das tabelas e gráficos apresentados bem como a análise com tratamento dos dados foi feita pelo *software* Excel.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando o objetivo do teste comparativo entre as telas de aço e poliuretano e de acordo com as dimensões de desempenho a serem analisadas, são apresentados a seguir os principais resultados, assim como as respectivas discussões acerca deles.

#### 3.1 Área aberta e peso

Os resultados abaixo foram obtidos conforme especificações do fornecedor, sendo a área aberta fornecida em porcentagem e o peso em quilogramas, compilados na Tabela 2.

Tipo de Tela	Aço (A)	Poliuretano (B)
Área aberta	46 %	42,7 %
Peso	6,8 kg	5,1 kg

Tabela 1. Área aberta e peso dos dois tipos de tela utilizados.

A área aberta é a principal desvantagem das telas de poliuretano frente as telas de aço, visto a redução de 3,3 %. De acordo com o tamanho da operação e em conjunto com os demais resultados, deve-se observar se essa redução impactaria na produção total e assim optar ou não pela substituição de uma pela outra ou até na possibilidade de configurações mistas. Por isso, historicamente, essa diferença de área aberta vem contribuindo para que muitas operações ainda não se interessassem pelo uso de poliuretano.

Quanto ao peso, uma tela de poliuretano se apresenta 1,7 kg mais leve que a uma tela de aço. É importante ressaltar que, nessa operação, as movimentações de telas são feitas manualmente ou através de carrinhos. Ou seja, a troca de telas de uma peneira por inteiro requer o transporte de cerca de 320 telas através de área operacional e passando por escadas. Os ganhos, dessa forma, são consideráveis em termos de ergonomia de transporte e em tempos e movimentos devido ao peso de cada tela.

Ainda se tratando de manuseio e transporte das telas, também é válida a análise quanto a segurança considerando que com as telas de aço existe o risco de corte de mãos e dedos por meio de partes pontiagudas e enferrujadas. Esse risco é eliminado com a utilização de telas de poliuretano.

#### 3.2 Taxa de alimentação

De acordo com o sistema de acompanhamento de taxas, a Figura 8 traz os resultados da taxa de alimentação média mensal para as duas linhas de teste, em toneladas por hora (t/h) de minério. Vale lembrar que foram mantidas as condições operacionais para os dois

equipamentos.

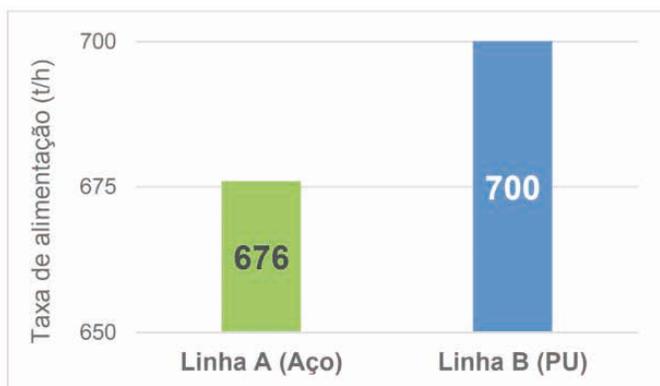


Figura 8. Gráfico indicando a taxa de alimentação mensal média (t/h) das duas linhas de teste.

O resultado positivo da tela de poliuretano, com um aumento de 24 t/h de taxa média mensal em relação ao resultado da tela de aço é bastante interessante, porque mostra que apesar de operar com menor área aberta que a Linha A, a Linha B ainda obteve um resultado superior. Esse ganho total de 3 % reflete tanto a característica auto-limpante das telas de PU perfil “H”, uma vez que mesmo com a área aberta maior as telas de aço têm maior tendência a cegar ou entupir, quanto a vida útil que envolve parada da alimentação para troca das telas defeituosas. Este assunto será analisado no tópico seguinte.

Dessa forma, a expectativa que a menor área aberta das telas de PU H reduziria de forma considerável a taxa de alimentação não se confirmou. Isso ocorre principalmente devido à redução de eventos de entupimentos de telas em relação às telas de aço. Frequentemente, as telas de aço apresentam obstrução na malha, o que leva à consequente redução de taxa para evitar excesso de finos no *oversize*, o mesmo ocorre com a presença de elevada umidade ou argilosos na alimentação. Por isso, as telas de PU apesar de menor área aberta, conseguiram não só a equivalência em taxas de alimentação como também um ganho ligeiramente superior.

### 3.3 Vida útil e queda de telas

Durante os 30 dias de teste, todas as telas de Aço da Linha A tiveram o fim de sua vida útil entre 18 e 25 dias de teste, sendo trocadas sempre que identificados eventos de desgaste ou rompimento nas inspeções. Sendo assim, o segundo deck da Linha A, desconsiderando as telas cegas e bicas, foi inteiramente trocado. Exemplo do início do processo de desgaste em telas de aço é mostrado na Figura 9 abaixo. A troca da tela ao identificar o desgaste é preventiva, uma vez a próxima etapa é o rompimento que pode causar, principalmente, a contaminação granulométrica do produto.



Figura 9. Início do processo de desgaste em telas de aço da linha A.

Considerando esses eventos durante o período do teste, a proporção de telas de aço trocadas por desgaste e telas trocadas por rompimento é conforme o indicado na Figura 10, firmando o caráter preventivo da identificação de desgaste.

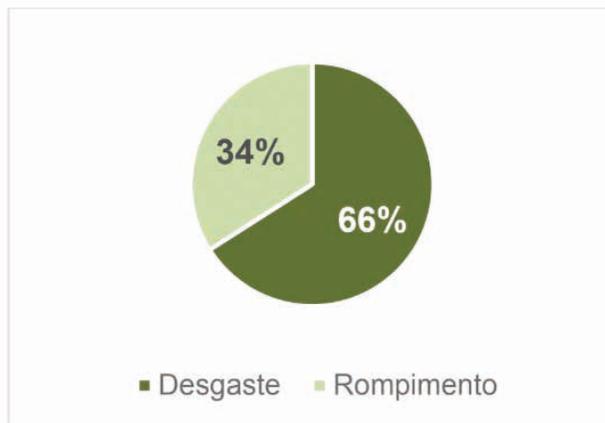


Figura 10. Gráfico de proporção da ocorrência de eventos de desgaste e rompimento das telas de aço no período do teste.

Por outro lado, as telas de PU da Linha B não foram trocadas nenhuma vez durante o teste. Não se identificou eventos de deformação ou rompimento mesmo realizando a mesma frequência de inspeção performada na Linha A. Dessa forma, entendeu-se que a vida útil é superior aos 30 dias de teste e, por isso, as telas de PU não foram retiradas após o final do mês para que fosse possível determinar adequadamente a vida útil.

Após 151 dias de operação houve o rompimento de telas na Linha de PU e identificados

diversos sinais de deformação por impacto, o que já implicava em contaminação e perda da especificação do produto. Então, a vida útil foi determinada em 5 meses para as telas da Linha B.

O resultado mostra que as telas de poliuretano possuem vida útil 6 vezes maior que a de aço, sendo este um resultado experimental que é equivalente ao valor fornecido pela bibliografia M&T (2026). Isso equivale a dizer que no período de 5 meses dessa operação, não haveria a necessidade de trocar nenhuma tela da Linha B, enquanto as telas da Linha A já teriam que ter sido trocadas ao menos 8 vezes.

O impacto desse resultado de vida útil é relevante principalmente em termos de custos com aquisição de telas e horas paradas para troca de telas, interferindo diretamente na disponibilidade física da peneira e conseqüentemente na produtividade. Considerando que a tela de aço é mais barata que a tela de PU, comparar o custo de instalação de ambas mostra um ganho de R\$ 6000, 00. Porém, com o passar do tempo, devido a necessidade de troca e alta vida útil do PU, em 1 mês, a tela da Linha B passa a ser mais vantajosa financeiramente e o ganho é ainda mais notório passados 5 meses. Esses resultados podem ser vistos na Figura 11, na qual temos os ganhos das telas de poliuretano em relação as de aço.



Figura 11. Ganhos financeiros estimados da linha B (PU) em relação a linha A (aço) ao longo do tempo.

Outra análise importante a ser realizada é quanto a sustentabilidade e geração de sucata. A redução da necessidade de substituição de telas gera, conseqüentemente, a igual redução da geração de resíduos tornando a operação mais sustentável e segura. Com as telas de aço, em 1 mês, seriam descartadas cerca de 320 telas em forma de sucata metálica e extrapolando para os 5 meses o valor supera 2000. Para os mesmos períodos considerando as telas de PU, em 1 mês não haveria descarte de telas e com 5 meses seriam cerca de 300. A Figura 12 traz de forma visual tais informações.



Figura 12. Gráfico com o número de telas descartadas por linha ao longo do tempo.

Também é válido pontuar que eventos de queda de tela só foram identificados na Linha A com telas de aço, sendo um problema recorrente em peneiras vibratórias com telas não pinadas. Já as telas de PU, por apresentarem maior flexibilidade, não tiveram esse comportamento.

### 3.4 Tempo de limpeza

Devido a característica auto-limpante das telas de PU perfil “H” notou-se uma redução no tempo de limpeza quando comparado com as telas de aço, que tendem a cegar ou entupir. O tempo médio padrão cadastrado para limpeza das telas de aço foi de 5 minutos, enquanto com as telas da Linha B o valor médio foi de 3 minutos. A redução de 2 minutos em limpeza traz ganhos em utilização física das peneiras assim como, em se tratando de peneiramento a umidade natural, reduz a injeção de água ao circuito devido limpeza.

## 4 | CONCLUSÃO

As vantagens de custo mais baixo e maior área aberta das telas de aço quando comparadas às das telas de poliuretano não são sustentáveis a longo prazo. Eventos de rompimento, queda e desgaste das telas de aço fazem com que seja necessária a substituição das mesmas entre 18 e 25 dias de uso. Em contrapartida, as telas de PU, possuem vida útil 6 x maior e, dessa forma, mesmo sendo mais caras, em um mês já são mais vantajosas financeiramente contribuindo para um melhor custo benefício.

Além disso, esses eventos nas telas de aço afetam diretamente a disponibilidade e utilização física das peneiras e interferem na produtividade desses equipamentos no geral, demonstrando mais uma vantagem das telas de PU, sem contar a redução de 2 minutos no tempo de limpeza e, conseqüentemente, no consumo de água da planta.

Ainda, a ligeira vantagem de 3 % de área aberta para as telas de aço também não impediu que os resultados da taxa de alimentação para a linha de PU fossem superiores. Os resultados quanto a sustentabilidade através da geração de resíduos, como as sucatas de telas metálicas descartadas, segue igualmente o mesmo padrão, com grande vantagem

para as telas de PU que chegam a reduzir esse valor em cerca de 87 %.

Dessa forma, é visto de forma clara a necessidade do constante desenvolvimento das operações minerais. A substituição do material das telas de peneiramento promoveu um ganho significativo para o processo e lucratividade. As telas de PU também apresentam vantagens ambientais, uma vez que por sua vida útil, o consumo é menor. Por fim, e de maior importância, a segurança e ergonomia dos funcionários também é beneficiada, com telas mais leves para transporte e com menor risco de corte das mãos e dedos.

Assim, a importância de testes industriais e melhoria contínua dos processos deve ser constante, ou seja, novos materiais, novos formatos e configurações são exemplos do que se pode fazer para o desenvolvimento no peneiramento. O apoio da organização e liderança nesses projetos é de suma importância, incentivando à inovação e divulgando os resultados de forma a atingir toda a cadeia produtiva e setor mineral. A parceria com fornecedores, acadêmicas e mesmo empresas startups também faz parte desse processo, mantendo a competitividade, produtividade e segurança das operações.

## REFERÊNCIAS

1 Eficiência no Processamento: Peneiras. Revista M&T - Manutenção e Tecnologia. N. 198. 2016; 18-23. [acesso em 20 jan. 2021]; Disponível em: [http://www.revistamt.com.br/Arquivos/Edicoes/MT\\_198.pdf](http://www.revistamt.com.br/Arquivos/Edicoes/MT_198.pdf).

2 MURICY, P. Sumário Executivo: Tendências de Mineração 2019. 2019. [acesso em 25 jan. 2021]; 1-2. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/energy-and-resources/articles/tendencias-mineracao.html>.

3 CHAVES, A. P. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios: Britagem, Peneiramento e Moagem. 2ª Edição. São Paulo: Signus Editora; 2003.

4 LUZ, A. B.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. Tratamento de Minérios. 6ª Edição. Rio e Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018.

5 NUNES FILHO, E. S. Influência da umidade no dimensionamento e seleção de peneiras vibratórias em instalações de britagens. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017. p. 114.