

Resistencia a Abrasão

A velocidade de erosão ou desgaste por abrasão em tubulações está diretamente relacionada à velocidade e ao volume do fluxo, bem como ao tamanho e à forma das partículas sólidas presentes no fluido. A resistência à abrasão de um determinado material depende da intensidade do fluxo e das características das partículas abrasivas encontradas na instalação.

Em aplicações rodoviárias, as vazões de projeto podem variar amplamente — desde poucos litros por segundo em sistemas de drenagem subterrânea até mais de 500 litros por segundo em bueiros e galerias pluviais.

De forma geral, a maior parte da experiência acumulada com tubulações plásticas refere-se a sistemas com vazões relativamente baixas. Em redes de esgoto sanitário, por exemplo, os fluxos costumam ser lentos (na ordem de poucos litros por segundo) e, normalmente, o efluente não apresenta caráter abrasivo. No caso de drenagem agrícola, apesar da baixa velocidade do fluxo, os sedimentos argilosos e lodosos transportados pelos tubos podem apresentar alto potencial abrasivo.

Há um volume considerável de dados, em constante expansão, provenientes da indústria de mineração — setor que emprega tubos de PVC e PEAD para o transporte de substâncias com elevado grau de abrasividade.

Um estudo conduzido pelo **Conselho de Pesquisa de Saskatchewan (SRC)** comparou a resistência ao desgaste de diferentes tipos de tubos plásticos com tubos metálicos, como aço e alumínio. O experimento consistiu em um trecho fechado de tubulação, no qual uma mistura de água e areia era continuamente recirculada por meio de uma bomba. Foram avaliadas tubulações com diâmetro de 2 polegadas (50 mm), incluindo tubos de polietileno, aço e alumínio. Os abrasivos utilizados foram areia grossa (D50 = 0,58 mm; malha nº 30) e areia fina (D50 = 0,31 mm; malha nº 48), cada uma representando 40% da massa da mistura. As condições de ensaio foram controladas quanto à temperatura e velocidade dentro de um sistema fechado.

Os testes foram realizados por três semanas a 4,6 m/s (15 ft/s) e por seis semanas a 2,1 m/s (7 ft/s). As taxas de desgaste foram avaliadas com base na perda de espessura da parede dos tubos e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Taxa De Desgaste De Plásticos e Metais Sob Ação De Lodos Abrasivos

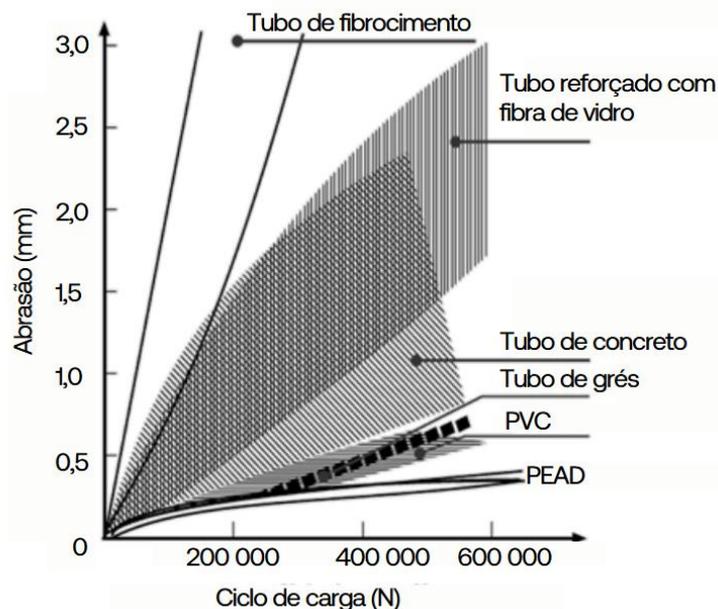
Material	Taxa De Desgaste mm/ano			
	Areia Grossa (Malha Nº30)		Areia Fina (Malha Nº48)	
	2,1 m/s	4,6 m/s	2,1 m/s	4,6 m/s
Aço	0,65	1,84	0,04	0,02
Aluminio	1,81	7,48	0,15	0,86
Polietileno	0,06	0,46	Nulo	0,06
ABS	0,36	2,07	0,07	0,51
Acrílico	0,99	4,1	0,17	1,42

O estudo conduzido pelo Conselho de Pesquisa de Saskatchewan (SRC) demonstra que os materiais plásticos avaliados apresentam desempenho igual ou superior aos metais no que se refere à resistência à abrasão causada por lodos arenosos. Os ensaios consideraram a recirculação contínua de misturas com areia em velocidades elevadas, representando condições severas de operação.

Em cenários onde o fluido transportado contém partículas de maior granulometria (como britas ou agregados graúdos), é esperado que o desgaste por abrasão seja mais intenso — independentemente de o material da tubulação ser metálico ou plástico.

Na Alemanha, utilizando um método de ensaio desenvolvido pelo Dr. Kirschmer, da Technische Hochschule Darmstadt, uma amostra de tubo com 1 metro de comprimento é submetida a movimentos inclinados alternados — para frente e para trás — a uma frequência de 21,6 ciclos por minuto. O tubo contém uma mistura composta por 46% em volume de areia de quartzo (com partículas entre 0 e 30 mm), suspensa em água, gerando um fluxo de 0,36 m/s (1,18 pés/s). Conforme ilustrado na Figura 1, os resultados obtidos permitem graficar o desgaste por abrasão de diferentes materiais em função do número de ciclos. Com base nesse método, verificou-se que o tubo de PEAD apresentou perda média de espessura de 0,3 mm após 400.000 ciclos, evidenciando excelente resistência ao desgaste em condições abrasivas controladas.

Figura 1 - Valor Médio de Abrasão para Tubos de Diferentes Materiais



De forma geral, os resultados dos estudos indicam o seguinte:

As taxas de desgaste observadas são muito baixas, variando entre 0,1 mm e 4 mm por ano, mesmo sob fluxo contínuo de lodos abrasivos. Na maioria das aplicações de drenagem, a exposição a partículas abrasivas ocorre de forma intermitente, e não contínua, o que reduz ainda mais o potencial de desgaste.

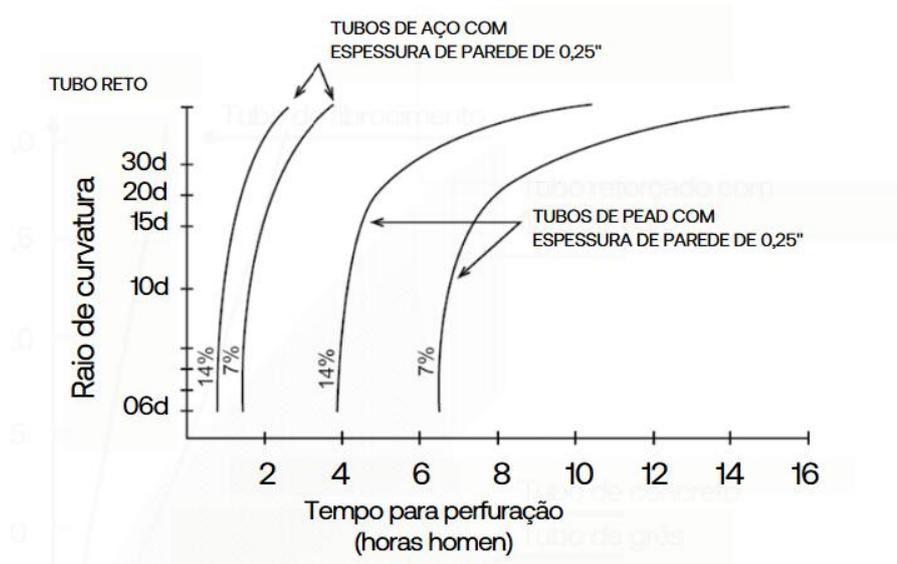
O tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) demonstrou desempenho superior em resistência à abrasão quando comparado a outros materiais plásticos testados.

Por esse motivo, ao longo dos anos, o tubo de PEAD vem substituindo com sucesso os tubos metálicos em aplicações exigentes como as da indústria de mineração, onde é necessário transportar resíduos altamente abrasivos.

Outros estudos comparativos entre tubos de PEAD e aço demonstraram que, ao bombear uma mistura de areia de quartzo e água com 25% de sólidos em volume, em velocidade de 5,48 m/s (18 pés/s), o tubo de aço apresentou uma taxa de desgaste cerca de 2,5 vezes maior do que o tubo de PEAD (3)

Além disso, ensaios específicos para avaliar o efeito de curvas (joelhos) na abrasão relativa (Figura 2) mostraram que o tubo de HDPE apresentou uma resistência cerca de 4 vezes superior à do aço. Esses testes foram realizados com suspensões contendo 7% e 14% de areia de quartzo em volume, em velocidades médias de 7,01 m/s (23 pés/s) (4).

Figura 2. Resistencia a Abrasão de Tubos e Conexões de PEAD e Aço



Outro aspecto relevante ao avaliar a resistência à abrasão de tubos é a sua capacidade de suportar o impacto de ferramentas de limpeza mecânica, como sondas rotativas, serras e equipamentos de jateamento hidráulico do tipo Jet Rodder. Testes realizados pelo Departamento de Manutenção da **Cidade de St. Louis (EUA)** e pelo **Condado de Sacramento, Califórnia**, aplicaram essas ferramentas diretamente sobre tubos **N-12 de 12" e 8" de diâmetro**, respectivamente. Os resultados demonstraram **ausência de danos significativos** aos tubos, reforçando sua adequação ao uso em redes sujeitas a manutenções frequentes e com presença de resíduos sólidos.

Referencias

1. Haas, D.B. and Smith, L.G., Erosion Studies - A Report to Dupont of Canada, Ltd., Saskatchewan Research Council, E75-7, September 1975.
2. Kirschmer, O., "Problems of Abrasion in Pipes", Steinzeugin Formationen, 1966, No. 1, pp 3-13.
3. Much, J., Ruhrchemie AG, Oberhausen.
4. Schreiber, W., and Hocheimer, M., "Vergleichende Verschlei Bveruche and Stahl-und hostalen-Rohren Sowie Gummischlauchen mit Curchstromenden Sand-Wasser-Gemish", Bericht Nr.681042, Frankfort: Hoechst AG, 1968.