

Millathane®

Borracha de poliuretano millable

Propriedades de Engenharia



TSE Industries, Inc.
www.tse-industries.com
millathaneinfo@tse-industries.com

Poliuretano Millable Millathane®

Boletim de Propriedades de Engenharia

Índice

Principais Propriedades e Aplicações do Millathane®.....	2
Escolhendo o Poliuretano Millable Millathane® correto.....	4
Quadro ASTM D2000.....	5
Propriedades Mecânicas.....	6
Dureza.....	6
Resistência à Tração e Resistência à Ruptura.....	6
Resistência em Altas Temperaturas.....	6
Propriedades em Baixa Temperatura.....	7
Resiliência/Amortecimento.....	7
Resistência à Abrasão.....	8
Conjunto de Compressão.....	9
Compressão/Deflexão.....	10
Resistência Química.....	12
Resistência a Óleo, Combustível e Solvente.....	13
Resistência à Água/Umidade.....	14
Resistência ao Calor.....	15
Resistência a Ozônio e a Condições Climáticas.....	16
Resistência à chama.....	17
Resistência à radiação e esterilização.....	17
Permeabilidade a Gás.....	18
Encolhimento por Moldagem.....	19
Propriedades Elétricas.....	19
Colorabilidade.....	20
Reciclabilidade.....	20
Aplicações.....	20
Resumo.....	20

As recomendações para o uso de nossos produtos estão baseadas em testes os quais acreditamos ser confiáveis. Entretanto, não garantimos que os resultados sejam obtidos por outros sob diferentes condições. Nada neste documento pretende constituir recomendação para usar nossos produtos de modo a violar qualquer patente. Millathane® e Thanecure® são marcas registradas, e Millstab P é marca comercial da TSE Industries, Inc.

© Copyright TSE Industries, Inc. 2011

Boletim de Propriedades de Engenharia Millathane®

Principais Propriedades e Aplicações do Millathane®

A TSE Industries Inc. trabalha com poliuretanos millable desde 1962 e é a maior fabricante do mundo de uma linha de borrachas de poliuretano millable denominada **MILLATHANE**. Possui uma combinação de propriedades físicas não encontradas em borrachas naturais ou outras sintéticas e proporciona uma contribuição significativa ao mercado de borracha de alto desempenho.

As principais propriedades de uma borracha de poliuretano requisitadas por aplicações de alto desempenho incluem:

- resistência à abrasão
- flexibilidade em baixa temperatura
- resistência ao ozônio
- capacidade de suporte de carga
- destacável resistência a óleo
- resistência à permeabilidade de nitrogênio

Graus curáveis por peróxido possuem boa resistência ao calor, sendo capazes de suportar temperaturas contínuas de até 100°C e temperaturas intermitentes de até 120°C. Os graus curáveis por enxofre são usados principalmente em coberturas de rolamentos e ventosas de sucção, especialmente em durezas mais baixas de até aproximadamente 30 Shore A.

Os tipos de poliéster de borracha de poliuretano apresentam excelente resistência a óleo e temperaturas moderadas. Os poliésteres uretanos também são melhores na resistência à abrasão no deslizamento. Os tipos de poliéster são mais estáveis hidroliticamente e são resistentes à abrasão por impacto devido à sua alta resiliência.

Borracha de poliuretano millable MILLATHANE é usada em muitos mercados industriais, tais como máquinas comerciais, automotivo, têxtil, calçados e outros mercados. As aplicações típicas de alto desempenho incluem coberturas de rolamentos, correias, anéis de obstrução, gaxetas, diafragmas, vedantes, isoladores de vibração, amortecedores, impulsores, sola de calçados, mangueiras e tampas.



Graus de Poliuretano Millable Millathane®

A TSE produz uretanos millable tanto em graus de poliéster como de poliéter. **Graus de poliéter** possuem melhor resistência à água e hidrólise do que graus de poliéster, embora **graus de poliéster** possuam melhor resistência ao conjunto de aquecimento, óleo e compressão do que os graus de poliéter

A maioria dos graus de Millathane está disponível em várias viscosidades e como densos fardos ou folhas pré-moldadas. Todos os graus são curáveis por peróxido. Os graus curáveis por enxofre são Millathane E34, E40, CM, 76 e HT.

	Principais Propriedades	Aplicações Típicas
Graus de Poliéter		
Millathane 26	Conformidade com o regulamento da FDA 21CFR177.2600	Rolamentos, correias e peças moldadas, para aplicações de manuseio de alimentos e não alimentos
Millathane 97	Transparência e alta resistência à abrasão	Solas de calçados transparentes e componentes de calçados, e peças com cores brilhantes
Millathane CM	Excelente resistência, resistência à abrasão e propriedades em baixa temperatura	Peças militares e aeroespaciais que exigem excelente resistência e resistência a baixas temperaturas
Millathane E34	Resistência à abrasão e à hidrólise	Rolamentos cobertos com borracha para indústrias de papel e impressão, calçados
Millathane E40	Excelentes propriedades em baixa temperatura	Peças militares e aeroespaciais que exigem ótimas propriedades em baixa temperatura
Graus de Poliéster		
Millathane 66	Excelente resistência ao conjunto aquecimento, óleo e compressão	Vedantes, gaxetas, correias, rolamentos que necessitam de ótima resistência ao conjunto aquecimento e compressão
Millathane 76	Excelente resistência ao óleo e à abrasão	Rolamentos, anéis de obstrução, gaxetas, ventosas de sucção, isoladores de vibração, rodas
Millathane 5004	Resistência ao óleo e ao solvente	Ventosas de sucção, diafragmas, rolamentos para impressão e manuseio de papel
Millathane HT	Excelentes propriedades friccionais e em baixa temperatura	Correias, rolamentos, gaxetas que exigem excelentes características friccionais

Graus de Thanecure®

A TSE produz dois produtos Thanecure que são utilizados para vulcanização de borrachas de uretano millable.

Thanecure ZM	O Thanecure ZM é um ativador/acelerador de cura para poliuretanos millable curados por enxofre. É geralmente utilizado em um nível de 1phr que proporciona um bom equilíbrio de velocidade de cura e segurança de processamento.
Thanecure T9	O Thanecure T9 é TDI dimerizado e é utilizado como agente de vulcanização para uretanos millable curados por isocianato. Também é utilizado como um promotor de adesão para ligação borracha-têxtil.

Escolhendo o Poliuretano Millable Millathane® correto

O quadro abaixo exibe uma comparação das propriedades dos graus disponíveis de Millathane, incluindo uma comparação de compostos curados por enxofre e peróxido.

Grau de Millathane®	66	76	5004	HT	26	97	CM	E34	E40					
Tipo de Poliuretano	Poliéster						Poliéter							
Cura (P=Peróxido, S=Enxofre)	P	S	P	P	S	P	P	S	P	S	P	S	P	
Propriedades Físicas¹														
Resistência à tração	++	++	+	+	+	+	+	+	++	+	++	+	++	+
Resiliência de ressalto	+	o	o	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Resistência à abrasão	+	+	+	+	++	+	+	+	++	+	++	+	++	+
Resistência à ruptura	+	++	+	++	+	o	+	+	++	+	+	+	+	+
Propriedades mecânicas em alta dureza	+	+	+	+	o	o	+	+	+	+	+	o	+	o
Propriedades mecânicas em baixa dureza	o	++	+	+	+	o	+	o	+	+	+	+	+	+
Compressão definida -- a 70°C	++	o	++	+	+	++	+	o	+	+	+	+	+	+
-- a 100°C	++	o	++	+	+	+	+	o	o	+	o	+	o	+
Resistência ao calor	++	o	+	++	o	++	o	o	o	+	o	+	o	+
Desempenho em baixa temperatura	++	o	o	+	++	++	+	+	++	++	o	o	++	++
Impermeabilidade a gás	+	+	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+
Transparência (artigos curados)	o	—	o	o	—	o	o	++	—	—	—	o	—	o
Resistência à Hidrólise (água) ²	o ²	o ²	o ²	o ²	o ²	o ²	++	++	++	++	++	++	++	++
Resistência ao óleo	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Resistência ao diesel/biodiesel	++	++	++	++	+	+	o	o	+	+	+	+	+	+
Resistência à gasolina	++	++	++	++	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Gasool (gasolina/etanol 90/10)	+	+	+	+	o	o	—	—	—	—	—	—	—	—
Aplicações da FDA (conformidade com 177.2600)	—	—	—	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—
Processamento														
Moldagem por compressão	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Moldagem por transferência	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Moldagem por injeção	++	+	++	++	+	++	++	++	+	++	+	++	+	++
Extrusão ³	++	+	+	+	+	+	+	++	+	+	++	++	++	++
Vulcanização por vapor ⁴	o	o	o	o	o	o	+	+	++	+	++	+	++	+
Vulcanização por ar quente ⁵	o	++	o	o	+	o	+	+	++	+	++	+	++	+

++ = Excellent, + = Good, o = Fair, — = N/A or insufficient data

R20100525

¹Propriedades relativas (a outros polímeros/compostos de Millathane®)

²A resistência à hidrólise dos poliésteres uretanos pode ser significativamente melhorada pela adição de carbodiimidas.

³Apenas para construção de rolo de extrusão ou pré-formas

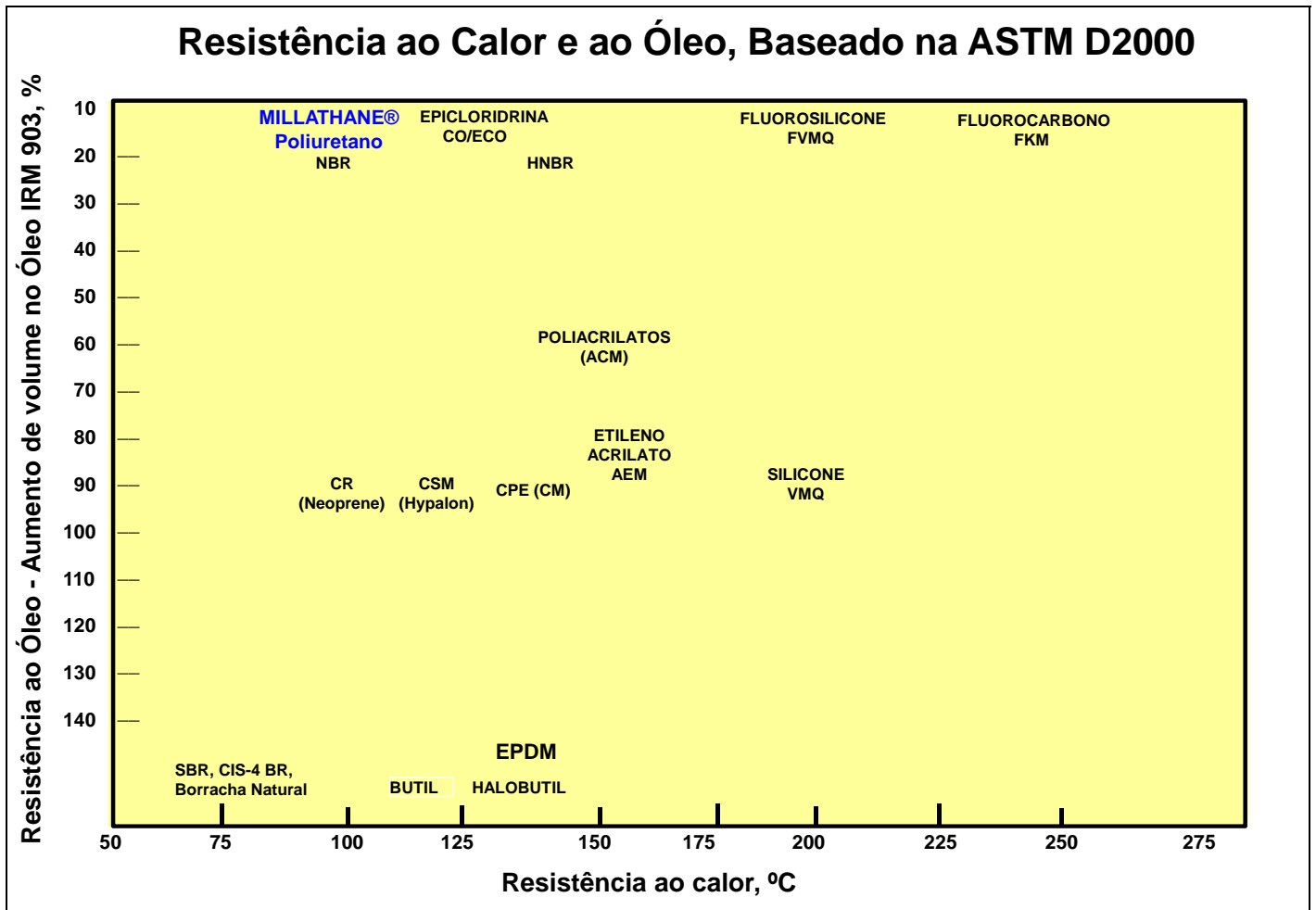
⁴Composto deve ser protegido do contato direto com vapor

⁵Os compostos curados por peróxido podem ser curados em ar quente se protegidos do contato com o ar/oxigênio

*Millathane 5004 e Millathane CM eram anteriormente conhecidos como Vibrathane 5004 e Adiprene CM, respectivamente. Vibrathane e Adiprene são marcas registradas da Chemtura Corporation.

Quadro ASTM D2000

Uma forma comum de comparar diferentes tipos de borracha é através de suas propriedades de envelhecimento por calor e resistência a óleo. O quadro abaixo, com base nos requisitos ASTM D2000, demonstra que os uretanos millable Millathane® possuem resistência muito boa ao óleo, similar a NBR e HNBR, e moderada resistência ao calor, de até 100°C - 125°C, similar aos valores de neoprene e de borrachas NBR.



Borracha de Poliuretano Millable Millathane®

Propriedades Mecânicas

Dureza

Os uretanos millable Millathane podem ser compostos para fazer produtos na faixa de dureza de 30 a 98 Shore A e de até 60 Shore D em durômetro, ainda que a maioria dos produtos úteis esteja na faixa de 50 a 80 Shore A em durômetro.

Resistência à Tração e Resistência à Ruptura

Valores altos como 40 MPa (5800 psi) de resistência à tração e 70 kN/m (400 lb./pol.) de resistência à ruptura são obtidos com uretanos millable Millathane, embora produtos com propriedades mais baixas que esses valores também tenham excelente desempenho. As peças mecânicas feitas de borracha são raramente utilizadas próximas de sua última resistência ao rompimento, geralmente dentro de 20% de alongamento ou compressão.

Resistência em Altas Temperaturas

Boa retenção de propriedades em altas temperaturas é importante para aplicações tais como vedações, gaxetas e correias que são submetidas a elevadas temperaturas durante o uso. Os compostos de borracha de uretano não são conhecidos por sua resistência à alta temperatura, pois tendem a amolecer significativamente em temperaturas acima de 150°C (302°F). Em temperaturas moderadas, os compostos podem ter retenção muito boa de propriedades, ainda melhor que polímeros como HNBR, conforme mostrados na tabela a seguir.

Propriedades Físicas	Millathane® 5004	HNBR
Teste a 23°C		
Dureza, Shore A	75	73
TSE-100*, MPa	5.2	3.7
Teste a 52°C		
TSE-100*, MPa	4.3	2.8
% Alteração	-16	-24
Teste a 107°C		
TSE-100*, MPa	4.1	2.7
% Alteração	-21	-28
Teste a 135°C		
TSE-100*, MPa	3.9	2.6
% Alteração	-25	-30

*TSE-100 = Resistência à Tração ("Módulo") a um Alongamento de 100%

Propriedades em Baixa Temperatura

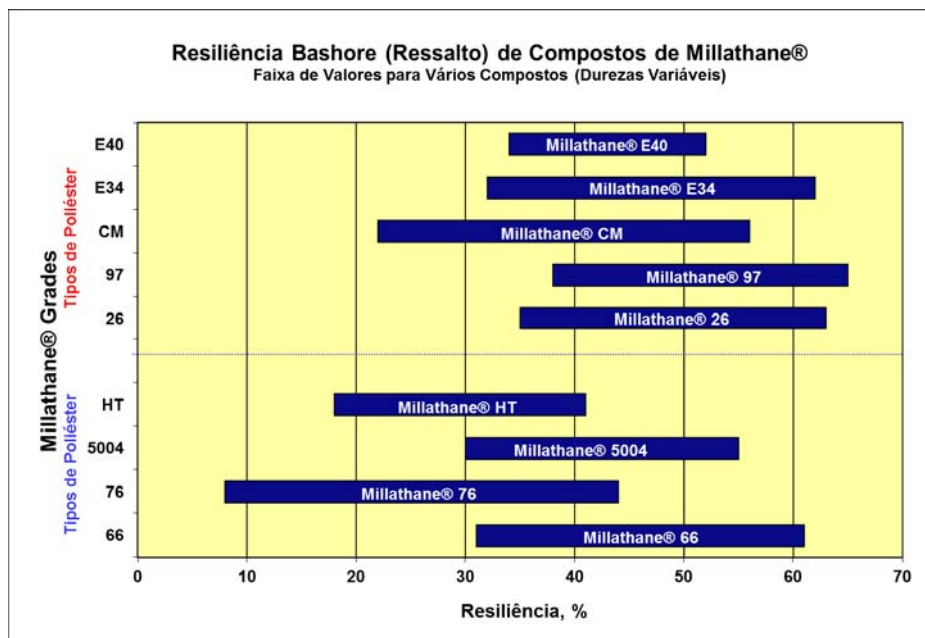
Uretanos millable, como categoria geral, possuem boas propriedades em baixa temperatura, com compostos baseados em graus de poliéter tendo pontos frágeis em valores baixos como -68°C (-90°F) e compostos baseados em graus de poliéster em valores baixos como -60°C (-76°C). A flexibilidade em baixa temperatura é importante para aplicações tais como bolsas anticongelantes de aeronaves, peças automotivas e mangueiras para temperatura fria.

Alguns graus de ambos os uretanos millable de poliéter e poliéster podem endurecer consideravelmente em baixas temperaturas, devido à cristalização do polímero. Os graus de Millathane que são os mais resistentes ao endurecimento em baixas temperaturas são os graus de poliéter Millathane CM e Millathane E40 e os graus de poliéster Millathane HT e Millathane 66.

Resiliência/Amortecimento

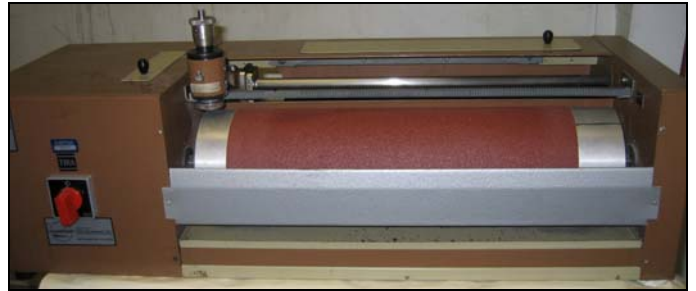
A resiliência é uma medida das características de ressalto da borracha. Resiliência de Bashore, testada de acordo com ASTM D2632, é um teste conveniente para medir a resiliência. O teste é executado soltando um êmbolo de massa e geometria específica de uma altura determinada para a superfície da amostra de teste. O coeficiente da distância que o êmbolo se estica em relação à distância que o êmbolo percorreu antes do impacto é a Resiliência Bashore, expressa em porcentagem.

Os uretanos millable Millathane podem ter valores de resiliência (ressalto) que variam de menos de 10%, como foi visto com alguns compostos Millathane 76, a mais de 60%, como visto com diversos graus de poliéter de uretanos millable Millathane. Compostos com baixa resiliência geralmente possuem excelentes características de amortecimento de vibração e são usados em embalagens de instrumentos e outras aplicações de amortecimento de vibração. Compostos com alta resiliência tendem a ter menor formação de aquecimento em aplicações dinâmicas tais como rolamentos cobertos com borracha. De modo geral, a resiliência será maior com cargas de baixo preenchimento do que com cargas de alto preenchimento, e as curas por peróxido tenderão a ter maior resiliência do que as curas por enxofre. É exibido abaixo um quadro demonstrando a faixa de valores de resiliência que os compostos, baseados em diferentes graus de Millathane, podem obter.

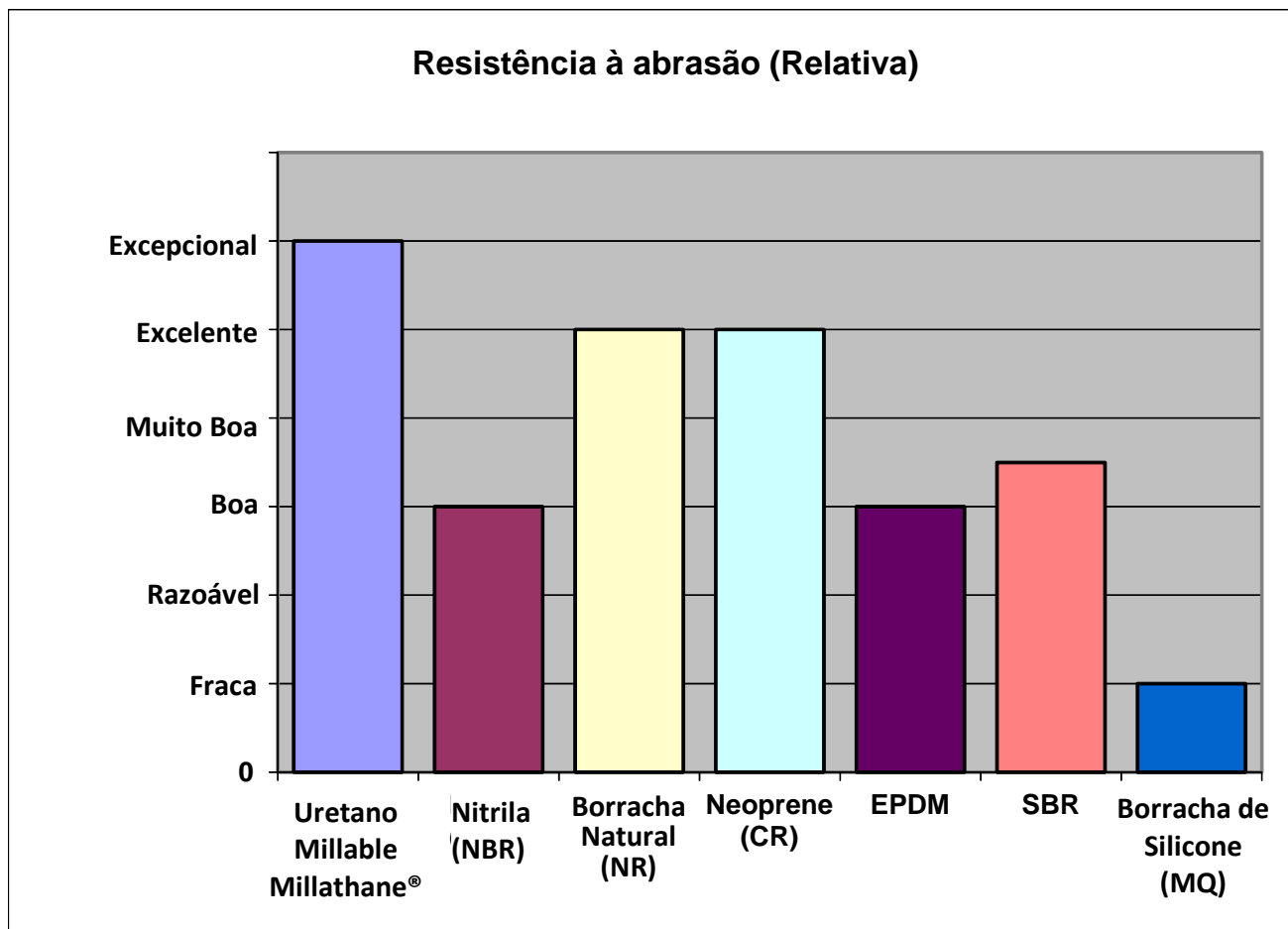


Resistência à Abrasão

A resistência à abrasão é a capacidade de uma superfície de resistir à deterioração devido ao contato com outra superfície que se move em relação a ela. A alta resistência à abrasão é importante em aplicações tais como rolamentos, correias e tampas de poeira de helicópteros. Um dos testes mais comuns para medir a resistência à abrasão é o Teste Abrasão DIN (ASTM D5963), em que uma amostra cilíndrica é passada através de um tambor de rotação de abrasivos e a quantidade de volume da amostra perdida é medida. Os valores típicos de resistência à abrasão para compostos de uretano millable Millathane são de 50 a 80 mm³, embora os compostos possam ter valores de resistência à abrasão baixos, como 30-40 mm³, dependendo da formulação.



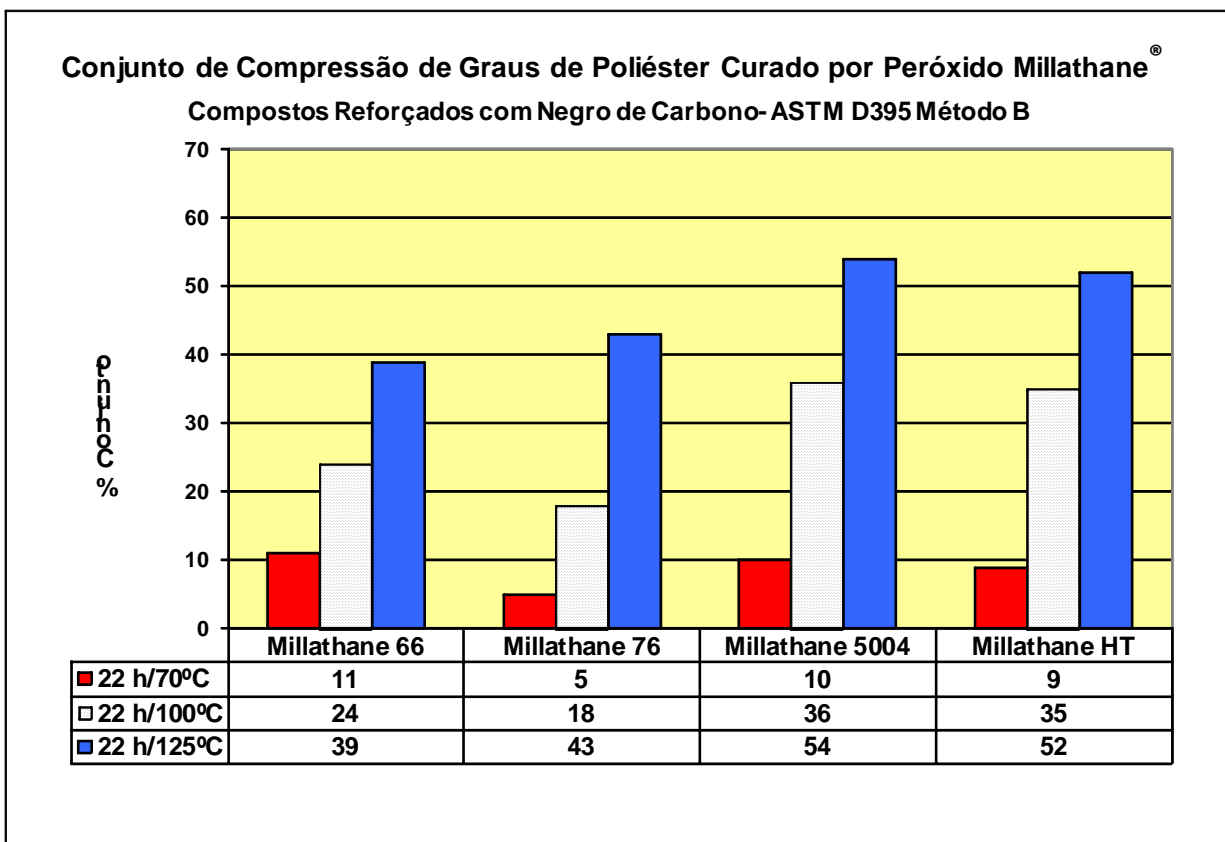
A borracha de poliuretano proporciona a mais alta resistência à abrasão de qualquer borracha, sintética ou natural. Os testes de laboratório nem sempre prevêm a vantagem de compostos Millathane em relação a outras borrachas, mas a experiência em campo mostra com frequência uma enorme melhoria na vida útil do produto quando o uretano millable Millathane substitui uma borracha convencional. Uma classificação de uretano millable Millathane em relação a várias outras borrachas convencionais é mostrada abaixo:



Conjunto de Compressão

O conjunto de compressão é a resistência à deformação permanente após a aplicação de uma carga ou deformação por um tempo e temperatura específicos. Um método típico de teste é o Método B ASTM D395, em que uma amostra com diâmetro de 1" x altura de 0,5" é comprimida 25% e, depois, colocada em um forno pelo tempo e temperatura especificados. Na retirada do forno e instalações, a amostra é deixada em repouso por 30 minutos, e o valor do conjunto permanente é medido.

Boa resistência ao conjunto de compressão é uma propriedade importante para aplicações tais como rolamentos, anéis de obstrução e vedações. Os uretanos millable Millathane, quando o peróxido é curado, possuem características muito boas do conjunto de compressão em temperaturas de até 125°C, com o conjunto aumentando à medida que a temperatura aumenta (como é típico para todas as borrachas). O quadro abaixo compara o conjunto de compressão dos graus de Millathane de poliéster em 70°, 100° e 125°C. De modo geral, os poliésteres uretanos terão o conjunto de compressão melhorado comparado a graus de poliéter. Os compostos de uretano millable curados por peróxido possuem conjunto de compressão muito melhor (mais baixo) em comparação com compostos curados por enxofre.

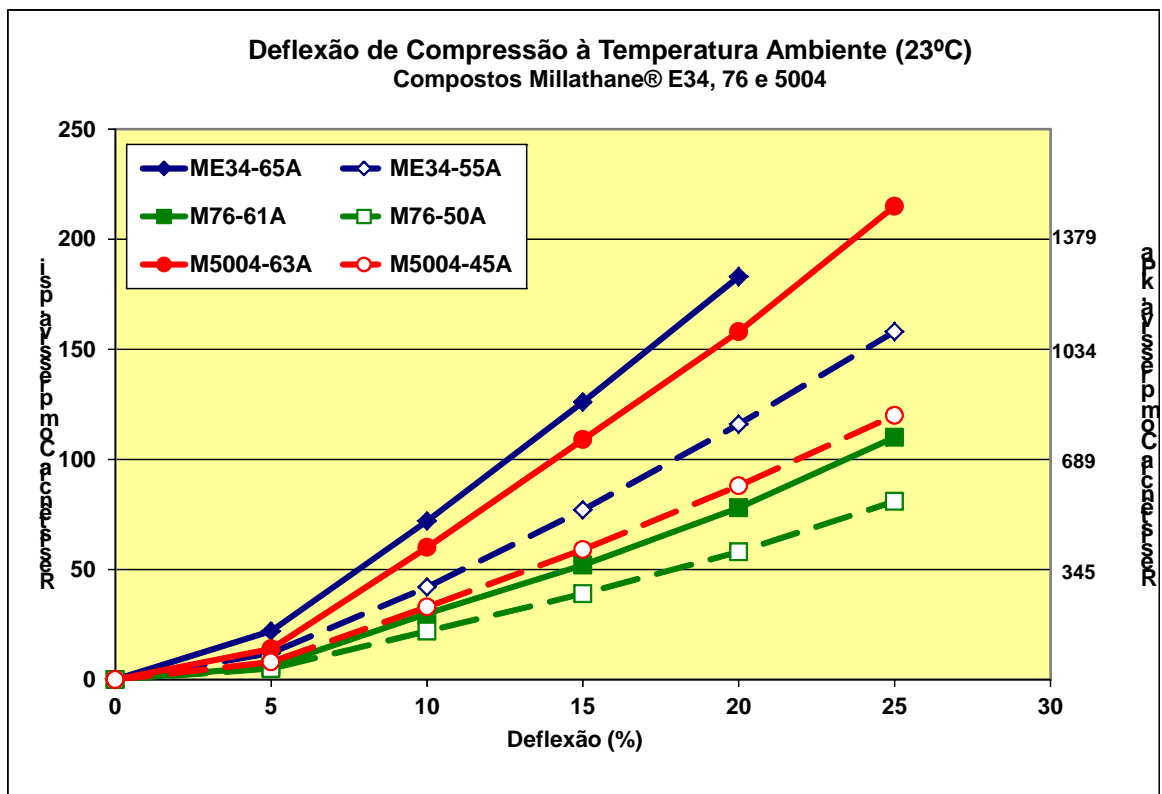


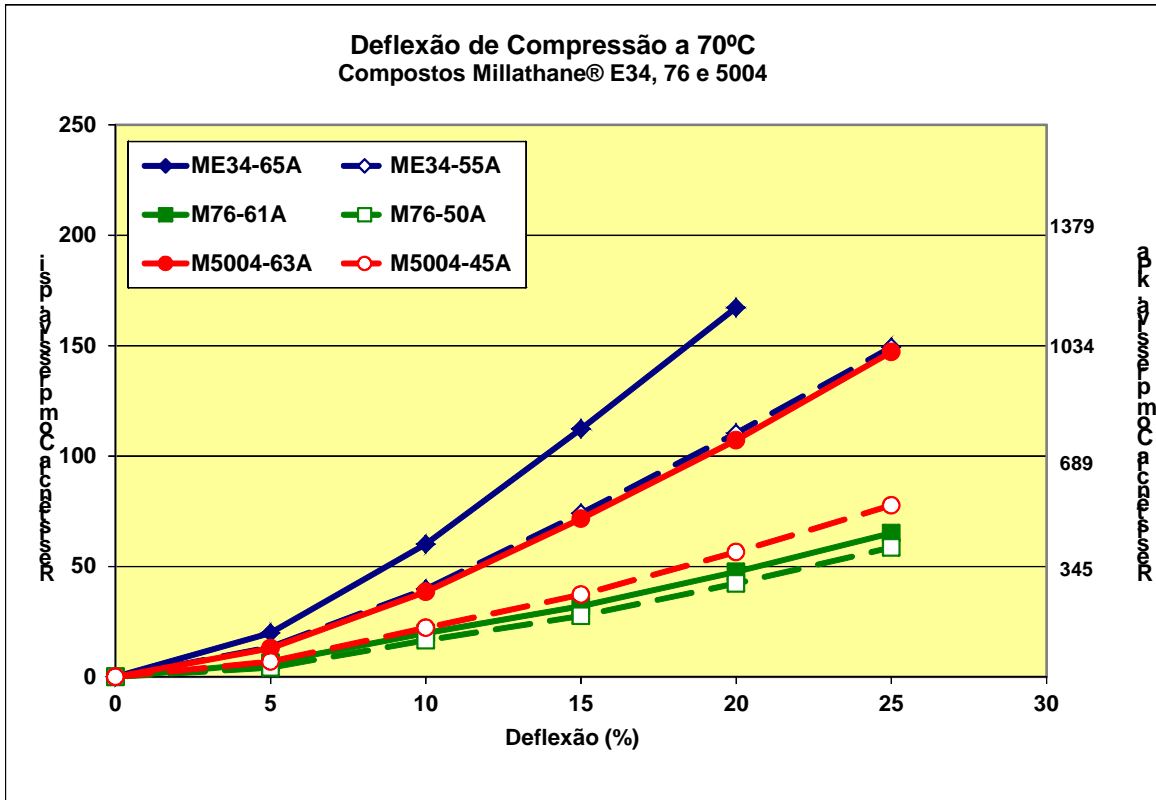
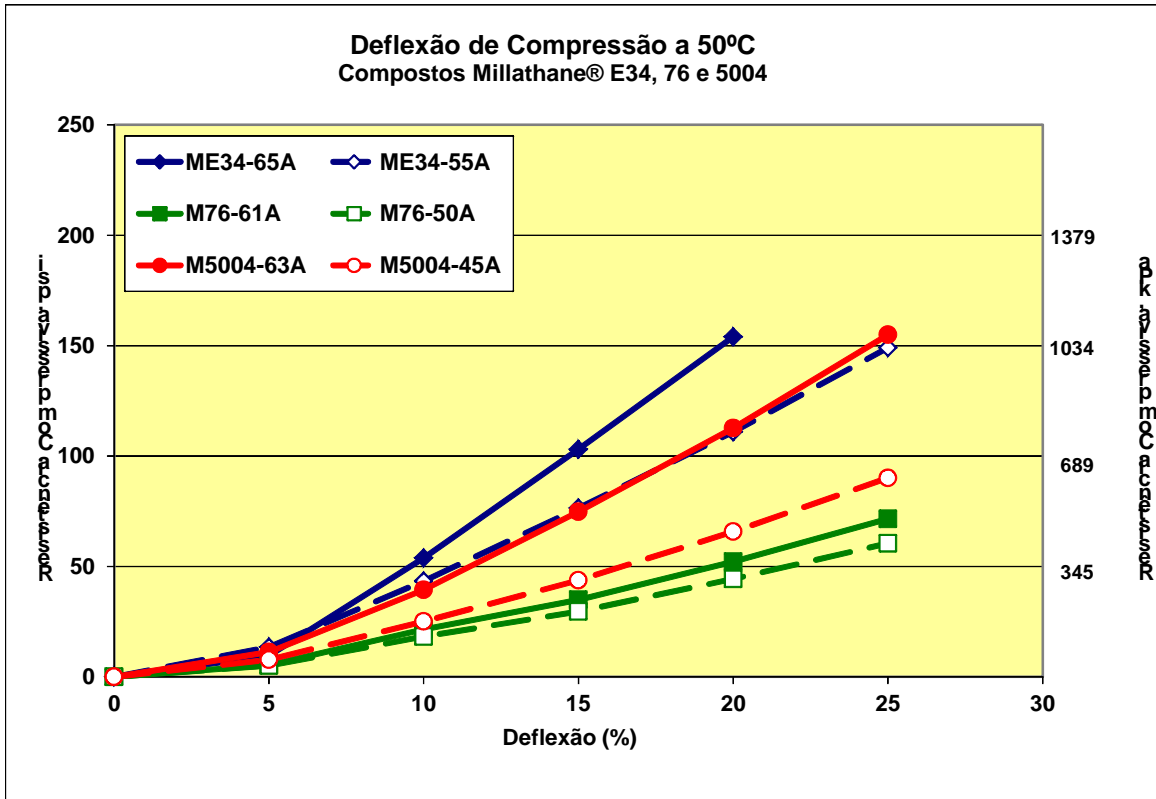
Compressão/Deflexão

Diversos compostos de poliuretano millable Millathane® reforçados com negro de carbono, baseados em três diferentes polímeros (Millathane® 76, Millathane E34 e Millathane 5004) foram testados quanto à compressão/deflexão, de acordo com o Método A ASTM D575. Os compostos Millathane 76 e E34 foram curados por enxofre, enquanto os compostos Millathane 5004 foram curados por peróxido, e houve duas durezas de cada composto testado. As amostras tinham um fator de forma de 0,5 (cilindros de 1 polegada (25,4 mm) em diâmetro e 0,5 polegadas (12,7 mm) de altura). A compressão/deflexão foi testada em temperatura ambiente (23°C), 50°C e 70°C.

Os dados, plotados nos gráficos abaixo e na próxima página, demonstram os compostos mais flexíveis com curvas de compressão/deflexão menores do que os compostos mais duros. Do mesmo modo, os compostos Millathane 76 demonstram os menores valores de compressão/deflexão, enquanto os compostos Millathane E34 e Millathane 5004 tinham compressão/deflexão um tanto similar, ao comparar os compostos em durezas similares.

Os resultados de compressão/deflexão em **temperaturas mais altas** mostram a tendência esperada de menor tensão exigida para defletir as amostras. Isso é mostrado nos dados de 70°C mostrados para todos os compostos e os dados do composto Millathane 5004 63 Shore A para todas as temperaturas.





Resistência Química

Uretanos geralmente possuem uma resistência muito boa a óleos e combustíveis, no entanto, resistência fraca a hidrocarbonetos clorados e cetonas. Uretanos não são conhecidos por sua resistência a ácidos e bases e são um tanto afetados pela água, especialmente a temperaturas elevadas. Poliésteres uretanos são especialmente afetados por esses materiais, pois podem sofrer hidrólise onde o polímero é degradado. Estabilizantes podem proteger poliésteres uretanos da hidrólise de forma limitada (contudo não permanente).

Abaixo, segue uma tabela da resistência de um composto de teste do Millathane® 76 (reforçado com negro de carbono, curado por enxofre) a diversas substâncias químicas, apresentando o aumento de volume percentual após imersão por uma semana à temperatura ambiente ou conforme observado de outro modo.

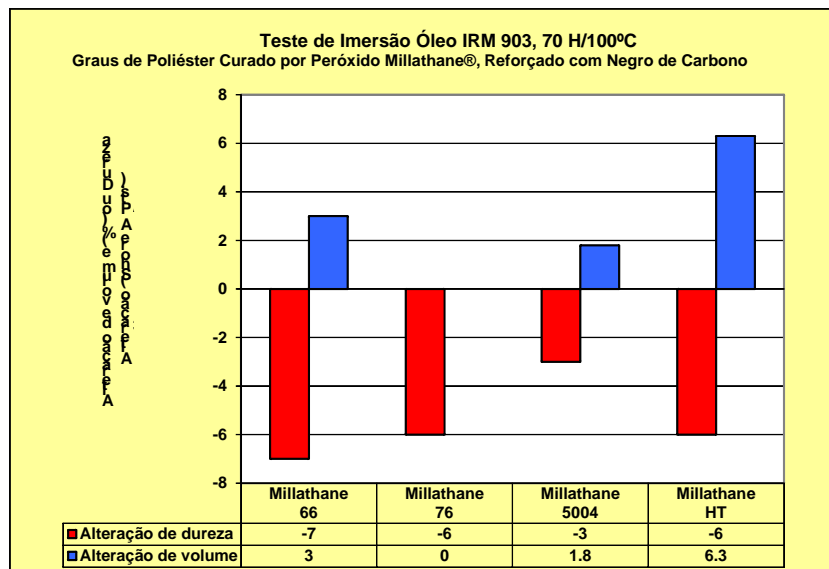
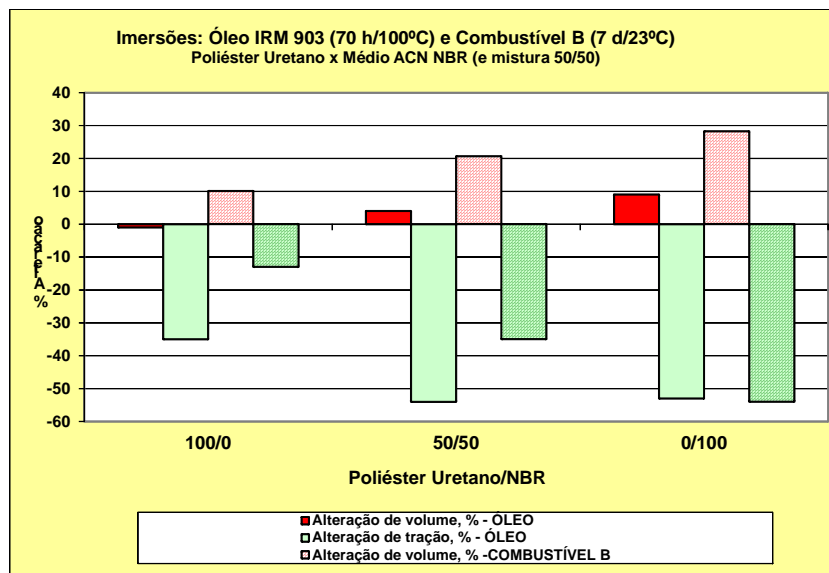
AUMENTO DE VOLUME DO MILLATHANE 76 EM DIVERSAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

ÁCIDOS	%	HIDROCARBONETOS	%
Ácido clorídrico, 10%	4	ASTM combustível B	16
Ácido nítrico, 10%	25	ASTM óleo #1	1
Ácido fosfórico, 10%	5	ASTM óleo #1, 70 h/100°C	-2
Ácido sulfúrico, 10%	3	ASTM óleo #3	1
		ASTM óleo #3, 70 h/100°C	-2
ÁLCOOIS		Benzeno	100
Álcool butílico	16	Gasolina	9
Álcool etílico	19	Petróleo, cru, 70 h/100°C	2
		Tolueno	59
ÁLCALI		Cera, petróleo, 70 h/100°C	-5
Hidróxido de sódio, 10%	2	Xileno	36
ÉSTERES		CETONAS	
Acetato de Cellosolve	302	Acetona	126
Acetato Etilico	104	Metil etil cetona (MEK)	119
HIDROCARBONETOS HALOGENADOS		OUTROS MATERIAIS	
Tetracloroeto de carbono	33	Fluido Hidráulico (Skydrol)	59
Tetracloroetileno	21	Óleo de linhaça	4
Tricloroetileno	121	Água	5

Resistência a Óleo, Combustível e Solvente

Poliuretanos millable geralmente possuem excelente resistência a óleo, similar à de uma nitrila ACN (NBR) média ou borrachas HNBR. A resistência a solvente e combustível (por exemplo, gasolina ou álcool) também é similar e, em alguns casos, melhor, comparada a uma borracha de nitrila ACN média. O gráfico abaixo mostra um poliéster uretano Millathane com melhor resistência (menos alteração no volume e resistência à tração) a óleo e Combustível B do que um composto de nitrila ACN média. O IRM 903 é um óleo de teste similar ao óleo lubrificante que possui um ponto de anilina de 70°C. O Combustível B é uma mistura 70:30 de isooctano e tolueno.

Os graus de poliéster terão resistência significativamente melhor a óleo e solventes do que graus de poliéter. Graus de poliéster devem ser escolhidos para aplicações que exigem resistência ótima a esses materiais, tais como rolos de impressão e vedações. O gráfico abaixo compara os cinco graus de poliéster Millathane quanto a sua resistência ao Óleo IRM 903. Todos os compostos apresentam dureza e alterações de volume menores após exposição ao óleo em alta temperatura. No entanto, o Millathane 76, o Millathane 5004 e o Millathane 28 tiveram as alterações de volume mais baixas, enquanto que o Millethane 5004 teve a menor alteração de dureza.

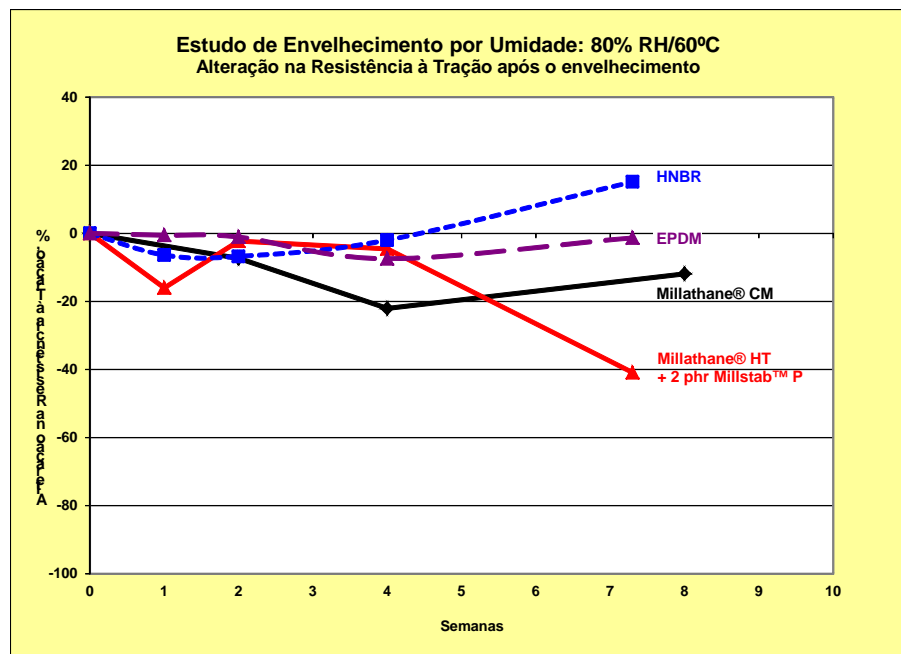
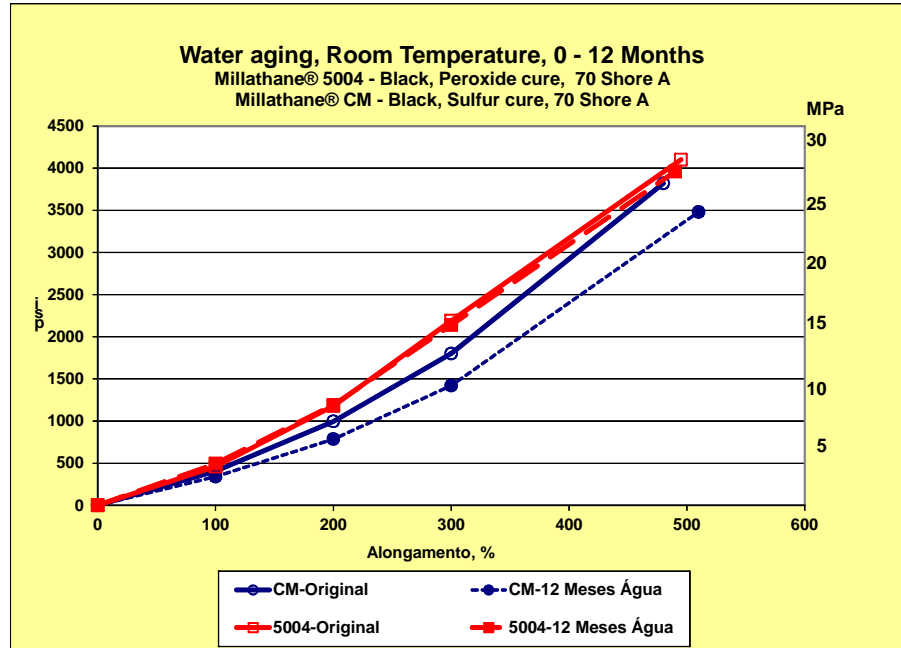


Resistência à Água/Umididade

Poliéteres millable uretanos possuem boa resistência à água e umidade e são recomendados para aplicações em que é importante a resistência à hidrólise a longo prazo. Poliésteres uretanos são muito menos resistentes à hidrólise, contudo podem obter excelente (embora temporária) resistência à hidrólise através da adição de estabilizantes de hidrólise de carbodiimina, com o nível e duração da proteção proporcional à quantidade de estabilizante (Millstab™ P) na formulação.

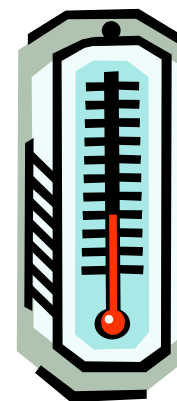
Um exemplo da excelente resistência à hidrólise do poliéter millable uretano Millathane CM e o poliéster millable uretano Millathane 5004 (com cinco partes de Millstab P) é exibido no gráfico à direita. Após imersão contínua em água de 1 ano, ambos os compostos apresentaram alterações mínimas nas propriedades.

Uma comparação do Millathane CM e do poliéster uretano Millathane HT (com duas partes de Millstab P) com compostos HNBR e EPDM de dureza similar testados sob condições quentes, úmidas é exibido no gráfico à direita. O Millathane CM e os compostos de HNBR e EPDM apresentaram alterações mínimas na resistência à tração ao longo do teste de 7 a 8 semanas, enquanto que o Millathane HT estabilizado apresentou alteração de tração mínima durante as quatro primeiras semanas, apresentando, em seguida, uma redução significativa na resistência à tração.



Resistência ao Calor

A borracha de poliuretano millable não é particularmente conhecida por sua alta resistência ao calor, normalmente sendo usada a temperaturas inferiores a 100°C. Graus de poliéster millable uretano Millathane® possuem resistência ao calor significativamente melhor do que graus de poliéter, e curas por peróxido terão melhor resistência ao calor do que curas por enxofre.



Para aplicações que requerem exposição não contínua a temperaturas acima de 150°C, poliéster millable uretanos curados por peróxido, tais como o Millathane 66, Millathane 5004 e Millathane 28 podem ser bastante úteis por causa de sua excelente retenção de propriedades.

A tabela abaixo apresenta a excelente resistência ao calor de um composto de Millathane 66 curado por peróxido reforçado com negro de carbono. As propriedades físicas testadas não apresentaram nenhuma alteração de dureza e alterações pouco significativas na resistência à tração e alongamento para envelhecimentos por calor conduzidos de 70°C até 150°C. O conjunto de compressão apresentou excelentes resultados até 140°C. O valor alto de um conjunto a 150°C o tornaria inadequado para aplicações a essa temperatura.

Condições de Envelhecimento por Calor						
	Original	70 h/70°C	70 h/100°C	70 h/125°C	70 h/140°C	70 h/150°C
Dureza, Shore A	88	88	88	88	88	88
Alteração de pontos	---	0	0	0	0	0
Resistência à Tração, psi	3550	3920	4120	2370	2750	3190
MPa	24.5	27.0	28.4	16.3	19.0	22.0
% Alteração	---	10	16	-33	-23	-10
Alongamento, %	155	165	170	90	100	150
% Alteração	---	6	10	-42	-35	-3
Condições do Teste do Conjunto de Compressão						
		22 h/70°C	22 h/100°C	22 h/125°C	22 h/140°C	22 h/150°C
Conjunto de Compressão, %		4	5	22	35	74

O composto usou Millathane 66 *Pre-moído*, que contém 1,5 partes do estabilizante de hidrólise Millstab™ P. O Millstab P é uma carbodiimida polimérica cujo benefício primário é a resistência à hidrólise, mas que também beneficia a resistência ao envelhecimento por calor e ao conjunto de compressão.

Resistência a Ozônio e a Condições Climáticas

Uretanos millable Millathane possuem excelente resistência a ozônio devido à cadeia principal saturada do polímero de uretano.



Compostos de uretano millable Millathane negros de carbono terão excelente resistência aos efeitos de UV, luz ultravioleta. Artigos de coloração clara ou transparentes (usando Millathane 97) também podem apresentar excelente resistência à UV e resistência ao amarelamento, obtidas pela adição de antidegradantes tais como antioxidantes e estabilizantes ultravioleta. A tabela abaixo mostra o efeito mínimo sobre as propriedades de exposição Florida sobre três compostos Millathane por um ano.

	Millathane CM	Millathane 5004*	Millathane M97
Reforço do composto	Negro de Carbono	Negro de Carbono	Sílica Pirogênica
Coloração do Composto	Preto	Preto	Claro/Transparente
Propriedades Originais			
Dureza, Shore A	70	70	72
TSE-100**, psi (MPa)	405 (2.8)	460 (3.2)	317 (2.2)
Resistência à Tração, psi (MPa)	3820 (26.3)	4100 (28.3)	3905 (26.9)
Alongamento, %	480	495	560
Ruptura, Die C, lb/in (kN/m)	269 (47.1)	284 (49.7)	219 (38.4)
Propriedades após exposição Florida ao ar livre por 1 ano (corpos de prova não tensionados)			
Dureza, Shore A	75	68	66
TSE-100*, psi (MPa)	695 (4.8)	530 (3.7)	310 (2.1)
Resistência à Tração, psi (MPa)	3650 (25.2)	3200 (22.1)	2600 (17.9)
Alongamento, %	335	490	475
Ruptura, Die C, lb/in (kN/m)	211 (36.9)	302 (52.9)	190 (33.3)
Aparência Superficial	Nenhum sinal de rachaduras ou fissuras		
* contém 5 partes de Millstab™ P, um estabilizante de hidrólise de carbodiimida			
**TSE-100 = Resistência à Tração em 100% de alongamento			

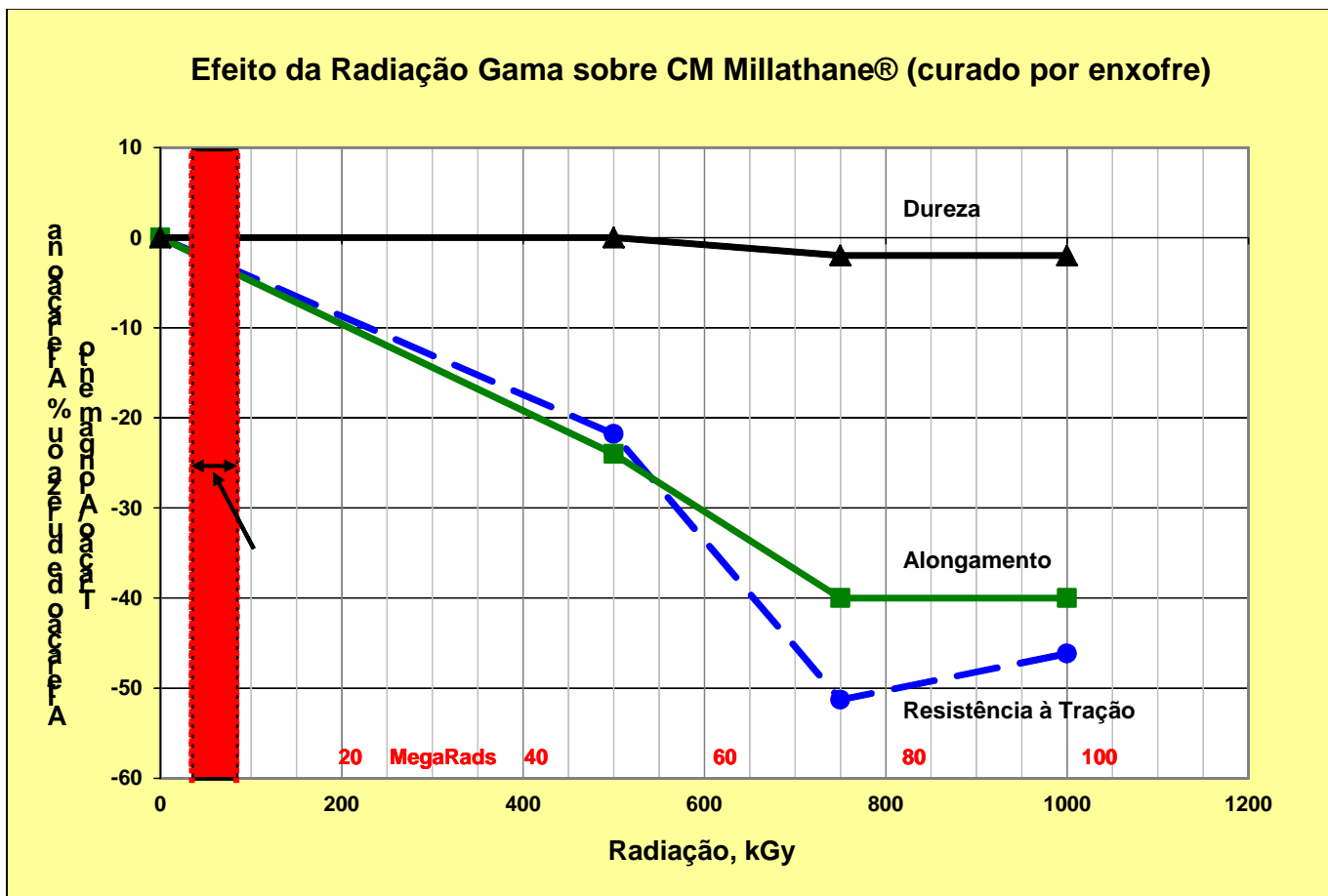
Resistência à Chama

Uretanos millable Millathane não são inerentemente resistentes à combustão, contudo podem ser compostos com aditivos resistentes à chama para melhorar a resistência ao fogo, similar a outras borrachas. Foram testados compostos que contêm óxido de antimônio com materiais halogenados que atendem aos requisitos UL94 V-0. Compostos resistentes à chama sem halogênio podem ser preparados usando-se altos níveis de tri-hidrato de alumina e/ou hidróxido de magnésio no composto.

Resistência à Radiação e Esterilização

O Millathane® CM oferece boa resistência à radiação gama comparado a outros elastômeros. Na faixa de radiação típica usada para esterilização por raios gama de produtos médicos (de até 75 kGy), um composto de Millathane CM curado por enxofre apresentou alterações insignificantes nas propriedades.

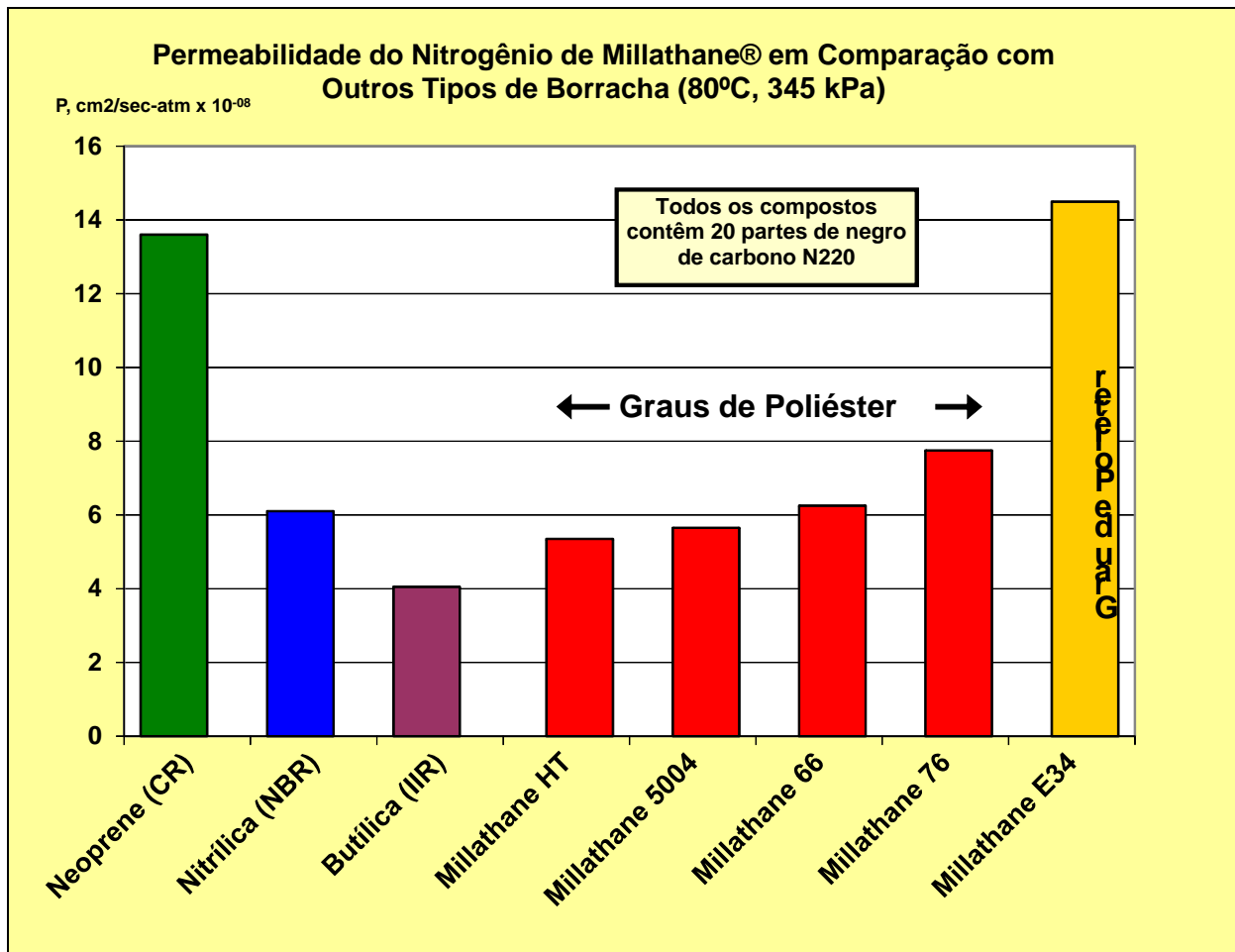
Mesmo em doses relativamente altas de 1000 kGy (100 Megarads), este composto de Millathane CM ainda mantém boas propriedades e fornece serviço satisfatório. Compostos curados por peróxido possuem menos resistência à radiação do que compostos curados por enxofre.



Permeabilidade a Gás

Uretanos millable Millathane® possuem resistência muito boa à permeabilidade a gases, com permeabilidade de graus de poliéster Millathane próxima à da borracha butílica. Uma comparação da permeabilidade do nitrogênio de diversos graus de Millathane em relação à borracha de neoprene (CR), nitrílica (NBR) e butílica (IIR) é apresentada no gráfico abaixo.

Poliésteres millable uretanos possuem permeabilidade muito boa, de comparável a um pouco melhor que à borracha nitrílica, contudo levemente defensiva para borracha butílica. Millathane E34, um poliéster poliuretano, apresentou permeabilidade a nitrogênio mais alta (mais fraca), similar à da borracha de neoprene.



Encolhimento por Moldagem

O encolhimento por moldagem de compostos de uretano millable Millathane® geralmente se mantém entre 2,2 e 2,5%. Compostos de resina e aqueles com baixas cargas de preenchimento podem apresentar encolhimento por moldagem levemente mais alto, e aqueles com cargas de preenchimento relativamente altas podem apresentar encolhimento por moldagem levemente mais baixo. Curas por peróxido geralmente propiciam encolhimentos por moldagem levemente mais baixos do que curas por enxofre.

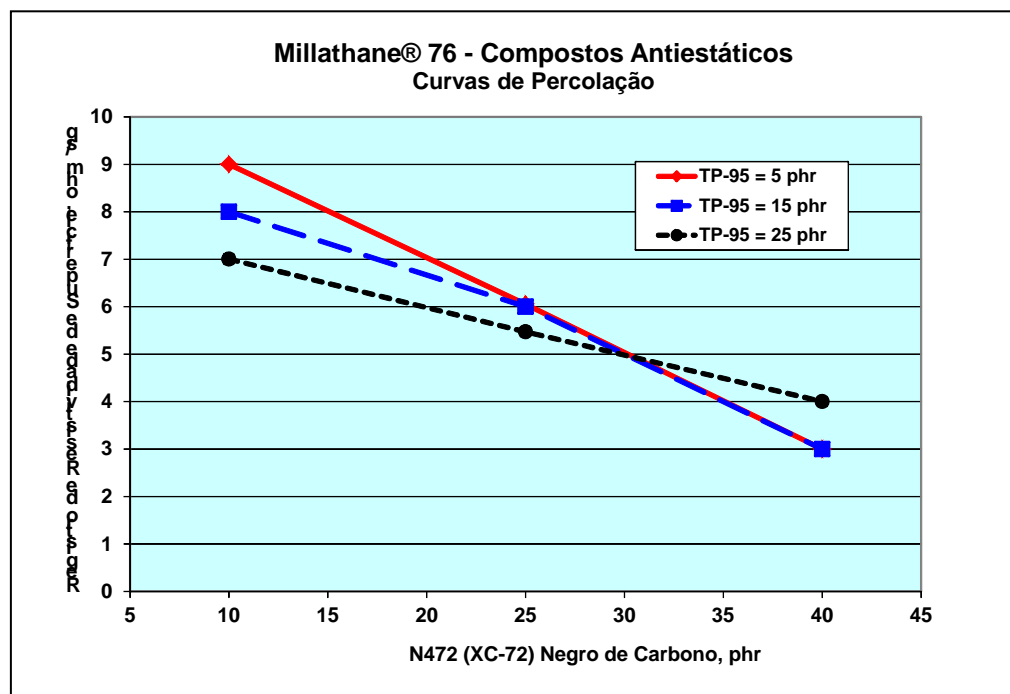
Propriedades Elétricas

Uretanos millable não são normalmente usados para aplicações elétricas, devido às propriedades elétricas relativamente fracas dos polímeros de uretano polares. É exibida abaixo uma comparação de compostos do tipo isolante baseados no Millathane CM, borracha natural e neoprene.

	Resistividade, ohm-cm	Capacidade de Indução Específica (SIC) a 1000 cps	Fator de Potência a 100 cps
Borracha natural	10^{15}	2.5	0.005
Neoprene	10^{12}	6.7	0.025
Millathane CM	10^{10}	10.2	0.080

Compostos de Millathane podem ser formulados para serem antiestáticos ou semicondutores através da adição de carbono condutor. Compostos antiestáticos são importantes para rolos e correias dissipadores de estática, normalmente para uso em máquinas comerciais onde produtos de papel são transportados.

Compostos de Millathane 76 curados por enxofre, que variaram em condutor de negro de carbono de 10 a 40 partes e plastificante de 5 a 25 partes, apresentaram valores de resistividade elétrica de 10^8 diminuindo para 10^3 , conforme visto no gráfico abaixo.



Colorabilidade.

Como com outros tipos de borracha, compostos curados por peróxido propiciarão cores mais vivas e melhor retenção de cor do que compostos curados por enxofre, devido à descoloração (amarelamento) associada a curas por enxofre, especialmente com curas a temperaturas mais altas. Para obter os melhores compostos coloridos, recomendamos enfaticamente o Millathane 97, um poliéter uretano millable curável por peróxido

O Millathane 97 foi desenvolvido para aplicações transparentes, como, por exemplo, solas de calçados esportivos, e pode propiciar, com a formação de compostos adequada, partes com cores claras ou vivas.



Reciclabilidade

Produtos curados de uretanos millable Millathane podem ter como base um pó fino (por exemplo, por meio de técnicas criogênicas) e adicionados novamente ao mesmo composto em baixos níveis com efeito mínimo nas propriedades.

Aplicações

Algumas aplicações que se beneficiam do amplo potencial de projeto de uretanos millable Millathane são pneus sólidos, rolos revestidos com borracha, buchas, rolamentos, diafragmas, gaxetas, áreas de teste, calçados esportivos, correias, tampas antipoeira militares, bolsas descongelantes de aeronaves e amortecedores.



Resumo

Uretanos millable Millathane® possuem uma ampla faixa de excelentes propriedades e vistas neste boletim. Se você desejar investigar como uretanos millable Millathane podem ser uma boa opção para sua aplicação, sinta-se à vontade para entrar em contato conosco a qualquer momento.



TSE Industries, Inc.
4370 112th Terrace N
Clearwater, FL 33762 USA
727-573-7676 or 800-237-7634
Fax: 727-572-0487
www.tse-industries.com
millathaneinfo@tse-industries.com

