

**3M** Ciência.  
Aplicada à vida.™

**Guia de Referência**  
**Técnica de**  
**Fibras**  
**Cerâmicas e**  
**Têxteis 3M™**  
**Nextel™**



# Técnica de Fibras Cerâmicas e Têxteis 3M™ Nextel™

## Guia de Referência:

### Índice

|   |    |
|---|----|
| Introdução.....   | 3  |
| Saúde e segurança .....   | 4  |
| Terminologia.....   | 6  |
| Nomenclatura .....  | 6  |
| Guia de Seleção de Fibra.....   | 7  |
| Perda de peso.....  | 8  |
| Encolhimento.....   | 8  |
| Fibras.....   | 9  |
| Dimensionamento.....  | 10 |
| Mechas, Fios e Fibras Cortadas.....                                   | 11 |
| Linha de costura.....   | 13 |
| Tecidos.....  | 14 |
| Carga de ruptura de urdidura e enchimento à temperatura ambiente..... | 16 |
| Condutividade térmica.....  | 16 |
| Fitas .....   | 17 |
| Mangas.....   | 17 |
| Resultados do teste de desempenho                                     |    |
| Compatibilidade química.....  | 18 |
| Compatibilidade de Metal.....   | 18 |
| Resistência Química.....  | 18 |
| Absorção de Umidade.....  | 19 |
| Compatibilidade com combustível de aviação e fluido hidráulico.....   | 19 |
| Propriedades Ópticas Térmicas .....                                   | 19 |
| Absorvância e Transmitância de IR.....                                | 20 |
| Instruções de limpeza a quente .....                                  | 21 |
| Instruções de Tratamento Térmico .....                                | 22 |

**Nota:** O objetivo deste guia é fornecer informações básicas aos usuários do produto para uso na avaliação, processamento e solução de problemas de uso de determinados produtos 3M. As informações fornecidas são de natureza geral ou resumida e são oferecidas para auxiliar o usuário. As informações não pretendem substituir a consideração cuidadosa do usuário sobre as circunstâncias e condições únicas envolvidas no uso e processamento de produtos 3M. O usuário é responsável por determinar se esta informação é adequada e apropriada para o uso específico do usuário e aplicação pretendida. O usuário é o único responsável por avaliar os direitos de propriedade intelectual de terceiros e por garantir que o uso do usuário e a aplicação pretendida do produto 3M não viole nenhum direito de propriedade intelectual de terceiros.

## Fibras de Óxido Cerâmico de Filamento Contínuo 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720

### Introdução

As Fibras de Óxido Cerâmico de Filamento Contínuo 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720 representam um grande avanço na tecnologia de fibras refratárias. Essas fibras de óxido de metal podem ser facilmente convertidas em têxteis que atendem aos exigentes requisitos de desempenho em ambientes operacionais de alta temperatura. Tecidos, fitas, mangas e fios são produtos típicos.

Além disso, as fibras têm baixo alongamento e encolhimento em temperaturas operacionais, o que permite a fabricação de um produto dimensionalmente estável. Essas novas fibras também oferecem boa resistência química, baixa condutividade térmica, resistência ao choque térmico, baixa porosidade e propriedades elétricas únicas.

Como os filamentos são contínuos e fortes, os têxteis de óxido cerâmico podem ser produzidos sem o auxílio de outras fibras ou inserções de arame.

### Fibras de alta temperatura

As fibras cerâmicas Nextel 312 e 440, quando convertidas em tecidos, fitas e mangas, são utilizadas nos mercados aeroespacial, industrial, automotivo, elétrico e petroquímico como escudos térmicos, cortinas, forros, isolantes, mantas e vedações.

### Fibras Estruturais

As fibras cerâmicas Nextel 610 e 720 são utilizadas em compósitos cerâmicos, poliméricos e de matriz metálica. A fibra cerâmica Nextel 610 é conhecida por suas excelentes propriedades de tração de filamento único. A fibra cerâmica Nextel 720 é utilizada em compósitos de matriz cerâmica devido à sua alta resistência à fluência.



## Boletim de Saúde e Segurança

### 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720

#### Introdução

As Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ são fibras refratárias de aluminoborossilicato (312 e 440), aluminossilica (720) e alumina (610) com diâmetros variando de 8 a 14 microns. Eles são produzidos em comprimentos contínuos. Durante a fabricação, as fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720 podem ser revestidas com gomas ou acabamentos orgânicos que servem como auxiliares no processamento têxtil. As fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720 não apresentam riscos significativos à saúde na maioria das condições de uso. Sob certas condições, no entanto, as fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720 podem causar danos à saúde se não forem manuseadas adequadamente. As informações a seguir descrevem a natureza desses perigos potenciais e fornecem práticas recomendadas de manuseio seguro para minimizar os riscos. As Fichas de Dados de Segurança (SDS) e as Fichas de Resumo de Toxicidade do Produto também devem ser consultadas para obter informações adicionais.

#### Fibra e Inalação de Poeira

As fibras cerâmicas Nextel são classificadas como fibras cerâmicas e são fabricadas em comprimentos contínuos e possuem diâmetros (aproximadamente 8 a 14 microns) que não são considerados respiráveis pelo ser humano. Consequentemente, não se espera que a exposição por inalação às fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 ou 720 represente um risco cancerígeno para os seres humanos, mas pode causar irritação mecânica do nariz e da garganta.

Em certas operações, as fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720 podem quebrar para formar um pó, principalmente se a colagem foi removida ou as fibras foram expostas a altas temperaturas. O potencial do pó de fibra cerâmica Nextel 312 para causar efeitos biológicos foi avaliado em um estudo de instilação intratraqueal em ratos. A instilação intratraqueal fornece materiais de teste diretamente para o trato respiratório inferior e, assim, contorna os processos pelos quais fibras e poeira são normalmente filtradas nas vias aéreas superiores quando são inaladas. Neste estudo, o pó de fibra cerâmica Nextel 312 causou inflamação pulmonar, mas não houve evidência de efeitos mais graves, como granulomas ou fibrose. Um grupo de controle igualmente exposto ao pó de quartzo desenvolveu fibrose e granulomas pulmonares. Concluiu-se a partir deste estudo que o potencial do pó de fibra cerâmica Nextel 312 causar fibrose pulmonar ou outra lesão pulmonar significativa é mínimo.

Os produtos de fibras cerâmicas Nextel são projetados, fabricados e vendidos para uso industrial. Eles não são projetados, fabricados ou recomendados para uso em dispositivos médicos, alimentos, medicamentos, cigarros

eletrônicos, dispositivos de inalação pessoal ou aplicações cosméticas. Como política geral, a Divisão de Materiais Avançados da 3M não amostra, apoia ou vende intencionalmente produtos de fibra cerâmica Nextel para uso em dispositivos médicos, medicamentos, alimentos, cigarros eletrônicos, dispositivos de inalação pessoal, cosméticos ou outras aplicações em que as fibras do produto ou o revestimento orgânico da fibra, têm o potencial de entrar no corpo humano por ingestão ou inalação.

Atualmente, não há Limite de Exposição Permissível OSHA (PEL) ou Valor Limite de Limiar ACGIH (TLV) específico para fibras cerâmicas refratárias. A Refractory Ceramic Fiber Coalition (RCFC) sugeriu um limite de exposição de 0,5 fibras/cc para aquelas fibras de 3 microns; portanto, eles não são cobertos por esse limite sugerido. Em vez disso, o ACGIH® TLV® atual de 1 mg/m<sup>3</sup> média ponderada no tempo de 8 horas (TWA) para material particulado de alumínio metálico e compostos insolúveis é recomendado para as fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720, uma vez que são alumina- materiais baseados.

Como as fibras cerâmicas Nextel têm diâmetros de 8 a 14 microns, elas estão fora da definição de respirável da Organização Mundial da Saúde (OMS). As fibras são definidas como respiráveis pela convenção da OMS se o diâmetro for inferior a 3 microns, o comprimento for superior a 5 microns e a relação de aspecto (comprimento/diâmetro) for de pelo menos 3:1.

A Agência Europeia de Produtos Químicos (ECHA) adicionou fibras cerâmicas refratárias de aluminossilicato (RCFs) à Lista de Candidatos para substâncias de grande preocupação (SVHC) sob o REACH. Embora muitas Fibras Cerâmicas e Tecidos 3M™ Nextel™ sejam cerâmicas de aluminossilicato, nenhum produto atual de Fibra Cerâmica 3M™ Nextel™ está sujeito às categorias RCF que a ECHA designou para a Lista de Candidatos SVHC.

Somente as fibras que atendem às duas condições a seguir são classificadas na nova categoria SVHC:

- (i) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e SiO<sub>2</sub> estão presentes em qualquer uma das seguintes faixas: (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 43,5–47,0% p/p e SiO<sub>2</sub> : 49,5–53,5% p/w) e (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 45,5–50,5% p/p e SiO<sub>2</sub> : 48,5– 54,0% p/p)
- (ii) As fibras têm um diâmetro geométrico médio ponderado de comprimento inferior a dois erros geométricos padrão de 6 ou menos micrômetros (µm).

As Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ não são consideradas SVHCs e não estão sujeitas a futuras ações de autorização sob o REACH. Consulte as folhas de dados regulamentares da Nextel, disponíveis em [3m.com/sds](http://3m.com/sds), para obter informações atualizadas sobre SVHC. O Regulamento (CE) n.º 1272/2008 sobre classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas (CLP) é a base jurídica europeia para a classificação, embalagem e rotulagem de certas fibras vítreas artificiais.

## Boletim de Saúde e Segurança (continuação)

### 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720

estudos demonstraram que certas fibras vítreas artificiais têm efeitos cancerígenos. Devido ao fato das fibras cerâmicas Nextel não atenderem às dimensões geométricas críticas para fibras respiráveis (nota R na 97/96/EC), as fibras Nextel não são classificadas como substâncias perigosas de acordo com esta diretiva.

#### Contato com os olhos e a pele

As Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720 podem causar irritação mecânica dos olhos e da pele semelhante à causada pela fibra de vidro. Óculos de segurança ou óculos de proteção, luvas e roupas de mangas compridas com punhos justos são recomendados para minimizar o contato com os olhos e a pele. Roupas contaminadas devem ser lavadas todos os dias. Se ocorrer irritação, lave os olhos com água. Se ocorrer irritação da pele, lave a área afetada com água e sabão e troque para roupas limpas.

Para obter mais informações, consulte a Ficha de Dados de Segurança (SDS).

#### Limpeza/tratamento térmico

As fibras cerâmicas Nextel 610 e 720 são utilizadas em compósitos cerâmicos, poliméricos e de matriz metálica. A limpeza térmica das fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720 para remover as colas e acabamentos poliméricos ou o tratamento térmico das fibras cerâmicas Nextel 312 gera produtos de decomposição térmica que podem ser perigosos se inalados em concentrações que excedam os limites de exposição recomendados. O monóxido de carbono pode ser um produto de decomposição predominante. Ao controlar as

concentrações de monóxido de carbono para o valor limite ACGIH de 25 ppm (8 h TWA), outros produtos de decomposição também devem ser adequadamente controlados. O controle dos níveis de monóxido de carbono pode ser alcançado de forma mais eficaz por meio do uso de ventilação de exaustão, ou seja, um gabinete de exaustão ou coifa. O sistema de ventilação deve fornecer uma velocidade de captura mínima de 150 pés/min (45,72 m/min) e não deve estar sujeito a perturbações produzidas por correntes de ar cruzadas. Para obter instruções detalhadas, consulte os Boletins de Procedimento de Limpeza/Tratamento Térmico para Fibras Cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720.

#### Considerações após o serviço

A análise das fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720, tanto como fabricadas quanto após o uso, mostrou que nem a sílica cristalina livre nem a forma cristobalita da sílica estão presentes. A sílica nas fibras está presente na forma de mulita, que é uma mistura estável de alumina e sílica. Isso diferencia as fibras cerâmicas Nextel 312, 440, 610 e 720 de algumas outras fibras cerâmicas refratárias que, quando repetidamente aquecidas a temperaturas muito altas >2012°F (>1100°C), podem ser parcialmente convertidas em uma forma de sílica cristalina.

Consulte a seção “Inalação de Fibras e Pó” deste documento para precauções e recomendações de respirador ao usar fibras cerâmicas Nextel.

## Terminologia de Fibra Cerâmica 3M™ Nextel™

**Fibra Cortada** – Pequenos comprimentos de fibra feitos cortando mecha de fibra contínua. As fibras cortadas são relativamente uniformes em comprimento e diâmetro, ao contrário das fibras sopradas por fusão.

**Fio Contínuo** – Um fio no qual os comprimentos individuais dos filamentos se aproximam do comprimento do fio.

**Denier** – Número de gramas por 9000 metros.

**Fim** – Fio simples, mecha ou fio, incorporado a um produto.

**Fibra** – Estrutura em forma de fio com um comprimento de pelo menos 100 vezes o seu diâmetro, pode ser de comprimentos curtos ou contínuos.

**Filamento** – Uma única fibra com comprimento extremo.

**Preenchimento** – Extremidades que correm em ângulos retos com a urdidura.

**Acabamento** – Material aplicado a produtos de fibra para melhorar a ligação fibra-resina, melhorar a lubricidade e a abrasão de alta temperatura ou estabilizar uma trama. Pode conter um agente de acoplamento.

**Limpeza a quente** – Processo em lote ou contínuo para remover termicamente o dimensionamento.

**Tratamento Térmico** – Processo batelada ou contínuo para remover termicamente a colagem e alterar a estrutura cristalina da fibra Nextel 312, melhorando sua resistência à umidade e ao ataque químico.

**Pick** – Um fio simples, mecha ou fio incorporado a um produto.

**Plied Yarn** – Um conjunto de dois ou mais fios previamente torcidos.

**Mecha** – Um conjunto solto de filamentos em um único fio, com pouquíssima torção. Também conhecido como fio ou reboque.

**Servir** – Enrolar um fio como rayon em torno de uma mecha ou fio para proteção.

**Emenda** – União de duas fibras ou fios unidos no final.

**Colagem** – Amido, óleo, cera ou outro ingrediente adequado aplicado a um fio de fibra para proteger e auxiliar no manuseio. Um dimensionamento contém ingredientes para fornecer lubricidade e ação de ligação. Ao contrário de um acabamento, um dimensionamento geralmente é removido antes do uso do produto final.

**Strand** – Um conjunto solto de filamentos em um único fio com muito pouca torção. Também conhecido como roving ou reboque.

**Tex** – Gramas por 1000 metros.

**Reboque** – Um fio solto, essencialmente não torcido, de fibras.

**Twist** – Torcer e/ou dobrar fios.

**Urdidura** – Extremidades que correm longitudinalmente em um tecido.

**Fio** – Um conjunto de um ou mais fios torcidos juntos.  
Exemplos: 1/2, 2/2, 4/5.

**Rendimento** – Comprimento do fio por unidade de peso.

## Nomenclatura

### Tipo de Fibra

A=312

B=440

D=610

E=720

### Tipo Têxtil

F=Tecido

P=Fita

T=Fio

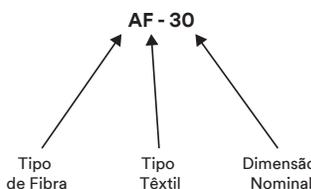
S=Manga

C=Picado

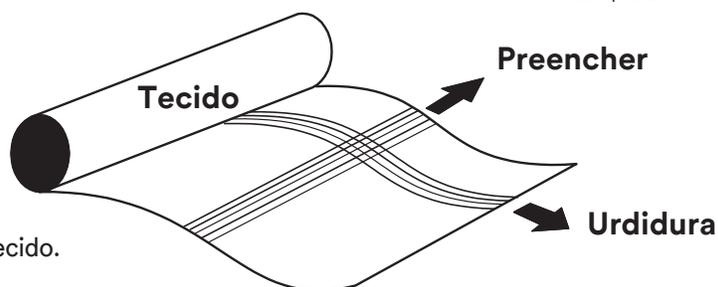
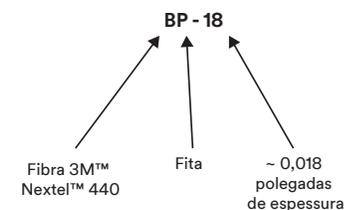
**Preenchimento** – Extremidades que correm transversalmente em um tecido.

**Urdidura** – Extremidades que correm longitudinalmente em um tecido.

### Exemplo:



### Exemplo:



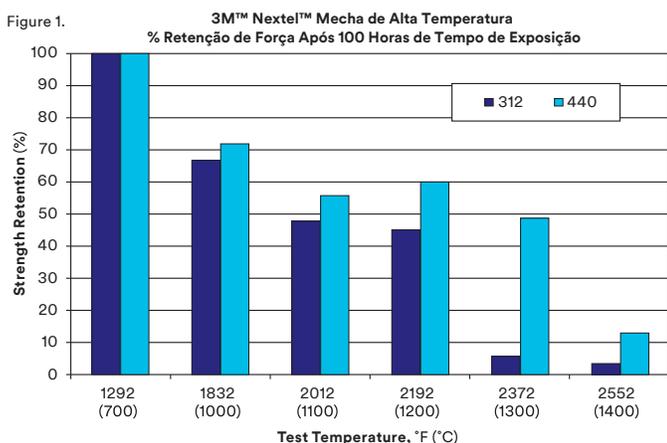
## Guia de Seleção de Fibra

### Fibras industriais de alta temperatura 3M™ Nextel™ e fibras estruturais 3M™ Nextel™

A família de Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ foi desenvolvida para atender a uma variedade de necessidades. As Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ 312 e 440 são projetadas para aplicações não estruturais onde seu objetivo principal é isolar ou atuar como uma barreira contra chamas. As Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ 610 e 720 são fibras de grau estrutural projetadas para aplicações de suporte de carga em matrizes de metal, cerâmica e polímero. Para auxiliar na seleção da fibra adequada para cada uma dessas diferentes aplicações, as fibras são testadas de maneira apropriada para seu uso final. Os gráficos a seguir mostram os resultados de dois métodos diferentes de testar a resistência da fibra. No teste de envelhecimento térmico, a carga de ruptura da mecha é medida à temperatura ambiente após exposição a uma temperatura elevada por 100 horas (Figura 1). No teste de resistência à temperatura, a carga de ruptura da mecha é determinada enquanto a fibra é mantida à temperatura (Figura 2).

Duas das fibras industriais de alta temperatura, as fibras cerâmicas Nextel 312 e 440, são feitas de  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  e  $B_2O_3$  em porcentagens variadas. Como o  $B_2O_3$  está presente, essas composições possuem fases cristalinas e vítreas. A fase vítrea ajuda a fibra a manter a resistência após a exposição a altas temperaturas porque retarda o crescimento das fases cristalinas que enfraquecem a fibra. No entanto, quando a fibra é estressada em alta temperatura, a fase vítrea enfraquece a fibra devido ao fluxo viscoso muito parecido com uma fibra de vidro.

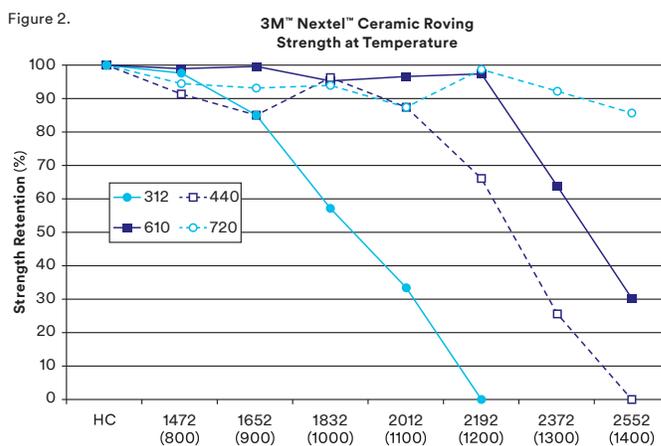
As fibras de grau estrutural, fibras cerâmicas Nextel 610 e 720, possuem estruturas cristalinas mais refinadas baseadas em  $\alpha-Al_2O_3$  e não contêm fases vítreas. Isso permite que as fibras mantenham sua resistência em temperaturas mais altas (Figura 2).



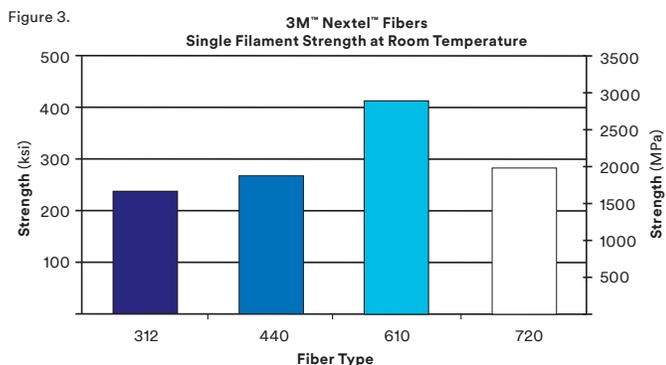
Esboço do teste:  
 Número da amostra: 10 puxadas de 3 lotes diferentes (30 amostras de teste)  
 Amostras: Nextel Roving 312: 1800 denier  
 Nextel Roving 440: 2000 denier  
 Comprimento do medidor: 2 polegadas  
 Taxa de extensão: 0,5 polegada/min  
 Nota: Todas as amostras foram aquecidas limpo (dimensão removida) a 1292°F (700°C), o que representa a barra de resistência de 100%. Todas as amostras foram molhadas com água DI antes do teste para auxiliar no manuseio.

A fibra cerâmica Nextel 610 é uma composição monofásica de granulação fina de  $\alpha-Al_2O_3$ . Nextel fibra cerâmica 610 tem a maior resistência (Figura 3) e módulo, que pode ser usado para compósitos de matriz de polímero, metal e cerâmica. No entanto, por ser essencialmente monofásico, a resistência diminui rapidamente em temperaturas mais altas devido ao crescimento do grão (Figuras 4 e 5). A fibra cerâmica Nextel 720, que é  $\alpha-Al_2O_3$  com adição de  $SiO_2$  (formando  $\alpha-Al_2O_3$ /mulita), tem melhor retenção de resistência à temperatura devido ao deslizamento reduzido do contorno de grão. Essa adição também ajuda a “fixar” os grãos e reduzir o crescimento dos grãos quando expostos ao envelhecimento térmico, conforme mostrado nas Figuras 4 e 5. Confirmação adicional do efeito de fases adicionais e remoção da fase vítrea é mostrada no teste de fluência (Figura 6).

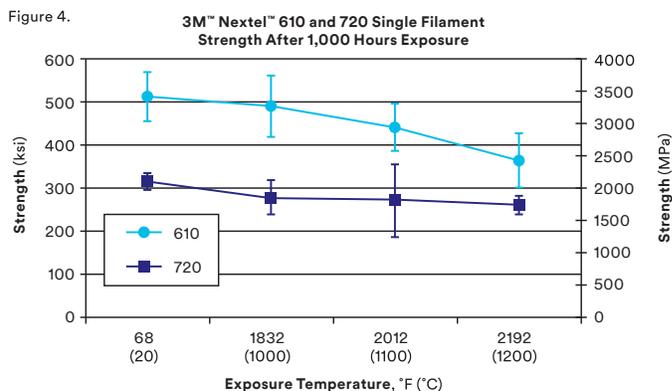
Ao selecionar o tipo de fibra para uma aplicação específica, é importante considerar todos esses fatores. Se a fibra/tecido não tiver que suportar uma carga em temperatura, as fibras de grau industrial de alta temperatura de custo mais baixo pode ser apropriadas. No entanto, se a fibra for usada como suporte de carga em temperatura, como em compósitos de matriz cerâmica, então uma das fibras de grau estrutural seria uma escolha melhor. Outros fatores, como corrosão, resistência química ou condições atmosféricas podem influenciar a seleção final.



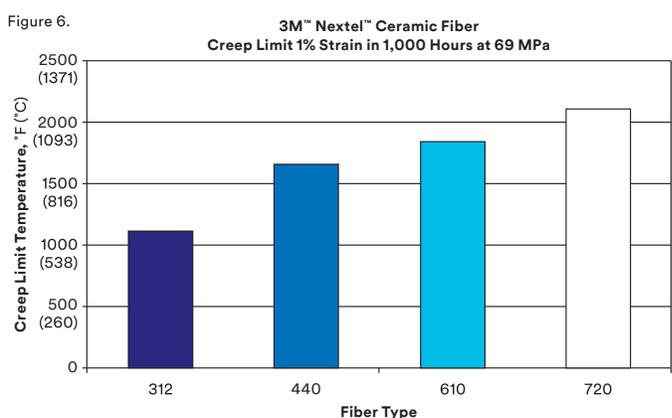
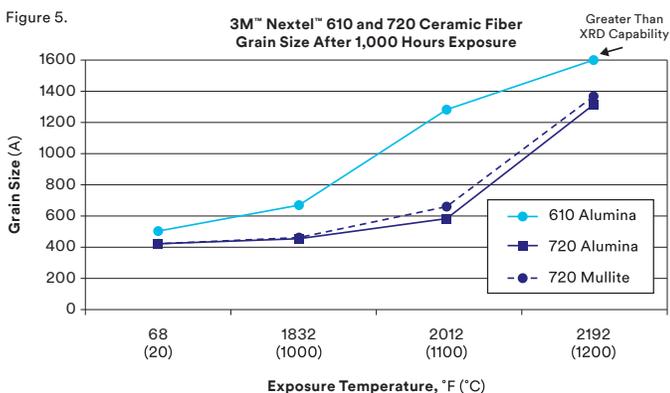
Esboço do teste:  
 Número da amostra: 10  
 Amostras: Nextel Roving 312: 900 denier  
 Nextel Roving 440: 1000 denier  
 Nextel Roving 610: 1500 denier  
 Nextel Roving 720: 1500 denier  
 Comprimento total do medidor: 10 polegadas (254 mm)  
 Comprimento da zona quente: 1 polegada (25,4 mm)  
 Taxa de extensão: 0,5 polegada/min (12,7 mm/min)  
 Nota: As amostras foram mantidas em temperatura por aproximadamente 1,5 minutos antes do teste.



Test Description: Extension Rate: 0.2 inch/min (5.1 mm/min)  
 Gage Length: 1 inch (25.4 mm) Sample Number: 10



Outline of Test: Crosshead Speed: 0.02 inch/min (0.5 mm/min)  
 Sample Number: 10 Gage Length: 1 inch (25.4 mm)



## Perda de peso de fibra

### Propriedades típicas do roving de fibra cerâmica 3M™ Nextel™ (não para fins de especificação)

Amostras de mechas limpas termicamente (com dimensionamento removido) foram submetidas a 2192°F (1200°C) por quinze horas. As fibras foram pesadas antes e depois da exposição de quinze

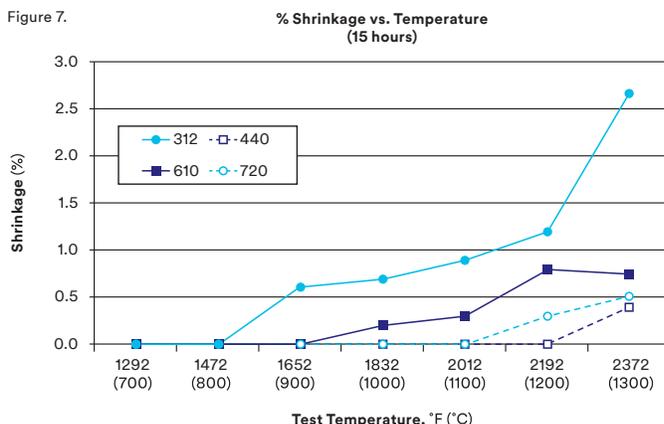
horas para determinar a perda de peso. A única fibra com perda de peso apreciável foi a Fibra Cerâmica 3M™ Nextel™ 312.

| Fiber       | Nextel 312 | Nextel 440 | Nextel 610 | Nextel 720 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Wt loss (%) | 2.6        | <0.1       | <0.1       | <0.1       |

## Encolhimento da Fibra

### Propriedades típicas do roving de fibra cerâmica 3M™ Nextel™ (não para fins de especificação)

As amostras itinerantes foram mantidas em cada temperatura por quinze horas. Após esse tempo, eles foram medidos quanto ao encolhimento. Todas as composições de fibra mostraram menos de três por cento de encolhimento após quinze horas a 2372°F (1300°C). As composições de fibra diferentes de 3M™ Nextel™ Ceramic Roving 312 mostraram encolhimento de menos de 1,0% nessas condições.



## Unidades Imobiliárias Nextel 312 Nextel 440 Nextel 610 Nextel 720

(não para fins de especificação)

| Property   | Units         | Nextel 312                          | Nextel 440                                   | Nextel 610                         | Nextel 720                                 |
|--|---------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|--|
| <b>Composição química</b>  | wt. %         | 62.5 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 70 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>            | >99 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 85 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>          |
|  |               | 24.5 SiO <sub>2</sub>               | 28 SiO <sub>2</sub>                          |                                    | 15 SiO <sub>2</sub>                        |
|  |               | 13 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>    | 2 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>              |                                    |  |
| <b>Ponto de fusão</b>  | °C            | 1800                                | 1800   | 2000                               | 1800                                       |
| <b>Temperatura de uso contínuo (40% de retenção da resistência da fibra)<sup>1</sup></b> | °C            | 1200                                | 1300   | —                                  | —  |
| <b>Temperatura de uso contínuo (filamento único ≤1% de tensão)<sup>2</sup></b>           | °C            | —                                   | —  | 1000                               | 1150                                       |
| <b>Diâmetro do Filamento</b>   | µm            | 8 – 12                              | 10 – 12                                      | 11 – 13                            | 12 – 14                                    |
| <b>Denier / Contagem Nominal de Filamentos</b>   | g/9000 m      | 600 / 400                           | 1000 / 400                                   | 1500 / 400                         | 1500 / 400                                 |
|  |               | 900 / 400                           | 2000 / 750                                   | 3000 / 750                         | 3000 / 750                                 |
|  |               | 1200 / 750                          |  | 4500 / 1125                        | 10000 / 2550                               |
|  |               | 1800 / 750                          |  | 10000 / 2550                       |  |
|  |               | 3600 / 1375                         |  | 20000 / 5100                       |  |
| <b>Tex / Contagem Nominal de Filamentos</b>  | g/1000 m      | 67 / 400                            | 111 / 400                                    | 167 / 400                          | 167 / 400                                  |
|  |               | 100 / 400                           | 222 / 750                                    | 333 / 750                          | 333 / 750                                  |
|  |               | 133 / 750                           |  | 500 / 1125                         | 1111 / 2550                                |
|  |               | 200 / 750                           |  | 1111 / 2550                        |  |
|  |               | 400 / 1375                          |  | 2222 / 5100                        |  |
| <b>Tamanho do Cristal</b>  | nm            | <500                                | <500   | <500                               | <500                                       |
| <b>Fase Cristal</b>  |               | Distorted Mullite+ amorphous        | γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + amorphous | α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Mullite |
| <b>Densidade</b>   | g/cc          | 2.8                                 | 3.0  | 3.9                                | 3.4  |
| <b>Índice de refração</b>  |               | 1.57                                | 1.61   | 1.74                               | 1.67                                       |
| <b>Resistência à tração do filamento (medida de 25,4 mm)</b>                             | MPa           | 1630                                | 1840   | 2800                               | 1940                                       |
|  | ksi           | 236                                 | 267  | 406                                | 281  |
| <b>Módulo de tração do filamento</b>   | GPa           | 150                                 | 190  | 370                                | 250  |
|  | msi           | 22                                  | 27   | 54                                 | 36   |
| <b>Expansão Térmica (100-1100°C)</b>   | ppm/°C        | 3.0 (25-500°C)                      | 5.3  | 8.0                                | 6.0  |
| <b>Constante dielétrica @9,5 GHz</b>   | <sup>3a</sup> | 2.7                                 | 2.8  | 4.7                                | 3.8  |
|  | <sup>3b</sup> | 4.8                                 | 5.0  | 6.9                                | 6.2  |
| <b>Perda Tangente @ 9,5 GHz</b>  | <sup>3a</sup> | 0.003                               | 0.001  | 0.002                              | 0.001                                      |
|  | <sup>3b</sup> | 0.004                               | 0.001  | 0.002                              | 0.001                                      |
| <b>Calor Específico @395°C<sup>4</sup></b>   | cal/g°C       | 0.46                                | 0.51   | 0.38                               | 0.58                                       |

<sup>1</sup> Testado em temperatura ambiente após 100 horas de imersão.

<sup>2</sup> Testado abaixo de 69 MPa após 1000 horas.

<sup>3a</sup> De acordo com o padrão IEC 61189-2-721: tecidos limpos a quente AF-20 (312), BF-20 (440), DF-19 (610) e EF-19 (720) foram usados para executar dados dielétricos usando o método de cavidade.

<sup>3b</sup> Dados de teste após a subtração da parte do ar.

<sup>4</sup> Teste executado em fibras tratadas termicamente a 950°C por 1 hora.

## Dimensionamento

O dimensionamento é um auxiliar de processamento aplicado a mechas e fios para fornecer lubrificação e ação de ligação para proteger as fibras e auxiliar no manuseio. Amido, óleo, cera ou outros ingredientes orgânicos adequados podem ser aplicados a um fio de fibra para proteger e auxiliar no manuseio.

As colas 299, 300 e 324 são compostas de álcool polivinílico (PVA) e aditivos (plastificantes, lubrificantes, etc.), que são projetadas para fácil remoção por limpeza a quente.

Um pigmento foi adicionado a algumas das químicas de dimensionamento de alguns produtos para auxiliar na identificação. Tanto o pigmento quanto a cola se decompõem com a limpeza a quente

### Typical Colors of Standard Products (Not for specification purposes)

| Product | Sizing | Typical Color (Sized)        | Typical Color (Heat Cleaned) |
|---------|--------|------------------------------|------------------------------|
| 312     | 299    | White                        | White                        |
| 440     | 300C   | Coral                        | White                        |
| 610     | 324    | White to Off-White/Yellowish | White to Off-White/Yellowish |
| 720     | 299G   | Green                        | White to Off-White/Yellowish |
|         | 299    | White to Off-White/Yellowish |                              |

Colagem As mechas cerâmicas Nextel 610 e 720 também podem ser tratadas com resina epóxi ou colagem com água sob consulta.

**Colagem 500:** Colagem orgânica projetada para adesão a sistemas de resina epóxi

**Colagem com água:** somente água – sem colagem orgânica

A limpeza a calor é usada para remover os revestimentos orgânicos da superfície das Fibras 3M™ Nextel™. Isso é importante em aplicações em que os tecidos serão impregnados com resina para aplicações de compósitos poliméricos. A limpeza a quente também é usada quando os materiais Nextel são revestidos com borracha de silicone, pois o dimensionamento inibe a cura do silicone. A limpeza a quente é recomendada quando o Tecido Cerâmico 3M™ Nextel™ for usado como isolamento elétrico (termopares, aquecedores, etc.), sob atmosfera redutora ou condições de vácuo.

## 3M™ Nextel™ Ceramic Rovings, Yarns, and Chopped Fibers 312 and 440

### Typical Properties (Not for specification purposes)

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Roving 312

| Roving                | Nominal Filament Count | Yield  |       | Breaking Load* |     |
|-----------------------|------------------------|--------|-------|----------------|-----|
|                       |                        | yds/lb | m/kg  | lbs            | kg  |
| 600 denier (67 tex)   | 400                    | 7400   | 15000 | 6              | 2.7 |
| 900 denier (100 tex)  | 400                    | 4900   | 9800  | 8              | 3.6 |
| 1200 denier (133 tex) | 750                    | 3600   | 7300  | 14             | 6.4 |
| 1800 denier (200 tex) | 750                    | 2400   | 4900  | 16             | 7.3 |
| 3600 denier (400 tex) | 1375                   | 1200   | 2400  | 30             | 14  |

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Served Roving 312

| Roving               | Nominal Filament Count | Yield  |       | Breaking Load* |     |
|----------------------|------------------------|--------|-------|----------------|-----|
|                      |                        | yds/lb | m/kg  | lbs            | kg  |
| 600 denier (67 tex)  | 400                    | 6300   | 13000 | 7              | 3.2 |
| 900 denier (100 tex) | 400                    | 4300   | 8700  | 10             | 4.5 |

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Roving 440

| Roving                | Nominal Filament Count | Yield  |      | Breaking Load* |     |
|-----------------------|------------------------|--------|------|----------------|-----|
|                       |                        | yds/lb | m/kg | lbs            | kg  |
| 1000 denier (111 tex) | 400                    | 4400   | 8800 | 10             | 4.5 |
| 2000 denier (222 tex) | 750                    | 2200   | 4400 | 18             | 8.2 |

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Yarn 312

| Yarn  | Ends | Diameter |      | Yield  |      | Breaking Load* |     |
|---|------|----------|------|--------|------|----------------|-----|
|   |      | in       | mm   | yds/lb | m/kg | lbs            | kg  |
| <b>600 denier (67 tex) 1.5 Twists/inch (59 Twists/m)**</b>    |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.007    | 0.18 | 3590   | 7240 | 13             | 5.9 |
| <b>900 denier (100 tex) 1.5 Twists/inch (59 Twists/m)**</b>   |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.008    | 0.20 | 2370   | 4780 | 19             | 8.6 |
| <b>900 denier (100 tex) 2.7 Twists/inch (106 Twists/m)**</b>  |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.009    | 0.23 | 2370   | 4780 | 19             | 8.6 |
| 1/3   | 3    | 0.013    | 0.33 | 1580   | 3190 | 28             | 13  |
| 1/5   | 5    | 0.018    | 0.46 | 950    | 1920 | 44             | 20  |
| 2/3   | 6    | 0.022    | 0.56 | 780    | 1570 | 50             | 23  |
| 3/4   | 12   | 0.034    | 0.86 | 390    | 790  | 100            | 45  |
| 4/5   | 20   | 0.048    | 1.22 | 230    | 460  | 150            | 68  |
| 3/8   | 24   | 0.052    | 1.32 | 195    | 390  | 130            | 59  |
| <b>900 denier (100 tex) 4.0 Twists/inch (157 Twists/m)**</b>  |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.010    | 0.25 | 2370   | 4780 | 20             | 9.1 |
| 4/5   | 20   | 0.052    | 1.32 | 230    | 460  | 130            | 59  |
| <b>1800 denier (200 tex) 0.5 Twists/inch (20 Twists/m)**</b>  |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.009    | 0.23 | 1180   | 2380 | 32             | 15  |
| <b>1800 denier (200 tex) 2.7 Twists/inch (106 Twists/m)**</b> |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.016    | 0.41 | 1180   | 2380 | 33             | 15  |
| 1/3   | 3    | 0.020    | 0.51 | 780    | 1570 | 43             | 20  |
| 1/4   | 4    | 0.025    | 0.64 | 590    | 1190 | 64             | 29  |
| 2/3   | 6    | 0.033    | 0.84 | 390    | 790  | 91             | 41  |
| 2/5   | 10   | 0.047    | 1.19 | 230    | 460  | 150            | 68  |
| 2/6   | 12   | 0.054    | 1.37 | 195    | 390  | 150            | 68  |
| <b>1800 denier (200 tex) 4.0 Twists/inch (157 Twists/m)**</b> |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.018    | 0.46 | 1180   | 2380 | 33             | 15  |

**Note:** Yields and breaking loads are based upon sized rovings and yarns.

\* Tested at room temperature.

\*\* Other twist levels available.

## 3M™ Nextel™ Ceramic Rovings, Yarns, and Chopped Fibers 312 and 440

### 3M™ Nextel™ Ceramic Yarn 440

| Yarn  | Ends | Diameter |      | Yield  |      | Breaking Load* |     |
|---|------|----------|------|--------|------|----------------|-----|
|   |      | in       | mm   | yds/lb | m/kg | lbs            | kg  |
| <b>1000 denier (111 tex) 2.7 Twists/inch (106 Twists/m)**</b> |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.009    | 0.23 | 2150   | 4330 | 20             | 9.1 |
| 2/2   | 4    | 0.015    | 0.38 | 1070   | 2160 | 33             | 15  |
| 3/4   | 12   | 0.034    | 0.86 | 350    | 710  | 82             | 37  |
| <b>2000 denier (222 tex) 1.5 Twists/inch (59 Twists/m)**</b>  |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.012    | 0.30 | 1065   | 2150 | 36             | 16  |
| <b>2000 denier (222 tex) 2.7 Twists/inch (106 Twists/m)**</b> |      |          |      |        |      |                |     |
| 1/2   | 2    | 0.015    | 0.38 | 1065   | 2150 | 33             | 15  |
| 2/5   | 10   | 0.046    | 1.2  | 210    | 420  | 110            | 50  |

Note: All yields are based upon sized rovings and yarns.

\* Tested at room temperature.

\*\* Other twist levels available.

### 3M™ Nextel™ Ceramic Chopped Fibers 312

Nextel ceramic rovings may be chopped to nominal lengths. The following table lists standard lengths.

| Fiber      | Cut Length    | AC-8 (1300 denier)* | AC-11 (3600 denier) |
|------------|---------------|---------------------|---------------------|
| Nextel 312 | 1/8" (3.2mm)  | x                   | x                   |
|            | 1/4" (6.4mm)  | x                   | x                   |
|            | 1/2" (12.7mm) |                     | x                   |

\*HEAT TREATING IS AVAILABLE AS AN OPTION

## 3M™ Nextel™ Ceramic Structural Rovings, Yarns, and Chopped Fibers 610 and 720

### Typical Properties (Not for specification purposes)

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Roving 610

| Roving                  | Nominal Filament Count | Yield  |      | Breaking Load* |     |
|-------------------------|------------------------|--------|------|----------------|-----|
|                         |                        | yds/lb | m/kg | lbs            | kg  |
| 1500 denier (167 tex)   | 400                    | 2900   | 5900 | 12             | 5.5 |
| 3000 denier (333 tex)   | 750                    | 1400   | 2900 | 20             | 9.1 |
| 4500 denier (500 tex)   | 1125                   | 990    | 2000 | 24             | 11  |
| 10000 denier (1111 tex) | 2550                   | 440    | 880  | 31             | 14  |
| 20000 denier (2222 tex) | 5100                   | 220    | 440  | 45             | 20  |

**Note:** All yields are based upon sized rovings.

\* Tested at room temperature.

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Roving 720

| Roving                  | Nominal Filament Count | Yield  |      | Breaking Load* |     |
|-------------------------|------------------------|--------|------|----------------|-----|
|                         |                        | yds/lb | m/kg | lbs            | kg  |
| 1500 denier (167 tex)   | 400                    | 2900   | 5900 | 7              | 3.2 |
| 3000 denier (333 tex)   | 750                    | 1400   | 2900 | 10             | 4.5 |
| 10000 denier (1111 tex) | 2550                   | 440    | 880  | 24             | 11  |

**Note:** All yields are based upon sized rovings and yarns.

\* Tested at room temperature.

#### 3M™ Nextel™ Ceramic Structural Chopped Fibers 610 and 720

Nextel ceramic rovings may be chopped to nominal lengths. The following table lists standard lengths.

Other lengths may be chopped by special request.

| Cut Length |      | Fiber |   |
|------------|------|-------|---|
| 1/8        | 3.2  | ✓     | ✓ |
| 1/4        | 6.4  | ✓     | ✓ |
| 1/2        | 12.7 | ✓     |   |
| 1          | 25.4 |       | ✓ |

## 3M™ Nextel™ Ceramic Sewing Threads 312 and 440 and 3M™ Sewing Thread

### Typical Properties (Not for specification purposes)

| Style   | Thread Diameter |      | Approximate Yield |      | Breaking Load<br>lbs (kg) |              | Knot Strength<br>with sizing |     |
|---|-----------------|------|-------------------|------|---------------------------|--------------|------------------------------|-----|
|   | in              | mm   | yds/lb            | m/kg | with sizing               | heat cleaned | lb                           | kg  |
| <b>3M™ Nextel™ Ceramic Sewing Threads 312</b> |                 |      |                   |      |                           |              |                              |     |
| AT-21*  | 0.020           | 0.51 | 1590              | 3200 | 33 (15)                   | 19 (8.6)     | 9                            | 4.1 |
| AT-30   | 0.028           | 0.71 | 820               | 1650 | 50 (23)                   | 28 (13)      | 15                           | 6.8 |
| <b>3M™ Nextel™ Ceramic Sewing Threads 440</b> |                 |      |                   |      |                           |              |                              |     |
| BT-30   | 0.028           | 0.71 | 720               | 1450 | 49 (22)                   | 34 (15)      | 14                           | 6.4 |
| <b>3M™ Sewing Threads**</b>                   |                 |      |                   |      |                           |              |                              |     |
| GT-15*  | 0.015           | 0.38 | 2030              | 4090 | 29 (13)                   | N/A          | 11                           | 5.0 |
| GT-23   | 0.022           | 0.56 | 1210              | 2440 | 40 (18)                   | N/A          | 17                           | 7.7 |

\*Non-standard item; available by special order.

\*\* 3M Sewing Threads are manufactured from high temperature continuous glass fiber coated with PTFE.

## Tecidos cerâmicos 3M™ Nextel™

Os tecidos cerâmicos da 3M permitem que engenheiros e designers criem soluções novas e imaginativas para problemas anteriormente impossíveis.

Os Tecidos Cerâmicos Entrelaçados 3M™ Nextel™ atendem aos mais rígidos requisitos de desempenho térmico, mecânico e elétrico. Os tecidos cerâmicos Nextel superam os limites

úteis de outros tecidos de alta temperatura, como aramidas, carbono, vidro ou quartzo. Os tecidos cerâmicos Nextel funcionam em temperaturas contínuas de até 2372°F (1300°C).

Algumas aplicações típicas para os tecidos cerâmicos Nextel são as seguintes:

### Aplicações Típicas (Não para fins de especificação)

| Formulários   | Nextel 312 | Nextel 440 | Nextel 610 | Nextel 720 |
|---|------------|------------|------------|------------|
| <b>Aeroespacial:</b> barreira contra chamas, escudos térmicos, juntas, vedações, escudos de detritos de micrometeoritos                           | x          | x          |            |            |
| <b>Industrial:</b> Cortinas e revestimentos de fornos, vedações de portas, vedações de tubos, juntas, juntas de dilatação, acoplamentos flexíveis | x          | x          |            |            |
| <b>Compósitos de Matriz Cerâmica:</b>   | x          | x          | x          | x          |
| <b>Compósitos de Matriz Metálica:</b>   |            |            | x          | x          |
| <b>Compósitos de matriz de polímero:</b>  | x          | x          | x          | x          |

## 3M™ Nextel™ Woven Ceramic Fabrics 312, 440, 610 and 720

Typical Properties (Not for specification purposes)

| Style                          | Target thread count per in. (cm) |           | Input fiber   |                                      | Weave Type                | Air Permeability* (Heat cleaned) | Width in. (cm)         | Sized   |                           | Heat Cleaned                                  |                    |                                   |          |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------|---------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------|---|---------------------------|---|--------------------|-----------------------------------|----------|
|                                | Warp                             | Fill      | Yarn type     | Denier (Tex)                         |                           |                                  |                        | Weight oz/yd <sup>2</sup> (g/m <sup>2</sup> ) | Thickness in. (mm)        | Weight oz/yd <sup>2</sup> (g/m <sup>2</sup> ) | Thickness in. (mm) | Breaking strength lbs/in. (kg/cm) |          |
|                                |                                  |           |               |                                      |                           |                                  |                        |   |                           |   | Warp               | Fill                              |          |
| <b>Nextel Woven Fabric 312</b> |                                  |           |               |                                      |                           |                                  |                        |   |                           |   |                    |                                   |          |
| AF-8                           | 20 (8)                           | 10 (4)    | Served Roving | 600 (67)                             | 10 Mesh Leno              | N/A                              | 38 (97)                | 3.3 (110)                                     | 0.015 (0.38)              | 2.4 (81)                                      | 0.009 (0.23)       | 30 (5)                            | 20 (4)   |
| AF-10                          | 46 (18)                          | 46 (18)   | Served Roving | 600 (67)                             | 5 Harness Satin           | Med                              | 38 (97)                | 8.6 (290)                                     | 0.016 (0.41)              | 7.2 (240)                                     | 0.011 (0.28)       | 140 (25)                          | 140 (25) |
| AF-10-900                      | 31 (12)                          | 31 (12)   | Roving        | 900 (100)                            | 4 Harness Satin           | Med                              | 38 (97)                | 7.3 (250)                                     | 0.013 (0.33)              | 7.2 (240)                                     | 0.011 (0.28)       | 150 (27)                          | 150 (27) |
| AF-12                          | 25 (10)                          | 25 (10)   | Roving        | 1200 (133)                           | 5 Harness Satin           | Med                              | 42, 58 (107, 147)      | 8.0 (270)                                     | 0.014 (0.36)              | 7.9 (270)                                     | 0.011 (0.28)       | 120 (21)                          | 130 (23) |
| AF-14                          | 20 (8)                           | 17 (7)    | ½ Yarn        | 900 (100)                            | Plain weave               | High                             | 38, 59 (97, 150)       | 9.0 (310)                                     | 0.015 (0.38)              | 8.8 (300)                                     | 0.014 (0.36)       | 120 (21)                          | 120 (21) |
| AF-20                          | 30 (12)                          | 26 (10)   | Roving        | 1800 (200)                           | 5 Harness Satin           | Low                              | 36, 63 (91, 160)       | 13 (440)                                      | 0.021 (0.53)              | 13 (440)                                      | 0.020 (0.51)       | 140 (25)                          | 140 (25) |
| AF-29                          | 17.5 (7)                         | 17.5 (7)  | Roving        | 3600 (400)                           | 4 Harness Satin           | Med                              | 50 (127)               | 16 (540)                                      | 0.030 (0.76)              | 16 (540)                                      | 0.028 (0.71)       | 170 (30)                          | 160 (29) |
| AF-30                          | 19 (7)                           | 18 (7)    | ½ Yarn        | 1800 (200)                           | 4 Harness Satin           | High                             | 36 (91)                | 18 (610)                                      | 0.032 (0.81)              | 18 (610)                                      | 0.030 (0.76)       | 160 (29)                          | 170 (30) |
| AF-40                          | 32 (13)                          | 20 (8)    | ½ Yarn        | 1800 (200)                           | 5 Harness Satin           | Med                              | 36 (91)                | 24 (810)                                      | 0.038 (1.0)               | 24 (810)                                      | 0.038 (0.97)       | 170 (30)                          | 150 (27) |
| AF-62                          | 40 (16)                          | 20 (8)    | ½ Yarn        | 1800 (200)                           | Plain Double Layer        | High                             | 4, 12, 30 (10, 30, 76) | 29 (980)                                      | 0.055 (1.4)               | 29 (980)                                      | 0.055 (1.4)        | 190 (34)                          | 140 (25) |
| <b>Nextel Woven Fabric 440</b> |                                  |           |               |                                      |                           |                                  |                        |   |                           |   |                    |                                   |          |
| BF-20                          | 30 (12)                          | 26 (10)   | Roving        | 2000 (222)                           | 5 Harness Satin           | Low                              | 36, 63 (91, 160)       | 15 (510)                                      | 0.021 (0.53)              | 15 (510)                                      | 0.020 (0.51)       | 230 (41)                          | 230 (41) |
| BF-30                          | 21 (8)                           | 20 (8)    | ½ Yarn        | 2000 (222)                           | 4 Harness Satin           | Med                              | 63 (160)               | 20 (680)                                      | 0.032 (0.81)              | 20 (680)                                      | 0.031 (0.79)       | 160 (29)                          | 160 (29) |
| <b>Nextel Woven Fabric 610</b> |                                  |           |               |                                      |                           |                                  |                        |   |                           |   |                    |                                   |          |
| DF-6                           | 18.5 (7)                         | 18.5 (7)  | Roving        | 1500 (167)                           | 4 Harness Satin           | Med                              | 36 (91)                | 7.5 (250)                                     | 0.008 (0.20)              | 7.3 (250)                                     | 0.006 (0.15)       | 180 (32)                          | 180 (32) |
| DF-11                          | 27.5 (11)                        | 27.5 (11) | Roving        | 1500 (167)                           | 8 Harness Satin           | Med                              | 36 (91)                | 11 (370)                                      | 0.012 (0.30)              | 11 (370)                                      | 0.010 (0.25)       | -                                 | -        |
| DF-11-3000                     | 14 (5.5)                         | 14 (5.5)  | Roving        | 3000 (333)                           | 5 Harness Satin           | -                                | 36 (91)                | 11 (370)                                      | 0.013 (0.33)              | 11 (370)                                      | 0.010 (0.25)       | -                                 | -        |
| DF-13-4500                     | 12 (4.7)                         | 12 (4.7)  | Roving        | 4500 (500)                           | 5 Harness Satin           | -                                | 36 (91)                | 14.1 (480)                                    | 0.019 <sup>2</sup> (0.48) | 13.8 (470)                                    | 0.014 (0.36)       | -                                 | -        |
| DF-19                          | 23.5 (9)                         | 23.5 (9)  | Roving        | 3000 (333)                           | 8 Harness Satin           | Med                              | 36 (91)                | 19 (640)                                      | 0.020 (0.51)              | 18 (610)                                      | 0.017 (0.43)       | -                                 | 330 (59) |
| <b>Nextel Woven Fabric 720</b> |                                  |           |               |                                      |                           |                                  |                        |   |                           |   |                    |                                   |          |
| EF-11                          | 27.5 (11)                        | 27.5 (11) | Roving        | 1500 (167)                           | 8 Harness Satin           | Med                              | 36 (91)                | 11 (370)                                      | 0.013 (0.33)              | 11 (370)                                      | 0.012 (0.30)       | 180 (32)                          | 170 (30) |
| EF-19                          | 23.5 (9)                         | 23.5 (9)  | Roving        | 3000 (333)                           | 8 Harness Satin           | Med                              | 36 (91)                | 19 (640)                                      | 0.023 (0.58)              | 18 (610)                                      | 0.021 (0.53)       | 240 (43)                          | 230 (41) |
| EF-20                          | 16 (6)                           | 5 (2)     | Roving        | 10,000 warp x 1500 fill (1111 x 167) | Plain - Semi Unidirection | Low                              | 25 (64)                | 22 (750)                                      | 0.030 (0.76)              | 22 (750)                                      | 0.026 (0.66)       | 260 (46)                          | 90 (16)  |

\*Permeability (cfm/ft<sup>2</sup>): Low <20; Med 20-70; High > 70. A-Nextel 312 B-Nextel 440 D-Nextel 610 E-Nextel 720

<sup>1</sup> Heat cleaning is only available on fabric with widths 58" and less. This applies to AF-14, AF-20, BF-20 and BF-30.

<sup>2</sup> Thickness values shown for DF-13-4500 are based on ASTM D1777 Option 1 with an applied pressure of 0.60 psi. Thickness values shown for all other products are based on a 3M test method using a greater applied pressure of 0.625 psi.

## Carga de ruptura de urdidura e enchimento a temperatura ambiente

### 3M™ Nextel™ Tecidos cerâmicos 312, 440, 610 e 720

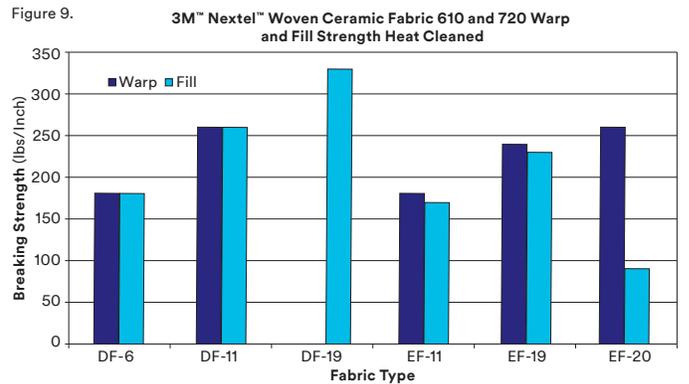
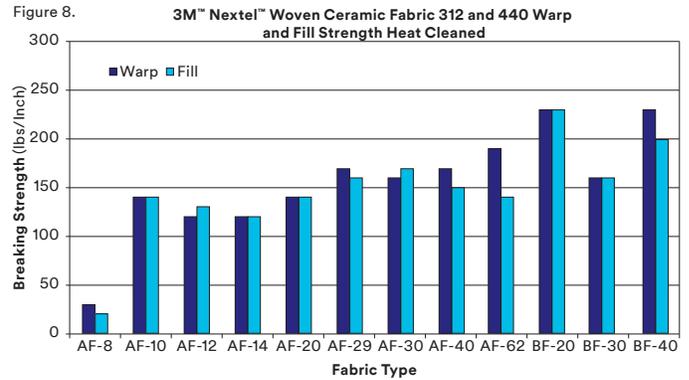
#### Propriedades Típicas (Não para fins de especificação)

As cargas de quebra de urdidura e enchimento foram medidas à temperatura ambiente usando o seguinte procedimento, com base em ASTM D-5035:

Amostras de tecido limpas a quente foram cortadas em tiras de aproximadamente 1-1,5 polegadas × 6 polegadas (2,54-3,81 cm × 15,24 cm) na urdidura e direções de preenchimento, respectivamente.

As bordas foram desfeitas em uma largura de 0,5 polegada (1,27 cm) ou 1 polegada (2,54 cm). A fita adesiva foi colocada em cada extremidade com 3 polegadas (7,62 cm) de área de teste exposta entre as áreas com fita adesiva. O testador de tração foi configurado com um comprimento de referência de 3 polegadas (7,62 cm) e uma velocidade de cruzeta constante.

O tecido foi colocado em mandíbulas de face plana. A pressão do ar foi ajustada em 60-80 psi ( $4,14 \times 10^5 - 5,51 \times 10^5$  Pa)

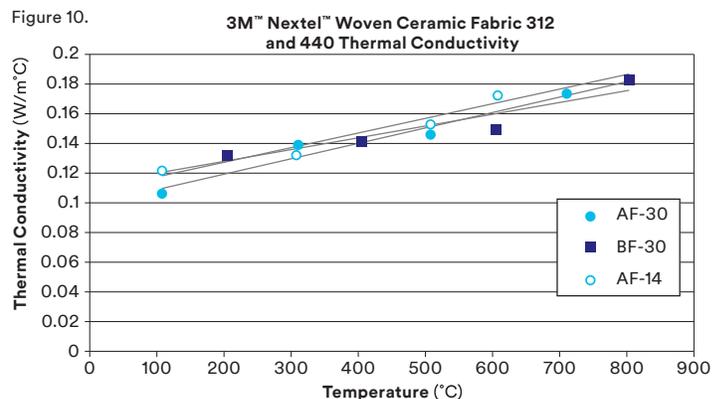


## Condutividade térmica

### Tecidos Cerâmicos Entrelaçados 3M™ Nextel™ 312 e 440

#### Propriedades Típicas (Não para fins de especificação)

Tecidos feitos de Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ 312 e 440 foram testados quanto à condutividade térmica. Os resultados são relatados graficamente à direita. Os testes foram executados de acordo com ASTM C-177-76, Propriedades de Transmissão de Calor em Estado Estacionário por meio da Placa Quente Protegida.



## 3M™ Nextel™ Ceramic Woven Tapes 312 and 440

Typical Properties (Not for specification purposes)

| Style  | Tape Width |     | Weight (sized) |      | Thickness (sized) |      | Breaking Strength Heat Cleaned |       |
|--|------------|-----|----------------|------|-------------------|------|--------------------------------|-------|
|  | inch       | cm  | oz/yd          | g/m  | inch              | mm   | lbs/in                         | kg/cm |
| <b>3M™ Nextel™ Ceramic Woven Tape 312, Style AP-18</b> |            |     |                |      |                   |      |                                |       |
| AP-18 1" Tape  | 1.0        | 2.5 | 0.31           | 9.6  | 0.020             | 0.51 | 130                            | 23    |
| AP-18 1½" Tape   | 1.5        | 3.8 | 0.45           | 14.0 | 0.019             | 0.48 |                                |       |
| AP-18 2" Tape  | 2.0        | 5.1 | 0.60           | 18.6 | 0.019             | 0.48 |                                |       |
| <b>3M™ Nextel™ Ceramic Woven Tape 440, Style BP-18</b> |            |     |                |      |                   |      |                                |       |
| BP-18 2" Tape *  | 2.0        | 5.1 | 0.67           | 20.8 | 0.020             | 0.51 | 130                            | 23    |

Input yarn for Style AP-18 is 900 denier 3M™ Nextel™ Plied Yarn 312, 1/2, 1.5 z.

Input yarn for Style BP-18 is 1000 denier 3M™ Nextel™ Plied Yarn 440, 1/2, 1.5 z.

\* Available only by special order.

## 3M™ Nextel™ Ceramic Sleeveings 312 and 440

Typical Properties (Not for specification purposes)

| Sleeving Inside Diameter                              |      | Wall Thickness (sized) |      | Length per Unit Weight on Mandrel (sized) |      | Target Yield As Packaged, Roll Form (sized) |      | Picks per Unit Length |          |
|---|------|------------------------|------|---|------|---|------|-----------------------|----------|
| inch  | mm   | inch                   | mm   | yards/lb                                  | m/kg | yards/lb                                    | m/kg | picks/inch            | picks/cm |
| <b>3M™ Nextel™ Ceramic Sleeveing 312, Style AS-40</b> |      |                        |      |   |      |   |      |                       |          |
| 1/16  | 1.6  | 0.028                  | 0.71 | 85  | 171  | 87  | 175  | 13                    | 5        |
| 1/8   | 3.2  | 0.037                  | 0.94 | 39  | 79   | 42  | 85   | 11                    | 4        |
| 1/4   | 6.4  | 0.038                  | 0.97 | 25  | 50   | 28  | 56   | 11                    | 4        |
| 1/2   | 12.7 | 0.038                  | 0.97 | 13  | 26   | 16  | 32   | 10                    | 4        |
| 3/4   | 19.1 | 0.038                  | 0.97 | 8.7                                       | 18   | 12  | 24   | 10                    | 4        |
| 1   | 25.4 | 0.033                  | 0.84 | 7.7                                       | 16   | 9.6   | 19   | 12                    | 5        |
| 1 1/2**   | 38.1 | 0.033                  | 0.84 | 5.4                                       | 11   | 7.2   | 15   | 12                    | 5        |
| 2**   | 50.8 | 0.038                  | 0.97 | 3.6                                       | 7.3  | 5.4   | 11   | 11                    | 4        |
| 2 1/2**   | 63.5 | 0.037                  | 0.94 | 3.1                                       | 6.2  | 4.4   | 8.9  | 8                     | 3        |
| <b>3M™ Nextel™ Ceramic Sleeveing 440, Style BS-40</b> |      |                        |      |   |      |   |      |                       |          |
| 1/16**  | 1.6  | 0.027                  | 0.69 | 76  | 153  | 76  | 153  | 13                    | 5        |
| 1/8   | 3.2  | 0.038                  | 0.97 | 35  | 71   | 38  | 77   | 12                    | 5        |
| 1/4   | 6.4  | 0.035                  | 0.89 | 23  | 46   | 25  | 50   | 11                    | 4        |
| 1/2   | 12.7 | 0.039                  | 0.99 | 12  | 24   | 15  | 30   | 10                    | 4        |
| 3/4**   | 19.1 | 0.038                  | 0.97 | 7.9                                       | 16   | 10  | 20   | 10                    | 4        |
| 1**   | 25.4 | 0.033                  | 0.84 | 7.0                                       | 14   | 8.6   | 17   | 12                    | 5        |

AS-40 Input yarn is 900 denier 3M™ Nextel™ Ceramic Yarn 312, 1/2, 2.7z.

BS-40 Input yarn is 1000 denier 3M™ Nextel™ Ceramic Yarn 440, 1/2, 2.7z.

\*\*Available only by special order.

## Resultados do teste de desempenho: efeitos de exposição química

### Compatibilidade de Metal

Questões de compatibilidade de metais dependem de vários fatores – temperatura, atmosfera (oxidante, redutora, neutra e vácuo) e outros materiais (fluxos, etc.) que podem estar presentes. Portanto, recomendamos que os tecidos de amostra sejam testados nas condições reais de uso antes de prosseguir com a fabricação de qualquer componente.

Em geral, sob condições de oxidação, quaisquer metais que formam óxidos de baixo ponto de fusão irão degradar o desempenho dos Tecidos Cerâmicos 3M™ Nextel™. Estes incluem metais alcalinos, como sódio, potássio e lítio. Também estão incluídos os formadores de vidro de baixo ponto de fusão, como chumbo, fósforo, estanho e antimônio. Os metais de transição de titânio, vanádio, manganês, níquel e cobre degradam as Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ sob condições oxidantes de alta temperatura.

### Resistência química

Testes de exposição química de curto prazo foram realizados em Tecidos Cerâmicos 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720 limpos termicamente e Tecidos Cerâmicos Nextel 312 tratados termicamente, 2,54 cm (1 polegada) de largura. A Tabela 1 lista os resultados de retenção de força após exposição química e a Tabela 2 lista a retenção de força após enxaguar os tecidos quimicamente expostos com água desionizada.

Todas as amostras foram executadas em um testador de tração com velocidade de cabeçote cruzado de 0,5 polegada/min (1,27 cm/min) usando um comprimento padrão de 3 polegadas (7,61 cm). Todas as amostras foram carregadas até a falha (quebra).

**Table 1. Percent Strength Retention After Exposure** (Not for specification purposes)

| Chemical                                       | Concentration | 3M™ Nextel™ Fabric 312 |              | 3M™ Nextel™ Fabric 440 | 3M™ Nextel™ Fabric 610 | 3M™ Nextel™ Fabric 720 |
|--|---------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|  |               | Heat Cleaned           | Heat Treated | Heat Cleaned           | Heat Cleaned           | Heat Cleaned           |
| <b>Acids</b>                                   |               |                        |              |                        |                        |                        |
| HNO <sub>3</sub> Nitric Acid                   | 10%           | Poor                   | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Excellent              |
| HCl Hydrochloric Acid                          | 10%           | Excellent              | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Excellent              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Sulfuric Acid   | 10%           | Good                   | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Excellent              |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> Phosphoric Acid | 10%           | Poor                   | Poor         | Poor                   | Poor                   | Poor                   |
| <b>Bases</b>                                   |               |                        |              |                        |                        |                        |
| KOH Potassium Hydroxide                        | 10%           | Poor                   | Poor         | Poor                   | Poor                   | Poor                   |
| NaOH Sodium Hydroxide                          | 10%           | Poor                   | Poor         | Poor                   | Poor                   | Poor                   |
| NH <sub>4</sub> OH Ammonium Hydroxide          | 10%           | Excellent              | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Excellent              |

**Excellent:** >80% strength retention  
**Good:** 40–80% strength retention  
**Poor:** <40% strength retention

**Test Method:**

1. Soak individual samples for one hour in a 10% (by weight) chemical bath.
2. Dry samples at room temperature for at least 20 hours.
3. Heat samples at 1472°F (800°C) for 15 minutes.
4. Return to room temperature, load samples to failure.
5. Determine strength retention (average of five samples).

**Table 2. Percent Strength Retention After Rinsing in H<sub>2</sub>O** (Not for specification purposes)

| Chemical                                       | Concentration | 3M™ Nextel™ Fabric 312 |              | 3M™ Nextel™ Fabric 440 | 3M™ Nextel™ Fabric 610 | 3M™ Nextel™ Fabric 720 |
|--|---------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|  |               | Heat Cleaned           | Heat Treated | Heat Cleaned           | Heat Cleaned           | Heat Cleaned           |
| <b>Acids</b>                                   |               |                        |              |                        |                        |                        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Sulfuric Acid   | 10%           | Good                   | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Excellent              |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> Phosphoric Acid | 10%           | Good                   | Good         | Good                   | Excellent              | Good                   |
| <b>Bases</b>                                   |               |                        |              |                        |                        |                        |
| KOH Potassium Hydroxide                        | 10%           | Excellent              | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Excellent              |
| NaOH Sodium Hydroxide                          | 10%           | Excellent              | Excellent    | Excellent              | Excellent              | Good                   |

**Excellent:** >80% strength retention  
**Good:** 40–80% strength retention  
**Poor:** <40% strength retention

**Test Method:**

1. Soak samples for one hour in a 10% (by weight) chemical bath.
2. Dry samples at room temperature for at least 20 hours.
3. Soak samples in 150 ml of deionized water for 15 minutes.
4. Rinse sample in tap water.
5. Dry samples at 193°F (75°C) for 15 minutes.
6. Heat samples at 1472°F (800°C) for 15 minutes.
7. Return to room temperature, load samples to failure.
8. Determine strength retention (average of five samples).

## Resultados do Teste de Desempenho: Absorção de Umidade

As Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720 absorvem muito pouca umidade devido à sua superfície lisa e não porosa. Fibras expostas a 100% de umidade relativa por várias horas em temperatura ambiente tiveram ganho de peso de 0,08%.

### Jet Fuel and Hydraulic Fluid Compatibility

#### Compatibilidade com combustível de jato e fluido hidráulico Tecido cerâmico trançado 3M™ Nextel™ 312 e 440

O tecido cerâmico trançado Nextel 312 (AF-30) e o tecido cerâmico trançado Nextel 440 (BF-30) foram limpos a quente

e depois imersos por trinta horas em JP-4 combustível de aviação ou fluido hidráulico HyJet™ IV. Após a remoção, as amostras foram secas a 230°F (110°C) por uma hora e amostras de tração de uma polegada foram preparadas.

Os aumentos de resistência são devidos ao material orgânico residual deixado na superfície das fibras. Se qualquer um dos fluidos atacasse os têxteis, seria de esperar uma diminuição na resistência. Os tecidos cerâmicos Nextel 312 e 440 não apresentam degradação da resistência da fibra após 30 horas em combustível de aviação JP-4 ou fluido hidráulico HyJet IV.

#### Tensile Breaking Load (lb/in width) (Not for specification purposes)

| Fabric | Heat Cleaned | JP-4 | % Increase | HYJet™ IV | % Increase |
|--------|--------------|------|------------|-----------|------------|
| AF-30  | 107          | 275  | 157%       | 287       | 168%       |
| BF-30  | 235          | 334  | 42%        | 299       | 27%        |

## Resultados do teste de desempenho: propriedades ópticas térmicas

As propriedades ópticas das fibras no exterior da nave espacial controlam a quantidade de aquecimento solar que ocorrerá em órbita. Por exemplo, uma baixa absorvidade seria desejada se alguém estivesse projetando componentes para uma missão espacial. Isso refletiria a maior parte da energia do sol e protegeria a nave e os instrumentos das altas temperaturas.

As medições ópticas foram feitas em tecidos 3M™ Nextel™ 312 e 440 usando um emissômetro Gler Dunkle DB-100 e máquinas refletômetro solar MS-251. A absorvância média ( $\alpha$ ) e a emitância ( $\epsilon$ ) são as seguintes:

#### Propriedades ópticas térmicas (não para fins de especificação)

| Materiais | Absorvidade ( $\alpha$ ) | Emissividade ( $\epsilon$ ) |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|
| 312       | 0.14                     | 0.88                        |
| 440       | 0.15                     | 0.87                        |

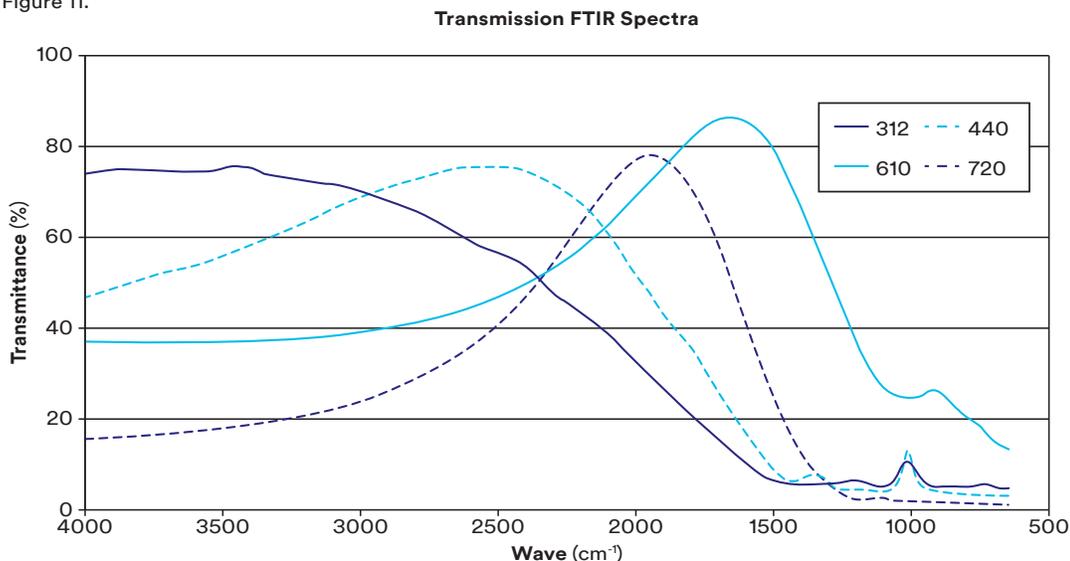
## Resultados do Teste de Desempenho: Absorvância e Transmitância de IR

### Fibra Cerâmica 3M™ Nextel™ 312, 440, 610 e 720

Uma pequena amostra de fibra cortada (1/8 de polegada de comprimento) queimada a 1742°F (950°C) foi usada para determinar a transmitância e a absorvância das Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ na região infravermelha.

O gráfico a seguir mostra os espectros de transmissão de infravermelho. A absorvância pode ser calculada a partir da relação  $A = \log_{10}(100)/(\%T)$

Figure 11.



**Para Nextel 312:** Entre 4000-3250  $\text{cm}^{-1}$  a perda de transmissão é pequena e essencialmente por reflexão. Absorção fraca mostra entre 3250 e 1500  $\text{cm}^{-1}$ . Acima de 1500  $\text{cm}^{-1}$  a absorção torna-se completa.

**Para Nextel 440:** Observa-se absorção fraca entre 4000 e 2750  $\text{cm}^{-1}$ . Entre 2750-2250  $\text{cm}^{-1}$  a perda de transmissão é pequena e aparece principalmente devido à reflexão. O perfil de transmissão em forma de pico nesta região reflete as propriedades ópticas únicas do material. Absorção fraca é observada entre 2250 e 1400  $\text{cm}^{-1}$ . Além de 1400  $\text{cm}^{-1}$ , a absorção torna-se completa, exceto por uma pequena área de fraca absorção a 1000  $\text{cm}^{-1}$ .

**Para Nextel 610:** Absorção fraca mostra entre 4000 e 2000  $\text{cm}^{-1}$ . Entre 2000-1400  $\text{cm}^{-1}$  a perda de transmissão é pequena e aparece principalmente devido à reflexão. O perfil de transmissão em forma de pico nesta região reflete as propriedades ópticas únicas do material. Absorção fraca é observada entre 1400 e 1100  $\text{cm}^{-1}$ . Acima de 1100  $\text{cm}^{-1}$  a absorção torna-se completa.

**Para Nextel 720:** Absorção fraca mostra entre 4000 e 2250  $\text{cm}^{-1}$ . Entre 2250-1600  $\text{cm}^{-1}$  a perda de transmissão é pequena e aparece essencialmente por reflexão. O perfil de transmissão em forma de pico nesta região reflete as propriedades ópticas únicas do material. Absorção fraca é observada entre 1600 e 1250  $\text{cm}^{-1}$ . Acima de 1250  $\text{cm}^{-1}$  a absorção torna-se completa.

## Instruções de limpeza Térmica

### 3M™ Nextel™ Ceramic Textiles 312, 440, 610 e 720

#### Limpeza Térmica

A limpeza térmica é usada para remover os revestimentos orgânicos da superfície das Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™. Isso é importante em aplicações em que os tecidos serão usados em aplicações de compósitos pré-impregnados. A limpeza térmica também é usada quando os materiais Nextel são revestidos com borracha de silicone, pois o dimensionamento inibe a cura do silicone. A limpeza térmica é recomendada quando o Tecido Cerâmico 3M™ Nextel™ for usado como isolamento elétrico (termopares, aquecedores, etc.), sob atmosfera redutora ou condições de vácuo. Sob essas condições, o dimensionamento se decompõe em um carbono condutor e pode causar curtos elétricos. A fabricação, corte e costura de peças baseadas em materiais Nextel é mais bem feita com o dimensionamento deixado nos tecidos. As peças finais podem então ser limpas termicamente, se desejado, com um simples ciclo de limpeza térmica.

A limpeza térmica das Fibras Cerâmicas 3M™ Nextel™ 312, 440 610 e 720 para remover a colagem e os acabamentos poliméricos gera produtos de decomposição térmica que podem ser perigosos se inalados em concentrações que excedam os limites de exposição recomendados. O monóxido de carbono pode ser um produto de decomposição predominante. Ao controlar as concentrações de monóxido de carbono para o Valor Limite ACGIH de 25 ppm (8 horas TWA), outros produtos de decomposição também devem ser adequadamente controlados. O controle dos níveis de monóxido de carbono pode ser alcançado de forma mais eficaz por meio do uso de ventilação de exaustão, como um gabinete de exaustão ou coifa.

#### Equipamento necessário

1. Forno ventilado ou fornalha equipada com exaustor. Por exemplo, uma quantidade de tecido de 10 jardas × 36 polegadas (9,2 m × 0,92 m) pode ser limpa termicamente em um forno ventilado capaz de manter 1292°F (700°C) e equipado com um exaustor operando a 150 pés cúbicos ( 4,25 metros cúbicos) por minuto capturam velocidade e não estão sujeitos a perturbações por correntes cruzadas.
2. Dispositivo de medição de temperatura, equipado com termopar Tipo K

#### Procedimento

1. Remova os materiais de embalagem combustíveis.
2. Coloque o termopar de monitoramento em uma área que provavelmente exigirá mais tempo para penetração de calor. Coloque os tecidos a granel no forno à temperatura ambiente e aplique calor.
3. A limpeza térmica pode ser realizada a uma temperatura de imersão de 700°C (1292°F). O tempo necessário dependerá do projeto do forno e da quantidade de material no forno. Rolos de tecido grandes exigirão tempos de imersão mais longos do que amostras pequenas (taxas de aquecimento rápidas podem resultar em condições exotérmicas indesejavelmente altas devido à rápida decomposição do tamanho).
4. Desligue o forno e deixe o material e o forno esfriarem até a temperatura ambiente antes de manuseá-los.
5. O produto pigmentado perderá sua cor quando a colagem for removida. O processo deve ser repetido ou estendido até que o produto fique completamente branco (Nextel 312 e 440) ou branco/off-white/amarelado (Nextel 610 e 720).

## Instruções de Tratamento Térmico

### Têxteis Cerâmicos 3M™ Nextel™ 312

#### Tratamento Térmico

Heat treating, which changes the crystal structure of the fiber, is a higher temperature process than heat cleaning. This treatment improves the chemical resistance, anneals the stress from the fiber, and increases the modulus or stiffness of the fiber. This is used when the product is going to be used in hot wet environments or in areas where other chemicals are present. It is also used to reduce the stress of the fiber and minimize the unraveling in the cut ends of braided sleeving or fabrics.

Carbon monoxide may be a predominant decomposition product. By controlling carbon monoxide concentrations to the ACGIH Threshold Limit Value of 25 ppm (8 hr TWA), other decomposition products should also be adequately controlled. Control of carbon monoxide levels may be most effectively achieved through the use of exhaust ventilation such as an exhaust enclosure or hood.

#### Equipamento necessário

1. Forno capaz de manter 1652°F (900°C). A fornalha pode ser a mesma usada para limpar o tecido a quente ou pode ser uma segunda fornalha que não exigiria ventilação se o tecido já tivesse sido limpo a quente.
2. Dispositivo de medição de temperatura, equipado com termopar Tipo K

#### Procedimento

1. Remova os materiais de embalagem combustíveis
2. Coloque o termopar de monitoramento em uma área que provavelmente exigirá mais tempo para penetração de calor. Coloque os tecidos a granel no forno à temperatura ambiente e aplique calor.
3. O tratamento térmico pode ser realizado a uma temperatura de imersão de 900°C (1652°F). O tempo necessário dependerá do projeto do forno e da quantidade de material no forno. Rolos de tecido grandes exigirão tempos de imersão mais longos do que amostras pequenas (taxas de aquecimento rápidas podem resultar em condições exotérmicas indesejavelmente altas devido à rápida decomposição do tamanho).
4. Desligue o forno e deixe o material e o forno esfriarem até a temperatura ambiente antes de manuseá-los.

This page intentionally left blank.

**Garantia, recurso limitado e isenção de responsabilidade:** muitos fatores além do controle da 3M e exclusivamente dentro do conhecimento e controle do usuário podem afetar o uso e o desempenho de um produto 3M em uma aplicação específica. O usuário é o único responsável por avaliar o produto 3M e determinar se ele é adequado para uma finalidade específica e adequado para o método de aplicação do usuário. O usuário é o único responsável por avaliar os direitos de propriedade intelectual de terceiros e por garantir que o uso do produto 3M pelo usuário não viole nenhum direito de propriedade intelectual de terceiros. A menos que uma garantia diferente seja especificamente declarada na literatura aplicável do produto ou no folheto da embalagem, a 3M garante que cada produto 3M atende às especificações de produto 3M aplicáveis quando a 3M envia o produto. A 3M NÃO OFERECE NENHUMA OUTRA GARANTIA OU CONDIÇÃO, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, INCLUINDO, SEM LIMITAÇÃO, QUALQUER GARANTIA IMPLÍCITA OU CONDIÇÃO DE COMERCIALIZAÇÃO OU ADEQUAÇÃO PARA UM FIM ESPECÍFICO OU QUALQUER GARANTIA IMPLÍCITA DE NÃO VIOLAÇÃO OU QUALQUER GARANTIA IMPLÍCITA OU CONDIÇÃO DECORRENTE DE UM CURSO DE NEGOCIAÇÃO, COSTUME OU USO DE COMÉRCIO. Se o produto 3M não estiverem em conformidade com esta garantia, o único e exclusivo recurso é, a critério da 3M, a substituição do produto 3M ou o reembolso do preço de compra.,

**Limitação de responsabilidade:** Exceto quando proibido por lei, a 3M não será responsável por quaisquer perdas ou danos decorrentes do produto 3M, sejam diretos, indiretos, especiais, incidentais ou consequentes, independentemente da teoria legal afirmada, incluindo garantia, contrato, negligência ou responsabilidade objetiva.

**Informações técnicas:** As informações técnicas, recomendações e outras declarações contidas neste documento ou fornecidas pelo pessoal da 3M são baseadas em testes ou experiências que a 3M acredita serem confiáveis, mas a precisão ou integridade de tais informações não é garantida. Essas informações destinam-se a pessoas com conhecimento e habilidades técnicas suficientes para avaliar e aplicar seu próprio julgamento informado às informações. Nenhuma licença sob quaisquer direitos de propriedade intelectual da 3M ou de terceiros é concedida ou implícita com esta informação.

**Controle de exportação:** o(s) produto(s) 3M listado(s) aqui pode(m) ser mercadorias controladas de acordo com as leis e regulamentos de controle de exportação dos EUA aplicáveis, incluindo, entre outros, os Regulamentos de Tráfego Internacional de Armas (ITAR) dos EUA e os Regulamentos de Administração de Exportação (EAR). Essas leis e regulamentos podem, entre outras coisas, proibir a exportação e/ou reexportação de produto(s) controlado(s) para qualquer ou todos os locais fora dos Estados Unidos sem autorização prévia de exportação do governo dos EUA, o compartilhamento de dados e serviços técnicos controlados para exportação com aqueles em qualquer lugar que não sejam cidadãos dos EUA ou residentes permanentes dos EUA, negociações com o governo dos EUA, Nações Unidas e outras "Partes Restritas" e atividades de proliferação, incluindo aquelas que promovem guerra nuclear, química ou biológica, armazenamento/uso de mísseis ou o uso de foguetes ou sistemas de veículos aéreos não tripulados. A 3M e os compradores ou possíveis compradores do(s) produto(s) da 3M deve cumprir todas as leis e regulamentos de controle de exportação aplicáveis, que podem exigir a obtenção e manutenção de autorizações ou licenças de controle de exportação aplicáveis, e entender que a capacidade de uma parte de obter ou manter tais autorização ou licença não é garantida. O exportador registrado tem a responsabilidade exclusiva de determinar se a exportação ou reexportação subsequente do(s) produto(s) 3M requer autorização de exportação. Uma condição explícita para a 3M vender ou disponibilizar o(s) produto(s) 3M é a concordância do cliente em cumprir todas as leis e regulamentos de conformidade comercial aplicáveis.



**3M Advanced Materials Division**  
3M Center  
St. Paul, MN 55144 USA

Phone 1-800-367-8905  
Web [www.3M.com.br/Nextel](http://www.3M.com.br/Nextel)

HyJet é uma marca comercial da ExxonMobil Corporation.  
3M e Nextel são marcas comerciais da 3M Company.  
Usado sob licença pelas subsidiárias e afiliadas da 3M.  
3M subsidiaries and affiliates.

© 3M 2021.  
All rights reserved. Issued: 10/21