
PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

A tabela a seguir lista valores típicos de algumas propriedades físicas, mecânicas, térmicas e elétricas de compostos de PVC rígidos e flexíveis. Os valores são simplesmente de caráter informativo e são dados de boa fé, não devendo ser considerados como absolutos nem valem para especificação e projeto de produtos. Devido à diversidade de formulações possíveis, com variações de estabilização, teor de cargas e de plastificantes, valores para especificação e projeto devem ser determinados para cada composto específico.

As normas entre parênteses, após o valor da propriedade, indicam a fonte do método de teste pelo qual o valor foi obtido. Os valores não são especificações da norma mencionada.

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC | |
|------------------------------|---|--|---|--|--|
| | | | | PVC Rígido | PVC Flexível |
| Densidade ou peso específico | É a relação da massa de um volume unitário de uma substância e a massa de um mesmo volume de água a uma dada temperatura, normalmente 20 ou 23°C. | kg/m^3 g/cm^3 lb/in^3 lb/ft^3 | ISO/R 1183; BS 2782: Parte 6: Métodos 620A-D; BS 4618: Seção 5.1; ASTM D 792 (Método por deslocamento); ASTM D 1505 (Coluna de gradiente de densidade); DIN 53 479 | Produtos Moldados: 1,40 – 1,45 g/cm^3 Filmes e/ou Laminados: 1,40 – 1,45 g/cm^3 Fibras: 1,4 g/cm^3 Resina de PVC: 1,38 – 1,40 g/cm^3 | Produtos Moldados: 1,10 – 1,45 g/cm^3 |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | Valores típicos para PVC Flexível |
|-------------------------------------|--|---|--|--|--|
| Resistência à tração | Máxima tensão ao qual o material resiste antes da ruptura sob tração. Maiores informações e tipos comuns de falhas em testes de tração são apresentados na norma BS 4618: Seção 1.3. | N/m^2 (Pa) lbf/in^2 (psi) kgf/cm^2 Para fibras: <i>g por "denier"</i> <i>g por "tex"</i> | ISO/R 527; ISO/R 1184 (p/ filmes); BS 2782: Parte 3: Método 320 A-F Método 326 A-C (filmes); ASTM D 638; ASTM D 759 (baixas e altas temperaturas); ASTM D 882 (laminados e filmes); ASTM D 1708; DIN 53 455 | Produtos Moldados: 31 – 60 MPa (BS 2782 ou ASTM D 638) Filmes e/ou Laminados: 38 – 45 MPa Fibras: 2,7 – 3,0 g por "denier" (aprox. 33 – 70 MPa) | Produtos Moldados (e outros compostos): 10 – 25 MPa Filmes e/ou Laminados: 15 – 21 MPa (ASTM D 882) |
| Elongação ou alongamento na ruptura | Aumento do comprimento de um corpo de prova causado por uma tensão de tração, no momento da ruptura, em relação ao comprimento original do corpo de prova. | % do comprimento original (ocasionalmente são utilizadas unidades de comprimento, como mm/mm) | Mesmas normas relacionadas em "Resistência à tração" (as propriedades são medidas nos mesmos testes) | Produtos Moldados: 2 – 40% Filmes e/ou Laminados: 5 – 35% Fibras: 10 – 20% | Produtos Moldados: 150 – 400% Filmes e/ou Laminados: 120 – 250% |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC Rígido | PVC Flexível |
|---|---|---|---|--|---------------|
| Resistência à flexão | Tensão máxima na fibra externa de um corpo de prova, no momento da ruptura, quando submetido à flexão. | N/m^2 (Pa) lbf/in^2 (psi) kgf/cm^2 Para fibras: <i>g por "denier" (ou g por 9.000 metros de fibra)</i> <i>ou g por "tex" (ou g por 10.000 metros de fibra)</i> | ISO 178; BS 2782: Parte 3: Método 335 A; ASTM D 790; DIN 53 452 | Produtos Moldados: 62 – 100 MPa (ASTM D 790) | Não aplicável |
| Resistência ao rasgamento de laminados e filmes | Força ou carga, medida diretamente ou por unidade de espessura do corpo de prova, necessária para iniciar o rasgamento e/ou propagação de um rasgo em condições específicas de teste. | N; kgf; lbf ou g; oz; lb ou N/mm^1 ; $kgfmm^1$ | ISO/DIS 6383; BS 1763 (laminados finos: teste de Elmendorf); BS 2739 (laminados espessos); BS 2782: Parte 3: Método 360B; ASTM D 1004; ASTM D 1922 (teste de Elmendorf); ASTM D 2582; DIN 53 363 | Filmes e/ou Laminados: 20 – 100 N/mm | |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC Rígido | Valores típicos para PVC Flexível |
|------------------------|--|---|---|--|-----------------------------------|
| Resistência ao impacto | Energia necessária para romper um corpo de prova padrão por impacto em um teste padronizado. Um resumo sobre o comportamento de plásticos em relação ao impacto pode ser encontrado em BS 4618: Seção 1.2. | <i>J/m;</i> <i>kgf.cm/cm;</i> <i>lbf.ft/in;</i> <i>por unidade de área do entalhe;</i> <i>por unidade de área do corte transversal;</i> <i>por unidade de espessura do corpo de prova ou área do corte transversal</i> | ISO 179 (Charpy); ISO 180 (Izod); BS 2782: Método 306A (Izod); BS 2782: Parte 3: Método 351A (Charpy); BS 2782: Método 306B e C (Queda de dardo); ASTM D 256 Métodos A e C (Izod) Método B (Charpy); ASTM D 1822 (Tensão de impacto); ASTM D 3029 (Queda de dardo); DIN 53 443 (Queda de dardo) | Produtos Moldados: 25 – 1500 J/m (ASTM D 256) | Não aplicável |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | Valores típicos para PVC Flexível |
|----------------------------|--|---|--|--|---|
| Dureza | Habilidade de um material em resistir à penetração de um indentedor sob condições específicas (incluindo combinações de indentedores e pressão). A determinação da dureza por resistência a riscos não é relevante no caso de PVC. | <i>Arbitrário, relacionada a escalas arbitrárias de durezas usadas em métodos de teste específicos (por exemplo, Shore, Rockwell, Barcol)</i> | ISO 868 (Durômetro); ISO 2039 (Indentedor esférico); BS 2782: Método 365A: (Número de amolecimento BS) Método 365D: (Indentedor esférico) Método 1001: (Dureza Barcol) BS 2719 (Dureza Shore); ASTM D 785 (Dureza Rockwell); ASTM D 2240 (Dureza Shore); DIN 53 456 (Indentedor esférico); DIN 53 505 (Durômetro) | Produtos Moldados: Shore D: 65 – 85 Rockwell R: 110 – 220 Indentedor esférico (DIN 53 456): 75 – 155 | Produtos Moldados (e outros compostos): Amolecimento BS: 15 – 90 Shore A: 50 – 95 Rockwell R: 5 – 80 |
| Módulo elástico sob tração | Razão entre a tensão de tração e a deformação na tração em condições reversíveis de deformação. | <i>Vide resistência à tração</i> | ISO/R 527; BS 2782: Parte 3: Métodos 320 A à F; ASTM D 638; ASTM D 882 (para chapas finas e filmes); DIN 53 457 | Produtos Moldados (e outros compostos): 2,5 – 3,5 GPa (ISO, BS, ASTM ou DIN) | Muito baixo para níveis normais de plastificação |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | Valores típicos para PVC Flexível |
|----------------------------------|--|--|--|--|--|
| Módulo elástico sob cisalhamento | Razão entre a tensão de cisalhamento e a deformação de cisalhamento em condições reversíveis. Na prática, é determinado por ensaios de torção. | <i>Vide resistência a tração (ou cisalhamento)</i> | ISO 537 (método <i>c/</i> pêndulo de torção); ASTM D 1043; ASTM D 2236 (método <i>c/</i> pêndulo de torção); DIN 53 447 (método <i>c/</i> polia de torção); | Produtos Moldados (e outros compostos): 1,0 – 1,8 GPa | Muito baixo para níveis normais de plastificação |
| Módulo elástico sob flexão | Razão entre a tensão e a deformação na flexão em condições reversíveis. | <i>Vide resistência à tração (ou flexão)</i> | ISO 178; ISO/TR 4137 (método de flexão alternada); BS 2782: Parte 3: Método 332A (rigidez de filmes) Método 335A; ASTM D-790; DIN 53 457 | Produtos Moldados: 2,0 – 3,5 GPa (ASTM D 790) Filmes e/ou Laminados: 2,0 – 3,0 GPa (BS 2782: Método 335A) | Muito baixo para níveis normais de plastificação |
| Módulo elástico de compressão | Razão entre a mudança na pressão externa e a mudança parcial de volume, em condições reversíveis. | <i>Vide resistência à tração (ou compressão)</i> | ISO 604; ASTM D 695; DIN 53 457 | Produtos Moldados: 2,2 – 3,5 GPa (ASTM D 695) | Baixo para níveis normais de plastificação |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC | |
|---|--|--------------------------------------|--|--|---|
| | | | | PVC Rígido | PVC Flexível |
| Temperatura de amolecimento Vicat | Temperatura na qual uma agulha de ponta chata e dimensões especificadas penetra um determinado comprimento em um corpo de prova, a uma taxa de aquecimento constante padronizada, sob a ação de uma carga específica (normalmente 1 kg ou 5 kg) em condições padrões de teste. | °C °F | ISO 306; BS 2782: Parte 1: Métodos 120A a E; ASTM D 1525; DIN 53 460 | Produtos Moldados (e outros compostos): 65 – 100°C (ISO 306: carga de 5kg) | Não aplicável |
| Condutividade térmica | Quantidade de calor transferida por unidade de tempo e por unidade de área em uma placa uniforme de comprimento infinito e espessura unitária, quando uma diferença unitária de temperatura é estabelecida entre duas faces paralelas. | W/m. °C cal/s.cm.°C | BS 874; BS 4618: Seção 3.3; ASTM C 177; DIN 52 612 | Produtos Moldados (e outros compostos): 0,14 – 0,28 W/m.°C (ASTM C 177) | Produtos Moldados (e outros compostos): 0,14 – 0,17 W/m.°C (ASTM C 177) |
| Coefficiente de expansão térmica linear | Mudança de comprimento por unidade de comprimento inicial por grau de temperatura. | °C ⁻¹ °F ⁻¹ | BS 4618: Seção 3.1; ASTM 696 | Produtos Moldados (e outros compostos): 5 x 10 ⁻⁵ – 15 x 10 ⁻⁵ °C ⁻¹ (ASTM D 696) | Produtos Moldados (e outros compostos): 10 x 10 ⁻⁵ – 25 x 10 ⁻⁵ °C ⁻¹ (ASTM D 696) |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | PVC Flexível |
|--|--|------------------------------------|--|---|---|
| Temperatura de deflexão sob carga (HDT) | Temperatura na qual, sob determinadas condições, um corpo de prova (barra de dimensões específicas) sofre flexão sob a ação de uma carga a uma taxa de aquecimento constante, causando uma tensão máxima nas fibras do corpo de prova de 1,82 MPa (254 lbf/in ²) ou 0,455 MPa (66 lbf/in ²). | °C °F | ISO 75; BS 2782: Métodos 121A e B; ASTM D 648; DIN 53 461 | Produtos Moldados (e outros compostos): 60 – 80°C (ISO, BS, ASTM e DIN) | Não aplicável |
| Deformação por calor de compostos flexíveis de PVC | Porcentagem de deformação de uma placa de dimensões específicas sob a ação de uma carga à 70 °C, sob condições padrões de teste. | % | BS 2782: Parte 1: Método 122A | - | Produtos Moldados (e outros compostos): 15 – 65% (BS 2782) |
| Calor específico | Quantidade de calor necessária para promover o aumento de temperatura de uma massa unitária de material de um grau (em uma faixa específica de temperaturas). | J/g. °C cal/g. °C Btu/lb. °F | BS 4618: Seção 3.2; ASTM C 351 | Produtos Moldados (e outros compostos): 0,8 – 0,9 J/g. °C | Produtos Moldados (e outros compostos): 1,0 – 2,0 J/g. °C |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | Valores típicos para PVC Flexível |
|--|---|---------------------------|--|---|---|
| Permissividade (constante dielétrica) | Razão entre a capacitância de uma dada configuração de eletrodos imersos em um material de teste (dielétrico) pela capacitância desse mesmo eletrodo utilizando o vácuo (ou ar) como dielétrico. | -) | BS 2782: Método 207A; BS 4618: Seção 2.1; ASTM D 150; DIN 53 483; ISO 1325 – Determinação de Propriedades elétricas de chapas finas e filmes plásticos | Produtos Moldados (e outros compostos): 3,3 – 3,6 a 50 Hz 2,9 – 3,1 a 1 MHz (ASTM ou DIN) | Produtos Moldados (e outros compostos): 4,5 – 8,5 a 50 Hz 3,5 – 4,5 a 1 MHz (ASTM ou DIN) |
| Perda tangencial (fator de dissipação ou tan?) | Razão entre a potência dissipada pela potência aparente absorvida durante a passagem de uma corrente alternada por um dielétrico. | -) | BS 2782: Método 207A; BS 4618: Seção 2.2; ASTM D 150; DIN 53 483 | Produtos Moldados (e outros compostos): 0,007 – 0,017 a 60 Hz 0,006 – 0,019 a 1 MHz (ASTM D 150) | Produtos Moldados (e outros compostos): 0,08 – 0,15 a 60 Hz 0,04 – 0,14 a 1 MHz (ASTM D 150) |
| Resistividade volumétrica | Resistência elétrica entre duas faces opostas de um cubo unitário de um material. Pode ser definida também em termos de gradiente de potencial e densidade de corrente (ASTM D 257 ou BS 4618 Seção 2.3). | <i>W m</i> <i>W cm</i> | BS 4618: Seção 2.3; BS 2782: Métodos 202A e B; ASTM D 257; DIN 53 482 | Produtos Moldados (e outros compostos): em torno de $10^{16} \Omega \text{ cm}$, a 60% de umidade relativa e à temperatura ambiente | Produtos Moldados (e outros compostos): $10^{12} - 10^{15} \Omega \text{ cm}$, a 60% de umidade relativa e à temperatura ambiente |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC | |
|---------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | PVC Rígido | PVC Flexível |
| Resistividade superficial | Resistência entre dois eletrodos de comprimento unitário, a uma distância unitária. Pode ser definido também em termos de gradiente de potencial e corrente por comprimento unitário de superfície (ASTM D 257 ou BS 4618 Seção 2.4). | <i>W</i> | BS 4618: Seção 2.4; BS 2782: Métodos 203A; ASTM D 257; DIN 53 482 | Produtos Moldados (e outros compostos): $10^{13} - 10^{14} \Omega$, a 60% de umidade relativa e à temperatura ambiente (DIN) | Produtos Moldados (e outros compostos): $10^{11} - 10^{12} \Omega$, a 60% de umidade relativa e à temperatura ambiente (DIN) |
| Rigidez dielétrica | Intensidade de campo (divisão da voltagem aplicada pela espessura) necessária para a ruptura do material sob condições específicas de teste. | <i>V/m</i> <i>V/cm</i> <i>V/mm</i> <i>V/mil</i> (1 mil = 0,001 in) | BS 2782: Métodos 201; ASTM D 149; DIN 53 481 | Produtos Moldados (e outros compostos): 15.000 – 20.000 V/mm (ASTM – corpo de prova com 3,2 mm de espessura) | Produtos Moldados (e outros compostos): 10.000 – 15.000 V/mm (ASTM – corpo de prova com 3,2 mm de espessura) |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Flexível |
|-----------------------|--|--|---|--|---|
| Absorção de água | Quantidade de água absorvida por um corpo de prova padrão em condições pré-definidas de teste. | g mg % mássica (% volumétrica para plásticos celulares) | ISO 62 (absorção de água a frio, absorção de água a quente); BS 2782: Método 502C (absorção por compostos de PVC) Método 502F e G Método 503B e C; ASTM D 570; ASTM 2842 (para plásticos celulares); DIN 53 471; DIN 53 473 (absorção de umidade da atmosfera); DIN 53 495 | Produtos Moldados (e outros compostos): 8 – 50 mg (em 48h) (BS 2782: Método 502C) 0,07% – 0,40% (ASTM 24h, corpo de prova com 0,125 in de espessura) | Produtos Moldados (e outros compostos): 30 – 150 mg (48h) (BS 2782: Método 502C) 0,15 – 1,0% (ASTM D 570 – 24h, corpo de prova com 0,125 in de espessura) |
| Resistência à abrasão | Resistência a danos ou desgaste superficial por fricção causada por abrasivos específicos em determinadas condições de teste. A resistência a abrasão de chapas finas de PVC é relatada na BS 1763 (medido de acordo com a BS 2782: Método 310B). | Sem unidades convencionais. Medido em termos de perda de massa pelo corpo de prova ou efeitos visuais, por exemplo, alterações na superfície e perda de transparência | ASTM D 1044 (abrasivo “Taber”); ASTM D 1242; ASTM D 673 (resistência “Mar”); DIN 53 754 | A resistência à abrasão de materiais e produtos de PVC variam muito de acordo com a formulação e condições de teste. | |

PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC

| Propriedade | Definição Simplificada | Unidades Usuais | Normas relevantes para determinação em plásticos | Valores ou intervalos de valores típicos para PVC PVC Rígido | Valores típicos para PVC PVC Flexível |
|--------------------------|--|-----------------|---|---|--|
| Coefficientes de fricção | <p>Os dois coeficientes de fricção, estático (μ_s) e dinâmico (μ_d) são definidos pelas seguintes expressões:</p> $\mu_s = \frac{F_s}{L} \quad \mu_d = \frac{F_D}{L}$ <p>onde F_s = força mínima necessária para iniciar o escorregamento; F_D = força mínima necessária para manter o escorregamento a uma velocidade em particular; e L = força (geralmente gravitacional) agindo na direção normal à superfície para manter o contato.</p> | - | BS 2782: Método 311A; BS 4618: Seção 5.6; ASTM D 1894 (μ_s e μ_d de filmes e chapas plásticas); ASTM D 3028-72 (μ_s e μ_d de sólidos e chapas plásticas) | Produtos Moldados (e outros compostos): < 0,2 Filmes e placas: < 0,2 | Produtos Moldados (e outros compostos): 0,2 – 2,0 Filmes e placas: 0,2 – 2,0 |
| Índice de refração | Razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz em um material em particular. | - | ISO/R 489; BS 4618: Seção 5.3; ASTM D 542; DIN 53 491 | Resina de PVC: Aproximadamente 1,55 Produtos Moldados: 1,52 – 1,55 | O índice de refração é geralmente diminuído pela plastificação, mas seu efeito depende do plastificante (e geralmente da formulação) |

 Adaptado de: Titow, W. V. (1984). PVC technology. 4. ed. London: Elsevier Applied Science Publishers.