

Procedimento

Norma de uso exclusivo da CETESB
Reprodução proibidaSUMÁRIO

	Página
1 Objetivo	1
2 Aparelhagem.....	1
3 Corpos de prova	1
4 Execução do ensaio.....	2
5 Resultados	4
Anexo	7

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a determinação das características re-
lativas à tração de poliéster reforçado com fibra de vidro.

2 APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é constituída de:

- a) máquina universal de ensaios (tipo INSTRON);
- b) extensômetro;
- c) micrômetro.

3 CORPOS DE PROVA

3.1 Os corpos de prova são peças cortadas de chapas de poliéster reforçado com fi-
bra de vidro, com a forma apresentada na Figura e as dimensões constantes da Tabe-
la.

3.2 No caso de materiais isotrópicos, devem ser ensaiados 5 (cinco) corpos de pro-
va.

3.3 No caso de materiais anisotrópicos, devem ser ensaiados 10 (dez) corpos de pro-
va, sendo cinco na direção de menor resistência à tração.

3.4 Em princípio, a superfície da chapa original de poliéster não deve ser altera-
da. Contudo, a usinagem que for necessária no corpo de prova deverá ser feita no
sentido longitudinal, consignando-se essa circunstância no relatório de ensaio.

3.5 Os corpos de prova devem ser preparados com a forma estabelecida na Figura e
as dimensões constantes da Tabela.

3.6 Quando exigido pela especificação do produto ensaiado, os corpos de prova de vem ser condicionados, antes do ensaio, por um período mínimo de 40 horas à temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $(50 \pm 5)\%$ (Procedimento A da ASTM D-618).

4 EXECUÇÃO DO ENSAIO

4.1 Executar o ensaio à temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $(50 \pm 5)\%$.

4.2 Medir a largura e a espessura de cada corpo de prova em cinco seções distintas. Tomar a média das medidas de cada dimensão.

4.3 Regular a máquina de ensaio de acordo com o esforço requerido pelo corpo de prova, adotando a escala e a célula de carga adequadas, bem como a velocidade de ensaio especificada (normalmente 5 mm/min).

4.4 Prender o corpo de prova por suas extremidades nos mordentes da máquina de ensaio, centrando-o perfeitamente, de forma que a carga seja aplicada o mais axialmente possível.

4.5 Se for necessário determinar valores modulares, proceder como segue.

4.5.1 Fixar o extensômetro.

4.5.2 Adotar o valor conveniente da velocidade de ensaio (ver 4.3) e ligar a máquina.

4.5.3 Registrar as cargas e as deformações correspondentes a intervalos de deformação regulares e apropriados.

4.5.4 Registrar a carga aplicada no corpo de prova quando a deformação relativa alcançar o valor de 0,02 (2%) e o tempo decorrido desde o começo do ensaio até esse ponto. Se ocorrer ruptura antes da deformação relativa alcançar o valor de 0,02, registrar o tempo decorrido desde o começo do ensaio até a ruptura do corpo de prova.

4.6 Determinar a resistência à tração e o alongamento como segue:

4.6.1 Adotar o valor conveniente da velocidade de ensaio (ver 4.3) e ligar a máquina.

4.6.2 Registrar a carga aplicada no corpo de prova quando a deformação relativa atingir o valor de 0,02 e o tempo decorrido desde o começo do ensaio até esse ponto. Se ocorrer ruptura antes que a deformação relativa atinja 0,02, registrar o tempo decorrido desde o começo do ensaio até a ruptura do corpo de prova.

4.6.3 Registrar a carga máxima aplicada no corpo de prova durante o ensaio. Registrar também a carga de escoamento ou a de ruptura.

4.6.4 Registrar o alongamento no momento da ruptura do corpo de prova.

4.6.5 Encerrar o ensaio, desligar a máquina e retirar os pedaços do corpo de prova dos mordentes.

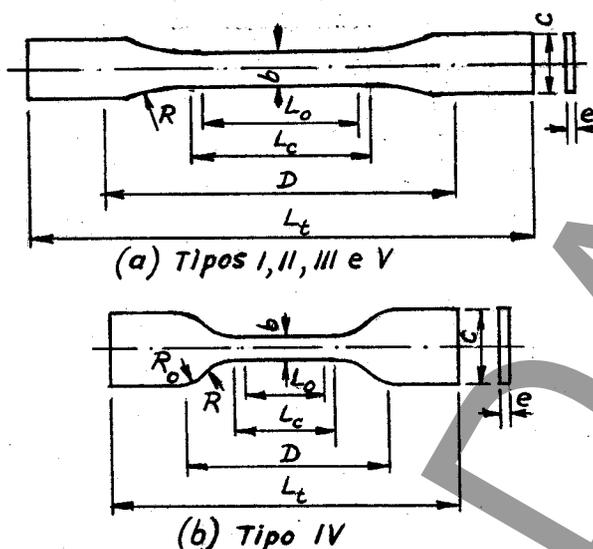


FIGURA - Corpos de prova para ensaio de tração

TABELA - Dimensões do corpo de prova

Dimensão (ver Figura)	Espessura, e					Tolerância
	$e \leq 7$		$7 < e \leq 14$	$e < 4$		
	Tipo I (b)	Tipo II (b)	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	
b = Largura da parte útil (c)	13	6	19	6	3,18	$\pm 0,5$
L_c = Comprimento da parte útil	57	57	57	33	9,53	$\pm 0,5$
C = Largura total, mínima (d)	19	19	29	19	9,53	± 6
L_t = Comprimento total, mínimo (e)	165	183	246	115	63,5	sem limite máx.
L_o = Comprimento inicial (base de medida) (f)	50	50	50	—	7,62	$\pm 0,25$
	—	—	—	25	—	$\pm 0,13$
D = Distância entre garas	115	135	115	64	25,4	± 5
R = Raio de concordância	76	76	76	14	12,7	± 1
R_o = Raio externo (no Tipo IV)	—	—	—	25	—	—

- Notas:**
- A espessura e deve ser a mesma da chapa ou placa preparada, não excedendo 14 mm. As chapas com espessura maior do que 14 mm devem ser usinadas até a espessura de $(14 \pm 0,4)$ mm. As chapas com espessura entre 14 e 50 mm devem ser usinadas em ambas as faces, removendo-se destas quantidades de material aproximadamente iguais.
 - Um corpo de prova do tipo I com a largura total de 19 mm e o comprimento total de 216 mm deve ser adotado sempre que possível. O corpo de prova do tipo II pode ser usado quando o material não se romper na parte útil do corpo de prova do tipo I.
 - A largura do corpo de prova na seção reta central deve ter mais 0,00 mm e menos 0,10 mm em relação à largura b das outras seções da parte útil. Qualquer redução de b na parte média do corpo de prova deve ser gradual, dispondo-se a mesma simetricamente em relação à seção reta central e de modo que não haja mudanças bruscas de dimensão.
 - Uma largura total maior que a mínima indicada pode ser conveniente para alguns materiais, a fim de evitar que o corpo de prova se rompa nas garras.
 - Um comprimento total maior que o mínimo indicado pode ser conveniente para evitar a ruptura do corpo de prova nas garras ou para satisfazer a requisitos especiais de ensaio.
 - Base de medida ou abertura inicial do extensômetro.

5 RESULTADOS

5.1 Resistência à tração

Calcula-se a resistência à tração, com 3 algarismos significativos, pela fórmula:

$$\sigma_t = \frac{F_m}{S_o}$$

onde:

σ_t = limite de resistência à tração, em kPa

F_m = carga máxima suportada pelo corpo de prova, em kN

S_o = área média da seção reta da parte útil do corpo de prova antes da aplicação da carga, em m^2

5.2 Alongamento percentual após ruptura

Calcula-se o alongamento percentual após ruptura, com 2 algarismos significativos, pela fórmula:

$$A = \left(\frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100 \right) \%$$

onde:

A = alongamento percentual após ruptura

L_0 = comprimento inicial (base de medida), em mm

L_f = comprimento final após ruptura, em mm

5.3 Velocidade média de tensionamento

Calcula-se a velocidade média de tensionamento, com 3 algarismos significativos, pela fórmula:

$$V_t = \frac{F_t}{S_0 \cdot \Delta t}$$

onde:

V_t = velocidade média de tensionamento, em kPa/s

F_t = carga de tração no momento da deformação relativa até atingir o valor de 0,02 ou no momento da ruptura (o que ocorrer primeiro), em kN

S_0 = área média da seção reta da parte útil do corpo de prova antes da aplicação da carga, em m^2

Δt = tempo medido desde o início do ensaio até ocorrer a deformação relativa de 0,02 ou a ruptura, em s

5.4 Velocidade média de deformação

Calcula-se a velocidade média de deformação de uma curva deformação x tempo, construída para este fim, tomando um ponto conveniente da curva e dividindo a deformação representada por esse ponto pelo tempo correspondente. Exprime-se o resultado como uma razão adimensional por segundo (unidades por segundo), com 3 algarismos significativos.

5.5 Módulo de elasticidade

Calcula-se o módulo de elasticidade, com 3 algarismos significativos, pela fórmula:

$$E = \frac{\sigma_c}{\epsilon}$$

onde:

E = módulo de elasticidade, em kPa

σ_c = tensão convencional em determinado instante da fase elástica do ensaio, em kPa

ϵ = alongamento específico $\left(\frac{\Delta L}{L_0} \right)$, correspondente a σ_c .

5.6 Valores obtidos

5.6.1 Para cada série de ensaios, calcula-se a média aritmética dos valores obtidos, consignando-se a mesma no relatório como "valor médio" da propriedade em questão (média de cinco valores para uma mesma direção).

5.6.2 O desvio padrão dos valores obtidos deve ser calculado com dois algarismos significativos (desvio padrão para cinco valores de uma mesma direção) por meio da fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n \bar{x}^2}{n - 1}}$$

onde:

S = desvio padrão

x = valor de uma observação

n = número de observações

\bar{x} = média aritmética das observações

5.6.3 O relatório de ensaio deve ser executado conforme o modelo do Anexo.

/Anexo

1ª VIA - CLIENTE (BRANCA)
 2ª VIA - DOSSIÊ DNAT (VERDE)
 3ª VIA - DOSSIÊ PEDIDO (ROSA)
 4ª VIA - UNID. SOLIC. (AMARELA)

RELATÓRIO DNAT Nº _____ /

RESULTADO DE ENSAIO DE _____

CETESB

Ensaio conforme Norma: _____

Especificação Material: _____

INTERESSADO: _____

PROCEDÊNCIA: _____

REF.: _____

Corpo de Prova Nº	Dimensões			Ensaio de Tração				Ensaio Dobramento				
	Larg. (mm)	Esp. (mm)	Ø (mm)	Área (mm ²)	Carga de Escoam. (kN)	Limite de Escoam. (MPa)	Carga Máxima (kN)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento em (%)	Local da Ruptura	Face	Raiz

CETESB/M1.725 - Parte I
 ANEXO - RELATÓRIO DE ENSAIO

Observações: _____

Notas:
 1kgf = 9,806 65 N
 1Pa = 1 N/m²