Exemplo 2.02:
As asas de uma réplica de biplano estão ligadas por um sistema de cabos em compósito, cada um com 1,5 m de comprimento e que suportam apenas cargas de tração. A secção transversal está mostrada na *figura 2.05* onde a matriz de poliéster tem um módulo elástico de 2800 N/mm^2 enquanto o da fibra de kevlar é 145000 N/mm^2 com coeficientes de Poisson correspondentes de 0,15 e 0,3, respetivamente. Se a força de tração máxima no cabo for de 10 kN, determine o alongamento e as tensões no poliéster e no kevlar.

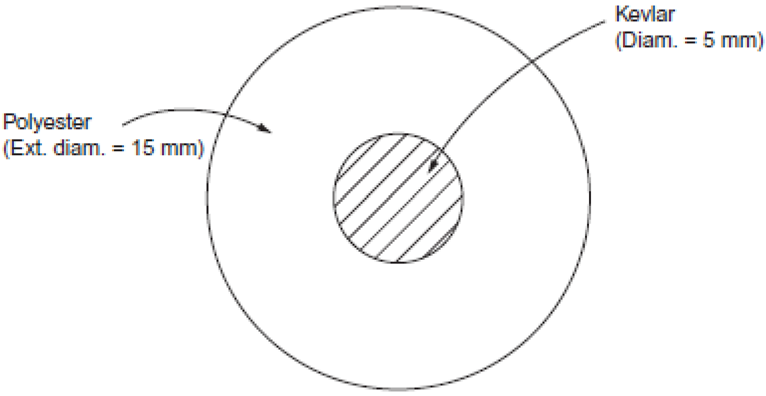

Figura 2.05 Secção transversal do cabo do *exemplo 2.02*.

Da *equação (2.14)*, o módulo elástico do cabo é

$$E_1 = E_f \frac{A_f}{A} + E_m \frac{A_m}{A} \qquad \text{(i)}$$

onde E_f é o módulo elástico longitudinal da fibra (kevlar), E_m é o módulo elástico longitudinal da resina (poliéster), A_f é área transversal da fibra, A_m é área transversal da resina e A é área transversal total da barra.

A área total da secção da barra é dada por

$$A = \frac{\pi d_m^2}{4} = \frac{15^2 \pi}{4} = 176.71\,\text{mm}^2$$

onde d_m éo diâmetro externo do cabo, que também é igual ao diâmetro da matriz); a área da secção da fibra é dada por

$$A_f = \frac{\pi d_f^2}{4} = \frac{5^2 \pi}{4} = 19.635\,\text{mm}^2$$

onde d_f éo diâmetro da fibra; e a área da secção da matriz é dada por

$$A_m = \frac{\pi\left(d_m^2 - d_v^2\right)}{4} = \frac{\pi\left(15^2 - 5^2\right)}{4} = 157.08\,\text{mm}^2$$

Substituindo estes valores na *equação (i)* tem-se

$$E_1 = 145000 \times \frac{19.635}{176.71} + 2800 \times \frac{157.08}{176.71} = 18600 \text{ N/mm}^2$$

A tensão direta, σ_1, na direção longitudinal é dada por

$$\sigma_1 = \frac{F}{A} = \frac{10000}{176.71} = 56.6 \text{ N/mm}^2$$

onde *F* é a força longitudinal aplicada no cabo.

Então, da *equação (2.11)*, a extensão longitudinal, ε_1, do cabo é

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E_1} = \frac{56.6}{18600} = 3 \times 10^{-3}$$

O alongamento longitudinal, Δ_l, do cabo é, da *equação (2.10)*,

$$\Delta_l = \varepsilon_1 l = 3 \times 10^{-3} \times 1500 = 4.5 \text{ mm}$$

onde *l* é o comprimento do cabo.

As tensões no poliéster e no kvlar são calculadas usando a *equação (2.12)*. Logo

$$\sigma_m = E_m \varepsilon_1 = 2800 \times 3 \times 10^{-3} = 8.4 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_f = E_f \varepsilon_1 = 145000 \times 3 \times 10^{-3} = 435 \text{ N/mm}^2$$