Ex. 16.3 – Deve ser preparado um compósito com partículas grandes de tungstênio em uma matriz de Cobre. Se as frações *volumétricas* de tungstênio e de cobre são de 0,70 e 0,30, respectivamente. Estime o limite superior para a rigidez específica (= E_c/ρ_c) desse compósito a partir dos dados a seguir, onde ρ_c é a densidade relativa deste compósito.

	Densidade relativa	Módulo de Elasticidade (Gpa)
Cobre	8,9	110
Tungstênio	19,3	407

Os limites superior do módulo da elasticidade e da densidade relativa são dados por:

$$E_c = E_{Cu} V_{Cu} + E_W V_W$$

$$\rho_c = \rho_{Cu} V_{Cu} + \rho_W V_W$$

$$E_c = (110)(0,3) + (407)0,7 = 318\,\text{GPa}$$

$$\rho_c = \rho_{Cu} V_{Cu} + \rho_W V_W$$

$$\rho_c = (8{,}9)(0{,}3) + (19{,}3)0{,}7 = 16{,}18$$

$$\text{rigidez específica} = \frac{\mathrm{E_c}}{\rho_\mathrm{c}} = \frac{318}{16{,}18} = 19{,}65\,\mathrm{GPa}$$

Ex. 16.12 – Em um compósito de náilon 6,6 reforçado com fibras de carbono contínuas e alinhadas, as fibras devem suportar 97% de uma carga aplicada na direção longitudinal. Determine a fração volumétrica de fibras que será necessária, sabendo que os módulos de elasticidade do náilon 6,6 e da fibra de carbono são 2,8 GPa e 260 GPa, respectivamente.

$$\frac{F_f}{F_m} = \frac{E_f V_f}{E_m V_m} = \frac{E_f V_f}{E_m \left(1 - V_f\right)}$$

$$\frac{F_f}{F_m} = \frac{0,97}{0,03} = 32,3$$

$$32,3 = \frac{260 V_f}{\left(2,8\right)\left(1 - V_f\right)}$$

$$350,44 V_f = 90,44$$

$$V_f = 0,258$$

Ex. 16.14 – Um compósito reforçado com fibras contínuas e alinhadas que possui uma área de seção transversal de 970 mm^2 está sujeito a uma carga interna de tração. Se as tensões suportadas pelas fases fibras e matriz são de 215 MPa e 5,38 MPa, respectivamente, a força suportada pela fase fibra é de 76800 N e a deformação longitudinal total do compósito é de $1{,}56\times10^{-3}$, determine: (a) a força suportada pela fase matriz; (b) o módulo de elasticidade do material compósito na direção longitudinal, e (c) os módulos de Elasticidade das fases fibras e matriz.

$$\sigma_f = \frac{F_f}{A_f} = \frac{F_f}{V_f A_c}$$

$$V_f = \frac{F_f}{\sigma_f A_c} = \frac{76800\,N}{\left(215\times10^6\,N/m^2\right)\left(970\times10^{-6}\,m^2\right)} = 0{,}369$$

$$V_m = 1 - V_f = 1 - 0{,}369 = 0{,}631$$

$$\sigma_m = \frac{F_m}{A_m} = \frac{F_m}{V_m A_c}$$

$$F_m = V_m \sigma_m A_c = \left(0{,}631\right)\left(5{,}38\times10^6\,N/m^2\right)\left(0{,}970\times10^{-3}\,m^2\right) = 3290\,N$$

(b)

$$E_c = \frac{\sigma_c}{\varepsilon} = \frac{\dfrac{F_m + F_f}{A_c}}{\varepsilon} = \frac{F_m + F_f}{\varepsilon A_c}$$

$$E_c = \frac{3290N + 76800N}{\left(1,56\times 10^{-3}\right)\left(970\times 10^{-6}m^2\right)} = 52,9\times 10^9 N/m^2$$

(c)

$$E_m = \frac{\sigma_m}{\varepsilon_m}$$

Neste caso temos a isodeformação: $\varepsilon_c=\varepsilon_f=\varepsilon_m$

$$E_m = \frac{\sigma_m}{\varepsilon_c} = \frac{5,38\times 10^6}{1,56\times 10^{-3}}\,\mathrm{N/m^2} = 3,45\times 10^9\,\mathrm{N/m^2} = 3,45\,\mathrm{GPa}$$

$$E_f = \frac{\sigma_f}{\varepsilon_f} = \frac{\sigma_f}{\varepsilon_c} = \frac{215\times 10^6 N/m^2}{1,56\times 10^{-3}} = 1,38\times 10^{11}\,\mathrm{N/m^2} = 138\,\mathrm{GPa}$$