

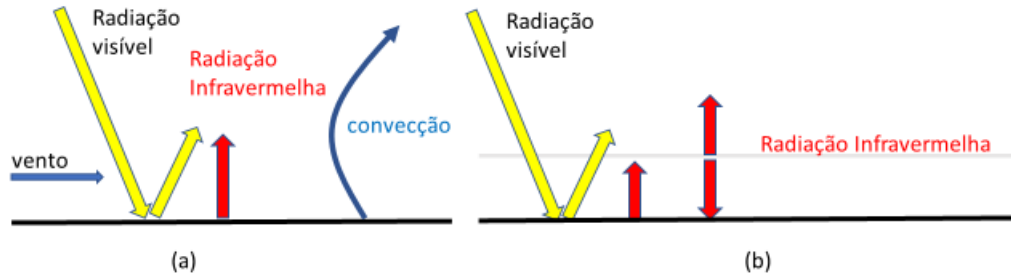
Projeto A.

Laboratório Numérico 2020

Notas:

- (a) Espera-se um projeto original
- (b) Será valorizada a clareza do código, incluindo os comentários
- (c) Será valorizado código reutilizável (funções, estrutura modular)
- (d) Será valorizada a clareza das anotações, incluindo formatos, nas figuras
- (e) Serão valorizados extras interessantes (gráficos adicionais, diagnósticos, etc)
- (f) Muita atenção às unidades
- (g) Alguns dos parâmetros do projeto variam de grupo para grupo (atenção aos detalhes). Por exemplo **G1578** indica que se aplica aos grupos [1,5,7,8].
- (h) O projeto deve dar origem a uma apresentação com 11 slides: 1 slide de identificação; 5 slides a serem apresentados por cada membro do grupo.

Projeto A



Uma superfície opaca exposta ao ar (Figura (a)), recebendo radiação solar (de pequeno comprimento de onda) e radiação atmosférica descendente (de grande comprimento de onda), e trocando calor com o ar por condução/convecção, atinge ao fim de algum tempo uma temperatura de equilíbrio T_s , situação na qual a radiação energia absorvida pela superfície iguala a energia emitida:

$$E_{atm} + (1 - \alpha)E_{solar} = \sigma T_0^4 + \beta(T_s - T_{ar}) \quad (1)$$

onde E_{atm} e E_{solar} representam, respetivamente, a radiação atmosférica descendente e a radiação solar, ambas em Wm^{-2} (irradiância), $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$ é a constante de Stefan-Boltzmann, α é fração de radiação solar refletida (albedo), β é o coeficiente de transferência (dependente da velocidade do vento) representando o processo de condução/convecção, e T_{ar} é a temperatura do ar. Admita que, em unidades SI:

$$\beta = 0.12 |\vec{v}| \quad (2)$$

Se essa mesma superfície for coberta por uma superfície transparente (como numa estufa) o balanço de energia será atingido quando ambas as superfícies (a opaca e a transparente) estabilizarem. Neste caso (ver figura(b)) os fluxos de energia também incluem as trocas de radiação entre as duas superfícies, ficando a superfície transparente (superior) exposta ao ar. Admitindo que esta última é totalmente transparente para a radiação solar e que absorve totalmente a radiação de grande comprimento de onda, a condição de equilíbrio obtém-se com o sistema de 2 equações:

$$\begin{cases} E_{atm} + \sigma T_0^4 = \sigma T_1^4 + \beta(T_1 - T_{ar}) \\ (1 - \alpha)E_{solar} + \sigma T_1^4 = \sigma T_0^4 \end{cases}$$

que vamos simplificar, admitindo que T_1 é suficientemente próximo de T_{ar} , pois agora a radiação solar será absorvida em $T_0 > T_1 > T_{ar}$:

$$\begin{cases} E_{atm} + \sigma T_0^4 = \sigma T_1^4 \\ (1 - \alpha)E_{solar} + \sigma T_1^4 = \sigma T_0^4 \end{cases} \quad (3)$$

A equação (1) é uma equação não linear para T_0 (dados os outros parâmetros). A equação (3) é um sistema de equação lineares para (T_0^4, T_1^4) .

A radiação solar num dado ponto é dada por:

$$E_{solar} = \max(0, 0.7 \times 1366 \times \cos(\nu) \tau_{atm}) \quad (4)$$

onde ν é o ângulo zenital (cujo cosseno é igual a 0 ao nascer e ao por-do-sol), dado por:

$$\cos(\nu) = \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \cos(\omega) \quad (5)$$

onde ϕ é a latitude, δ a declinação solar dependente do dia juliano N do ano corrente (day of year):

$$\sin(\delta) = -0.39779 \cos(0.98565^\circ (N + 10) + 1.914^\circ \sin(0.98565^\circ (N - 2))) \quad (6)$$

ω é o ângulo horário:

$$\omega = (t - 12) \frac{360^\circ}{24} + \lambda \quad (7)$$

onde t é a hora em horas em Tempo Universal Coordenado (UTC) e λ é a longitude e

$$\tau_{atm}$$

é a transmissividade atmosférica (depende da meteorologia).

O ficheiro AGx.dat ($x=1,\dots,9$ consoante o número do grupo) contém valores horários, medidos em UTC (tempo universal coordenado), da temperatura do ar, radiação solar descendente, da radiação atmosférica descendente e vento (componentes U e V). Estes valores contêm falhas nas várias variáveis indicadas pelo valor -999. A localização dos pontos de amostragem é a indicada:

AG1.txt Local: EJet latitude=32.61 longitude=-16.71
 AG2.txt Local: WJet latitude=32.83 longitude=-17.39
 AG3.txt Local: Wake latitude=32.56 longitude=-17.19
 AG4.txt Local: Upstream latitude=33.90 longitude=-16.49
 AG5.txt Local: Airport latitude=32.69 longitude=-16.78
 AG6.txt Local: Paul latitude=32.77 longitude=-17.10
 AG7.txt Local: PSanto latitude=33.07 longitude=-16.33
 AG8.txt Local: Funchal latitude=32.66 longitude=-16.94
 AG9.txt Local: Arieiro latitude=32.75 longitude=-16.94

Escreva um script PYTHON que:

- Leia o ficheiro **AGx.dat** (**x é o número do grupo**)
- Escreva uma função para calcular o ângulo zenital hora a hora e ponha a radiação solar descendente a zero no período noturno ($\cos \nu < 0$).
- Preencha as falhas, interpolando linearmente (**G13579**) ou por splines (**G2468**).
- Calcule e represente graficamente o ciclo diurno médio no **mês correspondente ao número do grupo** de T_{ar} (°C). FIGURA 1
- Marque no gráfico anterior o nascer e por-do-sol (scatter)

- (f) Sobreponha com escala independente (usando o eixo dos y à direita) a radiação solar média no mesmo mês. (Pesquisem...) FIGURA 1a
- (g) Para o ciclo diurno médio calcule a transmissividade atmosférica no período diurno e represente-a graficamente. FIGURA 1b
- (h) Escreva uma função que resolva a equação (1) calculando T_s dadas as outras variáveis, pelo método de Newton (**G12569**) ou da Bissecção (**G3478**), com erro inferior a 0.1°C ; aplique essa função aos dados do dia médio (d); note que terá de calcular $|\vec{v}|$ e β ; registre os resultados iteração a iteração com precisão de 0.0001°C .
- (i) Para os mesmos dados (dia médio) resolva (3) calculando T_0, T_1 (hora a hora). Acrescente T_s, T_0, T_1 à FIGURA 1b (mesma escala de T_{ar}).
- (j) Calcule a temperatura média mensal e represente-as graficamente ($^\circ\text{C}$). Anote usando datas. Num segundo subplot da mesma figura mostre a temperatura horária do ano 2000+x (x é o número do grupo) sobreposta com sua temperatura média mensal. FIGURA 2a,b
- (k) Escreva uma função para calcular a regressão linear de uma série de dados, devolvendo a ordenada na origem, o declive da reta de regressão, a correlação (coeficiente de correlação de Pearson) e o erro médio quadrático do ajuste linear.
- (l) Usando a função anterior, calcule a temperatura média anual e a sua tendência e represente-as graficamente ($^\circ\text{C}$). Anote. FIGURA 3