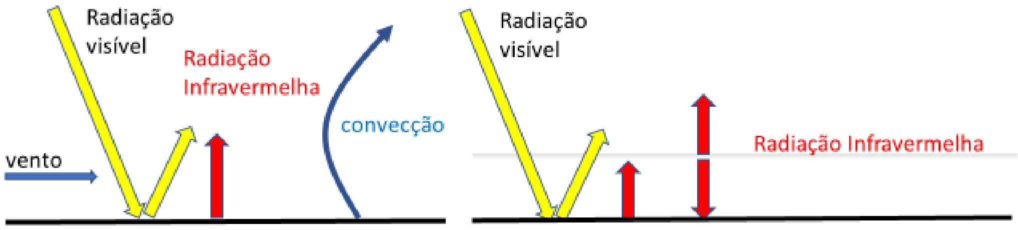
Projeto A.

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



(a) (b)

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:

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

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:

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

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:

$$\begin{cases} E_{atm} + \sigma T_0^4 = 2\sigma T_1^4 + \beta(T_1 - T_{ar}) \\ (1-\alpha)E_{Solar} + \sigma T_1^4 = \sigma T_0^4 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} E_{atm} + \sigma T_0^4 = 2\sigma T_1^4 \\ (1-\alpha)E_{Solar} + \sigma T_1^4 = \sigma T_0^4 \end{cases} \qquad (3)$$

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:

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

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

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

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

$$sin(\delta) = -0.39779\, cos\big(0.98565°\,(N + 10) + 1.914°\, sin\big(0.98565°\,(N - 2)\big)\big) \qquad (6)$$

ω é o ângulo horário:

$$\omega = (t - 12)\frac{360°}{24} + \lambda \qquad (7)$$

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,…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:

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

(f) Sobreponha com escala independente (usando o eixo dos yy 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 Bisseção (**G3478**), com erro inferior a 0.1℃; aplique essa função aos dados do dia médio (d); note que terá de calcular $|\vec{v}|$ e β; registe os resultados iteração a iteração com precisão de 0.0001℃.

(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 (℃). 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 (℃). Anote. FIGURA 3