**princ.f90**

! program gen\_data

! Gera arquivo de entrada para projeto 3.6 do livro Calculo Numerico

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 parameter (np=10)

 dimension a(np,np)

 dimension b(np),eps(np),temp(np)

 open(unit=1,file='input\_rad.txt',status='old')

 open(unit=2,file='output.txt',status='unknown')

 open(unit=3,file='input.txt',status='unknown')

!

! Leitura de dados

!

 read(1,\*)n,dl

 write(\*,\*)'n= ',n,' dl= ',dl

 read(1,\*)sigma

 write(\*,\*)'sigma= ',sigma

 read(1,\*)area

 write(\*,\*)'area= ',area

!

 write(\*,\*)'o vetor eps(i) eh:'

 write(2,\*)'o vetor eps(i) eh:'

 read (1,\*) (eps(i),i=1,n)

 write(\*,\*)'eps(i)=', (eps(i),i=1,n)

 write(2,\*)'eps(i)=', (eps(i),i=1,n)

 write(\*,\*)'o vetor temp(i) eh:'

 write(2,\*)'o vetor temp(i) eh:'

 read (1,\*) (temp(i),i=1,n)

 write(\*,\*)'temp(i)=', (temp(i),i=1,n)

 write(2,\*)'temp(i)=', (temp(i),i=1,n)

 ! calculo da matriz associada a(i,j)

 a(1,1)=1.d0

 aux1=-(1.d0-eps(1))/4.d0

 a(1,2)=aux1

 a(1,3)=aux1

 a(1,4)=aux1

 a(1,5)=aux1

 a(2,2)=1.d0

 aux2=-(1.d0-eps(2))/4.d0

 a(2,1)=aux2

 a(2,3)=aux2

 a(2,4)=aux2

 a(2,5)=aux2

 a(3,3)=1.d0

 aux3=-(1.d0-eps(3))/4.d0

 a(3,1)=aux3

 a(3,2)=aux3

 a(3,4)=aux3

 a(3,5)=aux3

 a(4,4)=1.d0

 aux4=-(1.d0-eps(4))/4.d0

 a(4,1)=aux4

 a(4,2)=aux4

 a(4,3)=aux4

 a(4,5)=aux4

 a(5,5)=1.d0

 aux5=-(1.d0-eps(5))/4.d0

 a(5,1)=aux5

 a(5,2)=aux5

 a(5,3)=aux5

 a(5,4)=aux5

!=============Write input file for solver============================

 write(3,\*)n,dl

!----------

! imprima a matriz a(i,j)

 write(\*,\*)'a matriz a(i,j) eh'

 write(2,\*)'a matriz a(i,j) eh'

 do i=1,n

 write(\*,\*)'linha ',i

 write(2,\*)'linha ',i

 write(2,\*)(a(i,j),j=1,n)

 write(\*,\*)(a(i,j),j=1,n)

 write(3,\*)(a(i,j),j=1,n)

 enddo

! calcule o vetor b(i)

 write(\*,\*)'o vetor b(i) eh'

 write(2,\*)'o vetor b(i) eh'

 do i=1,n

 b(i)=eps(i)\*sigma\*temp(i)\*\*4

 write(2,\*)b(i)

 write(\*,\*)b(i)

 enddo

 write(3,\*) (b(i),i=1,n)

 close (1)

 close (2)

 close (3)

 stop

 end

!------------------------------------------------------------------------------------------------------

**input\_rad.txt**

5 1.d0 ! n, dl

5.67d-8 ! sigma = constante de Stefan Boltzman

3.d0 ! area = area de cada superficie [m2]

0.4d0 0.6d0 0.9d0 0.7d0 0.8d0 ! emissividades

450.d0 800.d0 650.d0 1000.d0 550.d0 ! temperaturas

3.6) Considere o problema de radiação térmica difusa em um espaço fechado com superfícies cinzas isotérmicas com radiosidade uniforme mostrado na Fig. Pj3.6a. Um balanço de energia em regime permanente estabelece que a taxa de transferência de calor por radiação (W) para cada superfície i, como mostra a Fig. Pj3.6b, é calculada por:

 (1)

onde  é a radiação incidente, i.e., a taxa de transferência de calor total por unidade de área atingindo a superfície e vindo de todas as direções;  é a radiosidade, i.e., a taxa de transferência de calor por unidade de área deixando a superfície, e  é a área da superfície exposta à radiação.

 

1

2

3

4

5

 (a) (b)

Figura Pj3.6 – a) Espaço fechado com superfícies cinzas isotérmicas; b) Balanço de energia na superfície i .

A conservação do fator de forma (princípio de conservação de energia) em um espaço fechado por n superfícies estabelece para cada superfície i que:

 (2)

onde o fator de forma é definido como . Também se estabelece por conservação de energia, a seguinte relação de reciprocidade:

 (3)

A radiação que sai da superfície i é quantificada por:

 (4)

onde  é a constante de Stefan-Boltzmann. Uma superfície cinza é opaca, portanto, não há transmissividade, i.e., , resultando que a refletividade é dada por , levando em consideração pela lei de Kirchoff que a absortividade é igual à emissividade para um corpo cinza, i.e., .

Após essas considerações, a Eq. (1) pode ser reescrita somente em termos da emissividade, temperatura e radiosidade da superfície como se segue:

 (5)

Assim, para um problema em que todas as temperaturas das superfícies são dadas, obtém-se:

 (6)

que forma um sistema linear de n equações e n incógnitas (radiosidades das superfícies). Uma vez que sejam obtidas as radiosidades, as taxas de transferência de calor através de cada superfície podem ser calculadas através da Eq. (4).

Dados: todas as superfícies são planas, portanto, a radiação que deixa uma superfície i não atinge a si mesma, i.e., ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; , e . Assuma que a radiação que deixa uma superfície se distribui igualmente para todas as outras, i.e.,  e mostre que essa hipótese é válida somente se todas as áreas das superfícies forem iguais.

No problema em questão, definido pela Fig. Pj3.6, pede-se: i) Monte o sistema de equações lineares para obter as radiosidades de cada superfície conforme a Eq. (5); ii) Resolva o sistema utilizando um dos métodos numéricos apresentados no capítulo 3; iii) Determine as taxas de transferência de calor através de cada superfície i, e iv) Estude o impacto da variação das emissividades nas taxas de transferência de calor obtidas em cada superfície, apresentando os resultados em forma tabular e gráfica lembrando que .