10
Referências bibliográficas

BAGCHI, P. K. Carrier Selection: The Analytic Hierarchy Process. **Logistics and Transportation Review**. Vol. 25, No. 1, pg. 63-73, March 1989.

BARNES FOUNDATION. Fundação que atua em educação e apreciação de artes. Merion, Pensilvânia, Estados Unidos, 2008. Disponível em: http://www.barnesfoundation.org.

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY, H. John Heinz III School of Public Policy and Management. The Barnes Foundation Assessment for Future Opportunities, Systems Synthesis Project, 2003. Disponível em: http://www.artsnet.org/systems/barnes.

EXPERT Choice, version 11.5: decision support software. Expert Choice, 2007. Windows Vista. 15-day trial disponível em: http://www.expertchoice.com.

HARKER, P. T.; VARGAS, Luis G. The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process. **Management Science**. Vol. 33, No. 11, pg. 1383-1403, November 1987.

LEAL, J. E. **Tomada de Decisão em Transportes**. Notas de Aula da Disciplina Análise de Sistemas de Transporte, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-RJ, 2006.

LEAL, J. E. **Método AHP: Análise do Método Simplificado de Cálculo**. Memorando Técnico do DEI, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-RJ, 2008.

LIBERATORE, M. J.; NYDICK, R. L. Group Decision Making in Higher Education Using the Analytic Hierarchy Process. **Research in Higher Education**. Vol. 38, No. 5, pg. 593-614, 1997.

RABBANI, S. J. R.; RABBANI, S. R. **Decisions in Transportation with the Analytic Hierarchy Process**. Campina Grande, PB: Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Civil, 1996.

RODRIGUES, F. A. H. **Metodologia Multicriterial Dinâmica de Auxílio à Tomada de Decisão em Transportes**. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1998.

SAATY, T. L. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**. Vol. 32, No. 7, pg. 841-855, July 1986.

SAATY, T. L. **Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World**. 2nd ed. Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh, 1990.

SAATY, T. L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. **European Journal of Operational Research**. Vol. 145, pg. 85-91, 2003.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Dispersion of Group Judgments**. In: ISAHP 2005 – VIII International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Honolulu, Hawaii, 2005.

SAATY, T. L.; NIEMIRA, M. P. A Framework for Making a Better Decision: How to Make More Effective Site Selection, Store Closing and Other Real Estate Decisions. **Research Review**. Vol. 13, No. 1, 2006.

SATO, Y. **Questionnaire Design for Survey Research: Employing Weighting Method**. In: ISAHP 2005 – VIII International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Honolulu, Hawaii, 2005.

SCILAB, version 4.1.1: software package for numerical computations. Scilab Consortium, 2007. Windows Vista. Disponível em http://www.scilab.org.

WIND, Y.; SAATY, T. L. Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**. Vol 26, No. 7, pg. 641-658, July 1980.

WINSTON, W. L. **Operations Research: Applications and Algorithms**. 3rd ed. Belmont, Ca. Duxbury Press, 1994.

11
Apêndice A – Cálculos do exemplo de seleção de transportadores

Situação A - matrizes originais do problema:

Comparação entre os critérios:

Escolha transportador	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	1	1/3	5	7	3
C_2	3	1	7	9	3
C_3	1/5	1/7	1	3	1/3
C_4	1/7	1/9	1/3	1	1/5
C_5	1/3	1/3	3	5	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/3,5,7,3;
-->3,1,7,9,3;
-->1/5,1/7,1,3,1/3;
-->1/7,1/9,1/3,1,1/5;
-->1/3,1/3,3,5,1]

 A  =

   1.          0.3333333    5.          7.    3.
   3.          1.           7.          9.    3.
   0.2         0.1428571    1.          3.    0.3333333
   0.1428571   0.1111111    0.3333333   1.    0.2
   0.3333333   0.3333333    3.          5.    1.
```

```
-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

        column 1 to 4

   5.2202827    0                    0                    0
   0          0.0295692 + 1.0090334i    0                    0
   0          0                    0.0295692 - 1.0090334i    0
   0          0                    0                    - 0.1397105 + 0.3576601i
   0          0                    0                     0

        column 5

   0
   0
   0
   0
  - 0.1397105 - 0.3576601i

 x0  =

        column 1 to 4

  - 0.4770951    0.0428834 + 0.4881189i    0.0428834 - 0.4881189i  - 0.3311011 +
0.1036780i
  - 0.8318787    0.8476230              0.8476230              0.8793069
  - 0.1126893  - 0.0816538 - 0.0366958i  - 0.0816538 + 0.0366958i    0.0346162 +
0.1518757i
  - 0.0589580    0.0143912 - 0.0526352i    0.0143912 + 0.0526352i  - 0.0626300 -
0.0318540i
  - 0.2533438  - 0.1697181 + 0.0405036i  - 0.1697181 - 0.0405036i    0.1041683 -
0.2576618i

        column 5

  - 0.3311011 - 0.1036780i
   0.8793069
   0.0346162 - 0.1518757i
  - 0.0626300 + 0.0318540i
   0.1041683 + 0.2576618i
```

```
-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   5.2202827
   0
   0
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   5.2202827

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.4770951
  - 0.8318787
  - 0.1126893
  - 0.0589580
  - 0.2533438

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.7339649

-->w=x/soma0
 w  =

   0.2751469
   0.4797552
   0.0649894
   0.0340018
   0.1461066

-->n=size(A);

-->N=n(1)
```

```
N  =

   5.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
CI  =

   0.0550707

-->RI=1.11;

-->CR=CI/RI
CR  =

   0.0496132
```

Comparações entre as alternativas:

C_1 – Taxas

C_1	A	B	C
A	1	7	5
B	$1/7$	1	$1/2$
C	$1/5$	2	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,7,5;
-->1/7,1,1/2;
-->1/5,2,1]
A  =

   1.          7.    5.
   0.1428571   1.    0.5
   0.2         2.    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
c0  =

   3.0141519   0                        0
   0           - 0.0070759 + 0.2064119i   0
```

```
   0           0                    - 0.0070759 - 0.2064119i
 x0  =

  - 0.9681732    0.9681732                0.9681732
  - 0.1228064  - 0.0614032 - 0.1063535i  - 0.0614032 + 0.1063535i
  - 0.2180806  - 0.1090403 + 0.1888634i  - 0.1090403 - 0.1888634i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0141519
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0141519

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.9681732
  - 0.1228064
  - 0.2180806

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.3090603

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.7395941
   0.0938127
   0.1665933
```

```
-->w=xnorm
 w  =

   0.7395941
   0.0938127
   0.1665933

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0070759

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0136076
```

C_2 – Atendimento ao consumidor

C_2	A	B	C
A	1	$1/5$	$1/3$
B	5	1	3
C	3	$1/3$	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/5,1/3;
-->5,1,3;
-->3,1/3,1]
 A  =

   1.    0.2         0.3333333
```

```
   5.    1.          3.
   3.    0.3333333   1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0385111    0                      0
   0          - 0.0192555 + 0.3415342i   0
   0            0                    - 0.0192555 - 0.3415342i
 x0  =

  - 0.1506267    0.0753133 + 0.1304465i    0.0753133 - 0.1304465i
  - 0.916142   - 0.916142                 - 0.916142
  - 0.3714774    0.1857387 - 0.3217088i    0.1857387 + 0.3217088i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0385111
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0385111

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.1506267
  - 0.916142
  - 0.3714774

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.4382461
```

```
-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.1047294
   0.6369856
   0.2582850

-->w=xnorm
 w  =

   0.1047294
   0.6369856
   0.2582850

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0192555

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0370299
```

C_3 – Tratamento de reclamações

C_3	A	B	C
A	1	$1/3$	$1/3$
B	3	1	1
C	3	1	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/3,1/3;
-->3,1,1;
-->3,1,1]
 A  =

   1.    0.3333333    0.3333333
   3.    1.           1.
   3.    1.           1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

 - 4.441D-16    0     0
   0            3.    0
   0            0     4.930D-32
 x0  =

   0.4264014  - 0.2294157  - 0.1075207
 - 0.6396021  - 0.6882472  - 0.5229763
 - 0.6396021  - 0.6882472    0.8455383

-->lambda0=c0(:,2)
 lambda0  =

   0
   3.
   0

-->lambda0=c0(2,2)
 lambda0  =

   3.

-->x=x0(:,2)
 x  =

 - 0.2294157
 - 0.6882472
 - 0.6882472
```

```
-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.6059101

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

    0.1428571
    0.4285714
    0.4285714

-->w=xnorm
 w  =

    0.1428571
    0.4285714
    0.4285714
```

C_4 – Disponibilidade de equipamento / Flexibilidade de serviço

C_4	A	B	C
A	1	4	5
B	$1/4$	1	2
C	$1/5$	$1/2$	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,4,5;
-->1/4,1,2;
-->1/5,1/2,1]
 A  =

    1.     4.     5.
    0.25   1.     2.
    0.2    0.5    1.
```

```
-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0245951    0                      0
   0          - 0.0122975 + 0.2724682i    0
   0            0                    - 0.0122975 - 0.2724682i
 x0  =

  - 0.9471383    0.9471383              0.9471383
  - 0.2769449  - 0.1384725 + 0.2398413i  - 0.1384725 - 0.2398413i
  - 0.1619584  - 0.0809792 - 0.1402601i  - 0.0809792 + 0.1402601i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0245951
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0245951

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.9471383
  - 0.2769449
  - 0.1619584

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.3860416
```

```
-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.6833405
   0.1998100
   0.1168496

-->w=xnorm
 w  =

   0.6833405
   0.1998100
   0.1168496

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0122975

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0236491
```

C_5 – Estabilidade financeira

C_5	A	B	C
A	1	$1/5$	$1/7$
B	5	1	2
C	7	$1/2$	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/5,1/7;
-->5,1,2;
-->7,1/2,1]
 A  =

   1.    0.2    0.1428571
   5.    1.     2.
   7.    0.5    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.1189515    0                        0
   0          - 0.0594757 + 0.6061901i    0
   0            0                      - 0.0594757 - 0.6061901i
 x0  =

  - 0.1152169    0.0576084 + 0.0997807i    0.0576084 - 0.0997807i
  - 0.8119678  - 0.8119678                - 0.8119678
  - 0.5722180    0.2861090 - 0.4955553i    0.2861090 + 0.4955553i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.1189515
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.1189515

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.1152169
  - 0.8119678
  - 0.5722180
```

```
-->soma0=sum(x)
 soma0  =

 - 1.4994026

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.0768419
   0.5415275
   0.3816306

-->w=xnorm
 w  =

   0.0768419
   0.5415275
   0.3816306

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0594757

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.1143764
```

As prioridades finais são sintetizadas:

$$Pf_A = 0{,}2751469 \times 0{,}7395941 + 0{,}4797552 \times 0{,}1047294 + 0{,}0649894 \times 0{,}1428571 + \\ + 0{,}0340018 \times 0{,}6833405 + 0{,}1461066 \times 0{,}0768419 = 0{,}297$$

$$Pf_B = 0{,}2751469 \times 0{,}0938127 + 0{,}4797552 \times 0{,}6369856 + 0{,}0649894 \times 0{,}4285714 + \\ + 0{,}0340018 \times 0{,}1998100 + 0{,}1461066 \times 0{,}5415275 = 0{,}445$$

$$Pf_C = 0{,}2751469 \times 0{,}1665933 + 0{,}4797552 \times 0{,}2582850 + 0{,}0649894 \times 0{,}4285714 + \\ + 0{,}0340018 \times 0{,}1168496 + 0{,}1461066 \times 0{,}3816306 = 0{,}257$$

Situação B - matrizes construídas pela linha de maior prioridade:

Comparação entre os critérios:

Calcula-se a soma das linhas.

Escolha transportador	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	*Soma*
C_1	1	1/3	5	7	3	16,33
C_2	3	1	7	9	3	22
C_3	1/5	1/7	1	3	1/3	4,68
C_4	1/7	1/9	1/3	1	1/5	1,79
C_5	1/3	1/3	3	5	1	9,67

O maior valor é o da linha 2, portanto essa linha será a referência para o cálculo de todas as outras.

Escolha transportador	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_2	3	1	7	9	3
C_1					
C_3					
C_4					
C_5					

Ela é colocada em posição de primeira linha, a linha que geraria uma matriz consistente. Mas essa é na verdade a única linha necessária para os cálculos. Utilizando as fórmulas (9) e (10) apresentadas no Capítulo 7:

$$\mathrm{Pr}_{C2} = \frac{1}{\frac{1}{3}+1+\frac{1}{7}+\frac{1}{9}+\frac{1}{3}} = 0{,}5206612$$

e

$$\mathrm{Pr}_{C1} = \frac{1}{3} \times \mathrm{Pr}_{C2} = 0{,}1735537$$

$$\mathrm{Pr}_{C3} = \frac{1}{7} \times \mathrm{Pr}_{C2} = 0{,}0743802$$

$$\mathrm{Pr}_{C4} = \frac{1}{9} \times \mathrm{Pr}_{C2} = 0{,}0578512$$

$$\mathrm{Pr}_{C5} = \mathrm{Pr}_{C1} = 0{,}1735537$$

Comparações entre as alternativas:

C_1	A	B	C	*Soma*
A	1	7	5	13
B	1/7	1	1/2	1,64
C	1/5	2	1	3,2

C_2	A	B	C	*Soma*
A	1	1/5	1/3	1,53
B	5	1	3	9
C	3	1/3	1	4,33

C_3	A	B	C	*Soma*
A	1	1/3	1/3	1,67
B	3	1	1	5
C	3	1	1	5

C_4	A	B	C	*Soma*
A	1	4	5	10
B	1/4	1	2	3,25
C	1/5	1/2	1	1,7

C_5	A	B	C	*Soma*
B	1	1/5	1/7	1,34
A	5	1	2	8
C	7	1/2	1	8,5

As linhas de maior soma das matrizes que irão possibilitar os cálculos de maneira consistente são:

C_1	A	B	C
A	1	7	5
B			
C			

C_2	A	B	C
B	5	1	3
A			
C			

C_3	A	B	C
B	3	1	1
A			
C			

C_4	A	B	C
A	1	4	5
B			
C			

C_5	A	B	C
B	5	1	2
A			
C			

Em relação a C_1:

$$\Pr_A = \frac{1}{1+\frac{1}{7}+\frac{1}{5}} = 0{,}7446809$$

e

$$\Pr_B = \frac{1}{7} \times \Pr_A = 0{,}1063830$$

$$\Pr_C = \frac{1}{5} \times \Pr_A = 0{,}1489362$$

Em relação a C_2:

$$\Pr_B = \frac{1}{\frac{1}{5}+1+\frac{1}{3}} = 0{,}6521739$$

e

$$\Pr_A = \frac{1}{5} \times \Pr_B = 0{,}1304348$$

$$\Pr_C = \frac{1}{3} \times \Pr_B = 0{,}2173913$$

Em relação a C_3:

$$\Pr_B = \frac{1}{\frac{1}{3}+1+1} = 0{,}4285714$$

e

$$\Pr_A = \frac{1}{3} \times \Pr_B = 0{,}1428571$$

$$\mathrm{Pr}_C = 1 \times \mathrm{Pr}_B = 0{,}4285714$$

Em relação a C_4:

$$\mathrm{Pr}_A = \frac{1}{1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}} = 0{,}6896552$$

e

$$\mathrm{Pr}_B = \frac{1}{4} \times \mathrm{Pr}_A = 0{,}1724138$$

$$\mathrm{Pr}_C = \frac{1}{5} \times \mathrm{Pr}_A = 0{,}1379310$$

Em relação a C_5:

$$\mathrm{Pr}_B = \frac{1}{\frac{1}{5} + 1 + \frac{1}{2}} = 0{,}5882353$$

e

$$\mathrm{Pr}_A = \frac{1}{5} \times \mathrm{Pr}_B = 0{,}1176471$$

$$\mathrm{Pr}_C = \frac{1}{2} \times \mathrm{Pr}_B = 0{,}2941176$$

As prioridades finais são sintetizadas:

$$Pf_A = 0{,}1735537 \times 0{,}7446809 + 0{,}5206612 \times 0{,}13043478 + 0{,}0743802 \times 0{,}1428571 + \\ + 0{,}0578512 \times 0{,}6896552 + 0{,}1735537 \times 0{,}1176471 = 0{,}268$$

$$Pf_B = 0{,}1735537 \times 0{,}106283 + 0{,}5206612 \times 0{,}65217391 + 0{,}0743802 \times 0{,}4285714 + \\ + 0{,}0578512 \times 0{,}1724138 + 0{,}1735537 \times 0{,}5882353 = 0{,}502$$

$$Pf_C = 0{,}1735537 \times 0{,}1489362 + 0{,}5206612 \times 0{,}2173913 + 0{,}0743802 \times 0{,}4285714 + \\ + 0{,}0578512 \times 0{,}137931 + 0{,}1735537 \times 0{,}2941176 = 0{,}230$$

Apêndice B – Cálculos do exemplo de localização do acervo de arte da Barnes Foundation

Situação A - matrizes originais do problema:

Comparação entre os critérios:

Localização galeria	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	1	5	2	4
C_2	$1/5$	1	$1/2$	$1/2$
C_3	$1/2$	2	1	2
C_4	$1/4$	2	$1/2$	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,5,2,4;
-->1/5,1,1/2,1/2;
-->1/2,2,1,2;
-->1/4,2,1/2,1]
 A  =

   1.     5.    2.     4.
   0.2    1.    0.5    0.5
   0.5    2.    1.     2.
   0.25   2.    0.5    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   0   0          0                    0
   0   4.0473117  0                    0
   0   0          - 0.0236558 + 0.4369503i   0
   0   0          0                    - 0.0236558 - 0.4369503i
```

```
x0  =

   0.9534626    0.8623407    0.6310966                0.6310966
   1.053D-16    0.1643819  - 0.2378733 - 0.1703898i  - 0.2378733 + 0.1703898i
 - 0.2860388    0.4108628    0.4952614 - 0.2819267i    0.4952614 + 0.2819267i
 - 0.0953463    0.2460465  - 0.1117955 + 0.4228900i  - 0.1117955 - 0.4228900i

-->lambda0=c0(2,2)
 lambda0  =

   4.0473117

-->x=x0(:,2)
 x  =

   0.8623407
   0.1643819
   0.4108628
   0.2460465

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

   1.6836319

-->w=x/soma0
 w  =

   0.5121908
   0.0976353
   0.2440336
   0.1461403

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =
   4.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
```

```
CI  =

   0.0157706

-->RI=0.89;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0177197
```

Comparações entre as alternativas:

C_1 – Transportes

C_1	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Merion	1	2	4
Filadélfia	$1/2$	1	2
Delaware	$1/4$	$1/2$	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,2,4;
-->1/2,1,2;
-->1/4,1/2,1]
 A  =

   1.     2.     4.
   0.5    1.     2.
   0.25   0.5    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

 - 2.220D-16   0     0
   0           3.    0
   0           0     0

 x0  =

   0.9630868  - 0.8728716    0.7369584
```

```
 - 0.2407717  - 0.4364358  - 0.6600315
 - 0.1203859  - 0.2182179    0.1457762

-->x=x0(:,2)
 x  =

 - 0.8728716
 - 0.4364358
 - 0.2182179

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

 - 1.5275252

-->w=x/soma0
 w  =

   0.5714286
   0.2857143
   0.1428571
```

C_2 – Rendimentos

C_2	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Merion	1	$1/2$	$1/3$
Filadélfia	2	1	3
Delaware	3	3	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/2,1/3;
-->2,1,1/3;
-->3,3,1]
 A  =

   1.    0.5    0.3333333
   2.    1.     0.3333333
   3.    3.     1.
```

```
-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0536216    0                      0
   0          - 0.0268108 + 0.4037588i    0
   0            0                    - 0.0268108 - 0.4037588i
 x0  =

  - 0.2369798  - 0.1184899 - 0.2052305i  - 0.1184899 + 0.2052305i
  - 0.3761820  - 0.1880910 + 0.3257831i  - 0.1880910 - 0.3257831i
  - 0.8957275    0.8957275               0.8957275

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0536216

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.2369798
  - 0.3761820
  - 0.8957275

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.5088892

-->w=x/soma0
 w  =

   0.1570558
   0.2493105
   0.5936337

-->n=size(A);
-->N=n(1)
 N  =
```

3.

```
-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0268108

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0515592
```

C_3 – Educação

C_3	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Merion	1	$1/7$	$1/3$
Filadélfia	7	1	3
Delaware	3	$1/3$	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/7,1/3;
-->7,1,3;
-->3,1/3,1]
 A  =

   1.   0.1428571   0.3333333
   7.   1.          3.
   3.   0.3333333   1.
```

```
-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0070218   0                   0
```

```
   0          - 0.0035109 + 0.1452662i    0
   0           0                        - 0.0035109 - 0.1452662i
 x0  =

   0.1225826  - 0.0612913 - 0.1061597i  - 0.0612913 + 0.1061597i
   0.9330578    0.9330578                0.9330578
   0.3381962  - 0.1690981 + 0.2928865i  - 0.1690981 - 0.2928865i

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0070218

-->x=x0(:,1)
 x  =

   0.1225826
   0.9330578
   0.3381962

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

   1.3938367

-->w=x/soma0
 w  =

   0.0879462
   0.6694169
   0.2426369

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
```

```
 CI  =

    0.0035109

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

    0.0067517
```

C_4 – Faixa Etária

C_4	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Merion	1	$1/4$	$1/7$
Filadélfia	4	1	2
Delaware	7	2	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,1/4,1/7;
-->4,1,1/2;
-->7,2,1]
 A  =

    1.    0.25    0.1428571
    4.    1.      0.5
    7.    2.      1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

    3.0019815    0                        0
    0          - 0.0009908 + 0.0771198i   0
    0            0                      - 0.0009908 - 0.0771198i
 x0  =

    0.1202124  - 0.0601062 - 0.1041070i  - 0.0601062 + 0.1041070i
    0.4599160  - 0.2299580 + 0.3982989i  - 0.2299580 - 0.3982989i
    0.8797876    0.8797876                0.8797876
```

```
-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0019815

-->x=x0(:,1)
 x  =

   0.1202124
   0.4599160
   0.8797876

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

   1.459916

-->w=x/soma0
 w  =

   0.0823420
   0.3150291
   0.6026289

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0009908

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =
```

0.0019053

As prioridades finais são sintetizadas:

$$Pf_{Merion} = 0{,}5121908 \times 0{,}5714286 + 0{,}0976353 \times 0{,}1570558 + 0{,}2440336 \times 0{,}0879462 + + 0{,}1461403 \times 0{,}0823420 = 0{,}342$$

$$Pf_{Filadélfia} = 0{,}5121908 \times 0{,}2857143 + 0{,}0976353 \times 0{,}2493105 + 0{,}2440336 \times 0{,}6694169 + + 0{,}0340018 \times 0{,}3150291 = 0{,}380$$

$$Pf_{Delaware} = 0{,}5121908 \times 0{,}1428571 + 0{,}0976353 \times 0{,}5936337 + 0{,}2440336 \times 0{,}2426369 + + 0{,}0340018 \times 0{,}6026289 = 0{,}278$$

Situação B - matrizes construídas pela linha de maior prioridade:

Comparação entre os critérios:

Calcula-se a soma das linhas.

Localização galeria	C_1	C_2	C_3	C_4	*Soma*
C_1	1	5	2	4	12
C_2	$1/5$	1	$1/2$	$1/2$	2,2
C_3	$1/2$	2	1	2	5,5
C_4	$1/4$	2	$1/2$	1	3,75

O maior valor é o da linha 1, portanto essa linha será a referência para o cálculo de todas as outras.

Localização galeria	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	1	5	2	4
C_2				
C_3				
C_4				

Essa linha fornece todos os números suficientes para o cálculo das prioridades, utilizando as fórmulas (9) e (10) do Capítulo 7:

$$\mathrm{Pr}_{C1} = \frac{1}{1+\frac{1}{5}+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} = 0{,}5128205$$

e

$$\mathrm{Pr}_{C2} = \frac{1}{5} \times \mathrm{Pr}_{C1} = 0{,}1025641$$

$$\mathrm{Pr}_{C3} = \frac{1}{2} \times \mathrm{Pr}_{C1} = 0{,}2564103$$

$$\mathrm{Pr}_{C4} = \frac{1}{4} \times \mathrm{Pr}_{C1} = 0{,}1282051$$

Comparações entre as alternativas:

C_1	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*	*Soma*
Merion	1	2	4	7
Filadélfia	1/2	1	2	3,5
Delaware	1/4	1/2	1	1,75

C_2	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*	*Soma*
Merion	1	1/2	1/3	1,83
Filadélfia	2	1	3	6
Delaware	3	3	1	7

C_3	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*	*Soma*
Merion	1	1/7	1/3	1,48
Filadélfia	7	1	3	11
Delaware	3	1/3	1	4,33

C_4	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*	*Soma*
Merion	1	1/4	1/7	1,39
Filadélfia	4	1	2	7
Delaware	7	2	1	10

As linhas das matrizes que serão utilizadas nos cálculos são:

C_1	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Merion	1	2	4
Filadélfia			
Delaware			

C_2	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Delaware	3	3	1
Merion			
Filadélfia			

C_3	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Filadélfia	7	1	3
Merion			
Delaware			

C_4	*Merion*	*Filadélfia*	*Delaware*
Delaware	7	2	1
Merion			
Filadélfia			

Em relação a C_1:

$$\Pr_{Merion} = \frac{1}{1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} = 0{,}5714286$$

e

$$\Pr_{Filadélfia} = \frac{1}{2} \times \Pr_{Merion} = 0{,}2857143$$

$$\Pr_{Delaware} = \frac{1}{4} \times \Pr_{Merion} = 0{,}1428571$$

Em relação a C_2:

$$\Pr_{Delaware} = \frac{1}{\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+1} = 0{,}6$$

e

$$\Pr_{Merion} = \frac{1}{3} \times \Pr_{Delaware} = 0,2$$

$$\Pr_{Philadelphia} = \frac{1}{3} \times \Pr_{Delaware} = 0,2$$

Em relação a C_3:

$$\Pr_{Filadélfia} = \frac{1}{\frac{1}{7}+1+\frac{1}{3}} = 0,6774194$$

e

$$\Pr_{Merion} = \frac{1}{7} \times \Pr_{Filadélfia} = 0,0967742$$

$$\Pr_{Delaware} = \frac{1}{3} \times \Pr_{Filadélfia} = 0,2258065$$

Em relação a C_4:

$$\Pr_{Delaware} = \frac{1}{\frac{1}{7}+\frac{1}{2}+1} = 0,6086957$$

e

$$\Pr_{Merion} = \frac{1}{7} \times \Pr_{Delaware} = 0,0869565$$

$$\Pr_{Philadelphia} = \frac{1}{2} \times \Pr_{Delaware} = 0,3043478$$

As prioridades finais são sintetizadas:

$$Pf_{Merion} = 0,5128205 \times 0,5714286 + 0,1025641 \times 0,2 + 0,2564103 \times 0,0967742 + + 0,1282051 \times 0,0869565 = 0,350$$

$$Pf_{Filadélfia} = 0,5128205 \times 0,2857143 + 0,1025641 \times 0,2 + 0,2564103 \times 0,6774194 + + 0,1282051 \times 0,3043478 = 0,380$$

$$Pf_{Delaware} = 0,5128205 \times 0,1428571 + 0,1025641 \times 0,6 + 0,2564103 \times 0,228065 + + 0,1282051 \times 0,6086957 = 0,271$$

13
Apêndice C – Cálculos do exemplo de priorização de projetos de transporte

Situação A - matrizes originais do problema:

Comparação entre os critérios:

Melhor alternativa transporte	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_1	1	0,293	0,331	0,490	0,493	0,503	2,676
C_2	3,409	1	0,544	2,548	3,356	2,600	4,481
C_3	3,019	1,837	1	2,731	2,869	2,934	3,563
C_4	2,042	0,393	0,366	1	1,931	2,855	3,767
C_5	2,028	0,298	0,349	0,518	1	1,829	3,775
C_6	1,990	0,385	0,341	0,350	0,547	1	2,773
C_7	0,374	0,223	0,281	0,265	0,265	0,361	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,0.293,0.331,0.490,0.493,0.503,2.676;
-->3.409,1,0.544,2.548,3.356,2.6,4.481;
-->3.019,1.837,1,2.731,2.869,2.934,3.563;
-->2.042,0.393,0.366,1,1.931,2.855,3.767;
-->2.028,0.298,0.349,0.518,1,1.829,3.775;
-->1.990,0.385,0.341,0.350,0.547,1,2.773;
-->0.374,0.223,0.281,0.265,0.265,0.361,1]
 A  =

   1.     0.293   0.331   0.49    0.493   0.503   2.676
   3.409  1.      0.544   2.548   3.356   2.6     4.481
   3.019  1.837   1.      2.731   2.869   2.934   3.563
   2.042  0.393   0.366   1.      1.931   2.855   3.767
   2.028  0.298   0.349   0.518   1.      1.829   3.775
```

```
   1.99     0.385    0.341    0.35     0.547    1.       2.773
   0.374    0.223    0.281    0.265    0.265    0.361    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =


      column 1 to 4

   7.3700697    0                    0                    0
   0          0.0788501 + 1.5166276i    0                    0
   0          0                    0.0788501 - 1.5166276i    0
   0          0                    0                    - 0.1453294 + 0.6357739i
   0          0                    0                    0
   0          0                    0                    0
   0          0                    0                    0

      column 5 to 7

   0                    0          0
   0                    0          0
   0                    0          0
   0                    0          0
 - 0.1453294 - 0.6357739i    0          0
   0                    - 0.2053619    0
   0                    0          - 0.0317493
 x0  =


      column 1 to 4

   0.161637    - 0.0489658 - 0.1029353i  - 0.0489658 + 0.1029353i    0.1872921 +
0.1438068i
   0.5638614    0.3612545 + 0.4119202i    0.3612545 - 0.4119202i    0.6252925
   0.6486034    0.6962685              0.6962685              - 0.1830279 - 0.5474793i
   0.3472933  - 0.0824774 + 0.3238120i  - 0.0824774 - 0.3238120i  - 0.2693650 +
0.2111469i
   0.2553264  - 0.2153819 + 0.0899024i  - 0.2153819 - 0.0899024i  - 0.0639980 +
0.0427831i
```

```
    0.2013618   - 0.1454354 - 0.0568015i   - 0.1454354 + 0.0568015i     0.0511092 -
0.2815681i
    0.0943218     0.0316361 - 0.1025991i     0.0316361 + 0.1025991i   - 0.1086458 +
0.0570477i
         column 5 to 7

    0.1872921 - 0.1438068i  - 0.1618139    0.0991580
    0.6252925                0.6759930  - 0.6044777
  - 0.1830279 + 0.5474793i  - 0.6942824    0.2182924
  - 0.2693650 - 0.2111469i  - 0.0788896    0.6015732
  - 0.0639980 - 0.0427831i  - 0.1067187  - 0.4404873
    0.0511092 + 0.2815681i    0.0802571    0.1354277
  - 0.1086458 - 0.0570477i    0.1037686  - 0.0535052

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

    7.3700697
    0
    0
    0
    0
    0
    0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

    7.3700697

-->x=x0(:,1)
 x  =

    0.161637
    0.5638614
    0.6486034
    0.3472933
    0.2553264
    0.2013618
    0.0943218
```

```
-->soma0=sum(x)
 soma0  =

   2.2724052

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.0711304
   0.2481342
   0.2854260
   0.1528307
   0.1123595
   0.0886118
   0.0415075

-->w=xnorm
 w  =

   0.0711304
   0.2481342
   0.2854260
   0.1528307
   0.1123595
   0.0886118
   0.0415075

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   7.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0616783

-->RI=1.35;
```

```
-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0456876
```

Comparações entre as alternativas:

C_1 – Minimização dos custos de implantação

C_1	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	0,333	0,125
TUDL	3	1	0,167
Ônibus	8	6	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,0.333,0.125;
-->3,1,0.167;
-->8,6,1]
 A  =

   1.    0.333    0.125
   3.    1.       0.167
   8.    6.       1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0737678    0                        0
   0          - 0.0368839 + 0.4736926i    0
   0            0                      - 0.0368839 - 0.4736926i
 x0  =

  - 0.0927606  - 0.0465174 - 0.0803017i  - 0.0465174 + 0.0803017i
  - 0.2125262  - 0.1060890 + 0.1838697i  - 0.1060890 - 0.1838697i
  - 0.9727426    0.9727923                0.9727923
```

```
-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0737678
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0737678

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.0927606
  - 0.2125262
  - 0.9727426

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.2780294

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.0725810
   0.1662921
   0.7611269

-->w=xnorm
 w  =

   0.0725810
   0.1662921
   0.7611269

-->n=size(A);
```

```
-->N=n(1)
 N  =

    3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

    0.0368839

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

    0.0709306
```


C_2 – Minimização dos custos de operação e manutenção

C_2	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	0,333	0,167
TUDL	3	1	0,250
Ônibus	6	4	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,0.333,0.167;
-->3,1,0.250;
-->6,4,1]
 A  =

    1.    0.333    0.167
    3.    1.       0.25
    6.    4.       1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

    3.0541968    0                          0
    0            - 0.0270984 + 0.4047140i   0
    0            0                          - 0.0270984 - 0.4047140i
```

```
 x0  =

  - 0.1252521  - 0.0628285 - 0.1086173i  - 0.0628285 + 0.1086173i
  - 0.2980861  - 0.1487095 + 0.2586580i  - 0.1487095 - 0.2586580i
  - 0.9462857    0.9461693               0.9461693

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

    3.0541968
    0
    0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

    3.0541968

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.1252521
  - 0.2980861
  - 0.9462857

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.3696239

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

    0.0914500
    0.2176409
    0.6909091
```

```
-->w=xnorm
 w  =

   0.0914500
   0.2176409
   0.6909091

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0270984

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0521123
```

C_3 – Maximização do equilíbrio entre oferta e demanda

C_3	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	3	6
TUDL	0,333	1	4
Ônibus	0,167	0,250	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,3,6;
-->0.333,1,4;
-->0.167,0.250,1]
```

```
 A  =

   1.      3.      6.
   0.333   1.      4.
   0.167   0.25    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0541968    0                        0
   0          - 0.0270984 + 0.4047140i    0
   0            0                      - 0.0270984 - 0.4047140i
 x0  =

  - 0.915212   - 0.9149441               - 0.9149441
  - 0.3843217    0.1920030 - 0.3336069i    0.1920030 + 0.3336069i
  - 0.1211767    0.0606215 + 0.1050884i    0.0606215 - 0.1050884i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0541968
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0541968

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.915212
  - 0.3843217
  - 0.1211767
-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.4207105
```

```
-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.6441932
   0.2705138
   0.0852930

-->w=xnorm
 w  =

   0.6441932
   0.2705138
   0.0852930

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0270984

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0521123
```

C_4 – Minimização dos impactos ambientais

C_4	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	4	6
TUDL	0,250	1	3
Ônibus	0,167	0,333	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,4,6;
-->0.250,1,3;
-->0.167,0.333,1]
 A  =

   1.       4.       6.
   0.25     1.       3.
   0.167    0.333    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0541968    0                        0
   0          - 0.0270984 + 0.4047140i    0
   0            0                      - 0.0270984 - 0.4047140i
 x0  =

  - 0.9462857    0.9461693                0.9461693
  - 0.2980861  - 0.1487095 + 0.2586580i  - 0.1487095 - 0.2586580i
  - 0.1252521  - 0.0628285 - 0.1086173i  - 0.0628285 + 0.1086173i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0541968
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0541968

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.9462857
  - 0.2980861
  - 0.1252521
```

```
-->soma0=sum(x)
 soma0  =

 - 1.3696239

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.6909091
   0.2176409
   0.0914500

-->w=xnorm
 w  =

   0.6909091
   0.2176409
   0.0914500

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0270984

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0521123
```

C_5 – Maximização do conforto, segurança e acessibilidade

C_5	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	2	4
TUDL	0,500	1	3
Ônibus	0,250	0,333	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,2,4;
-->0.500,1,3;
-->0.250,0.333,1]
 A  =

   1.      2.      4.
   0.5     1.      3.
   0.25    0.333   1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0180035    0                        0
   0          - 0.0090017 + 0.2350608i   0
   0            0                      - 0.0090017 - 0.2350608i

 x0  =

  - 0.8527273  - 0.8527756              - 0.8527756
  - 0.4880520    0.2435286 - 0.4227807i   0.2435286 + 0.4227807i
  - 0.1861757    0.0933487 + 0.1612768i   0.0933487 - 0.1612768i

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0180035
   0
   0
```

```
-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0180035

-->x=x0(:,1)
 x  =

 - 0.8527273
 - 0.4880520
 - 0.1861757

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

 - 1.526955

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.5584495
   0.3196244
   0.1219261

-->w=xnorm
 w  =

   0.5584495
   0.3196244
   0.1219261

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.
```

```
-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0090017

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0173110
```

C_6 – Minimização do congestionamento no corredor

C_6	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	2	6
TUDL	0,500	1	4
Ônibus	0,167	0,250	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,2,6;
-->0.500,1,4;
-->0.167,0.250,1]
 A  =

   1.      2.      6.
   0.5     1.      4.
   0.167   0.25    1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0099363   0                          0
   0           - 0.0049681 + 0.1669817i   0
   0           0                          - 0.0049681 - 0.1669817i
 x0  =

   0.8684673   0.8679763                  0.8679763
   0.4779581   - 0.2381000 + 0.4153377i   - 0.2381000 - 0.4153377i
   0.1316079   - 0.0660148 - 0.1142899i   - 0.0660148 + 0.1142899i
```

```
-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

   3.0099363
   0
   0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

   3.0099363

-->x=x0(:,1)
 x  =

   0.8684673
   0.4779581
   0.1316079

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  1.4780333

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

   0.5875830
   0.3233744
   0.0890426

-->w=xnorm
 w  =

   0.5875830
   0.3233744
   0.0890426

-->n=size(A);
```

```
-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0049681

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0095541
```

C_7 – Minimização do risco de colapso energético do sistema

C_7	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	0,200	0,143
TUDL	5	1	0,333
Ônibus	7	3	1

Cálculo do vetor de prioridades pelo Scilab:

```
-->A=[1,0.200,0.143;
-->5,1,0.333;
-->7,3,1]
 A  =

   1.    0.2    0.143
   5.    1.     0.333
   7.    3.     1.

-->[x0,c0]=spec(A)
 c0  =

   3.0650588    0                        0
   0          - 0.0325294 + 0.4453659i    0
   0            0                      - 0.0325294 - 0.4453659i
```

```
 x0  =

  - 0.1013326  - 0.0506569 - 0.0878215i  - 0.0506569 + 0.0878215i
  - 0.3927447  - 0.1963360 + 0.3405868i  - 0.1963360 - 0.3405868i
  - 0.9140478    0.9138786               0.9138786

-->lambda0=c0(:,1)
 lambda0  =

    3.0650588
    0
    0

-->lambda0=c0(1,1)
 lambda0  =

    3.0650588

-->x=x0(:,1)
 x  =

  - 0.1013326
  - 0.3927447
  - 0.9140478

-->soma0=sum(x)
 soma0  =

  - 1.4081251

-->xnorm=x/soma0
 xnorm  =

    0.0719628
    0.2789132
    0.6491240
```

```
-->w=xnorm
 w  =

   0.0719628
   0.2789132
   0.6491240

-->n=size(A);

-->N=n(1)
 N  =

   3.

-->CI=(lambda0-N)/(N-1)
 CI  =

   0.0325294

-->RI=0.52;

-->CR=CI/RI
 CR  =

   0.0625565
```

As prioridades finais são sintetizadas:

$$Pf_{TUE} = 0{,}0711304 \times 0{,}0725810 + 0{,}2481342 \times 0{,}0914500 + 0{,}2854260 \times 0{,}6441932 + \\ + 0{,}1528307 \times 0{,}6909091 + 0{,}1123595 \times 0{,}5584495 + 0{,}0886118 \times 0{,}5875830 + \\ + 0{,}0415075 \times 0{,}0719628 = 0{,}435$$

$$Pf_{TUDL} = 0{,}0711304 \times 0{,}1662921 + 0{,}2481342 \times 0{,}2176409 + 0{,}2854260 \times 0{,}2705138 + \\ + 0{,}1528307 \times 0{,}2176409 + 0{,}1123595 \times 0{,}3196244 + 0{,}0886118 \times 0{,}3233744 + \\ + 0{,}0415075 \times 0{,}2789132 = 0{,}252$$

$$Pf_{ônibus} = 0{,}0711304 \times 0{,}7611269 + 0{,}2481342 \times 0{,}6909091 + 0{,}2854260 \times 0{,}0852930 + \\ + 0{,}1528307 \times 0{,}0914500 + 0{,}1123595 \times 0{,}1219261 + 0{,}0886118 \times 0{,}0890426 \\ + 0{,}0415075 \times 0{,}6491240 = 0{,}312$$

Situação B - matrizes construídas pela linha de maior prioridade:

Comparação entre os critérios:

Calcula-se a soma das linhas.

Melhor alternativa transporte	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	*Soma*
C_1	1	0,293	0,331	0,490	0,493	0,503	2,676	5,786
C_2	3,409	1	0,544	2,548	3,356	2,600	4,481	17,938
C_3	3,019	1,837	1	2,731	2,869	2,934	3,563	17,953
C_4	2,042	0,393	0,366	1	1,931	2,855	3,767	12,354
C_5	2,028	0,298	0,349	0,518	1	1,829	3,775	9,797
C_6	1,990	0,385	0,341	0,350	0,547	1	2,773	7,386
C_7	0,374	0,223	0,281	0,265	0,265	0,361	1	2,769

O maior valor é o da linha 3, portanto essa linha será a referência para o cálculo de todas as outras.

Melhor alternativa transporte	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_3	3,019	1,837	1	2,731	2,869	2,934	3,563

Essa linha fornece todos os números suficientes para o cálculo das prioridades, utilizando as fórmulas (9) e (10) do Capítulo 7:

$$\Pr_{C3} = \frac{1}{\frac{1}{3,019} + \frac{1}{1,837} + 1 + \frac{1}{2,731} + \frac{1}{2,869} + \frac{1}{2,934} + \frac{1}{3,563}} = 0,3113504$$

e

$$\Pr_{C1} = \frac{1}{3,019} \times \Pr_{C3} = 0,1031303$$

$$\Pr_{C2} = \frac{1}{1,837} \times \Pr_{C3} = 0,1694885$$

$$\Pr_{C4} = \frac{1}{2{,}731} \times \Pr_{C3} = 0{,}1140060$$

$$\Pr_{C5} = \frac{1}{2{,}869} \times \Pr_{C3} = 0{,}1085223$$

$$\Pr_{C6} = \frac{1}{2{,}934} \times \Pr_{C3} = 0{,}1061181$$

$$\Pr_{C7} = \frac{1}{3{,}563} \times \Pr_{C3} = 0{,}0873843$$

Comparações entre as alternativas:

C_1	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	0,333	0,125	1,458
TUDL	3	1	0,167	4,167
Ônibus	8	6	1	15

C_2	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	0,333	0,167	1,5
TUDL	3	1	0,250	4,25
Ônibus	6	4	1	11

C_3	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	3	6	10
TUDL	0,333	1	4	5,333
Ônibus	0,167	0,250	1	1,417

C_4	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	4	6	11
TUDL	0,250	1	3	4,25
Ônibus	0,167	0,333	1	1,5

C_5	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	2	4	7
TUDL	0,500	1	3	4,5
Ônibus	0,250	0,333	1	1,583

C_6	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	2	6	9
TUDL	0,500	1	4	5,5
Ônibus	0,167	0,250	1	1,417

C_7	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*	*Soma*
TUE	1	0,200	0,143	1,343
TUDL	5	1	0,333	6,333
Ônibus	7	3	1	11

As linhas das matrizes que serão utilizadas nos cálculos são:

C_1	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
Ônibus	8	6	1

C_2	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
Ônibus	6	4	1

C_3	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	3	6

C_4	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	4	6

C_5	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	2	4

C_6	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
TUE	1	2	6

C_7	*TUE*	*TUDL*	*Ônibus*
Ônibus	7	3	1

Em relação a C_1:

$$\Pr_{\hat{o}nibus} = \frac{1}{\frac{1}{8}+\frac{1}{6}+1} = 0{,}7741935$$

e

$$\Pr_{TUE} = \frac{1}{8} \times \Pr_{\hat{o}nibus} = 0{,}0967742$$

$$\Pr_{TUDL} = \frac{1}{6} \times \Pr_{\hat{o}nibus} = 0{,}1290323$$

Em relação a C_2:

$$\Pr_{ônibus} = \frac{1}{\frac{1}{6}+\frac{1}{4}+1} = 0{,}7058824$$

e

$$\Pr_{TUE} = \frac{1}{6} \times \Pr_{ônibus} = 0{,}1176471$$

$$\Pr_{TUDL} = \frac{1}{4} \times \Pr_{ônibus} = 0{,}1764706$$

Em relação a C_3:

$$\Pr_{TUE} = \frac{1}{1+\frac{1}{3}+\frac{1}{6}} = 0{,}6666667$$

e

$$\Pr_{TUDL} = \frac{1}{3} \times \Pr_{TUE} = 0{,}2222222$$

$$\Pr_{ônibus} = \frac{1}{6} \times \Pr_{TUE} = 0{,}1111111$$

Em relação a C_4:

$$\Pr_{TUE} = \frac{1}{1+\frac{1}{4}+\frac{1}{6}} = 0{,}7058824$$

e

$$\Pr_{TUDL} = \frac{1}{4} \times \Pr_{TUE} = 0{,}1764706$$

$$\Pr_{ônibus} = \frac{1}{6} \times \Pr_{TUE} = 0{,}1176471$$

Em relação a C_5:

$$\Pr_{TUE} = \frac{1}{1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} = 0{,}5714286$$

e

$$\Pr_{TUDL} = \frac{1}{2} \times \Pr_{TUE} = 0{,}2857143$$

$$\mathrm{Pr}_{\hat{o}nibus} = \frac{1}{4} \times \mathrm{Pr}_{TUE} = 0{,}1428571$$

Em relação a C_6:

$$\mathrm{Pr}_{TUE} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{6}} = 0{,}6$$

e

$$\mathrm{Pr}_{TUDL} = \frac{1}{2} \times \mathrm{Pr}_{TUE} = 0{,}3$$

$$\mathrm{Pr}_{\hat{o}nibus} = \frac{1}{6} \times \mathrm{Pr}_{TUE} = 0{,}1$$

Em relação a C_7:

$$\mathrm{Pr}_{\hat{o}nibus} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{1}{3} + 1} = 0{,}6774194$$

e

$$\mathrm{Pr}_{TUE} = \frac{1}{7} \times \mathrm{Pr}_{\hat{o}nibus} = 0{,}0967742$$

$$\mathrm{Pr}_{TUDL} = \frac{1}{3} \times \mathrm{Pr}_{\hat{o}nibus} = 0{,}2258065$$

As prioridades finais são sintetizadas:

$$P_{TUE} = 0{,}1031303 \times 0{,}0967742 + 0{,}1694885 \times 0{,}1176471 + 0{,}3113504 \times 0{,}6666667 +$$
$$+ 0{,}1140060 \times 0{,}7058824 + 0{,}1085223 \times 0{,}5714286 + 0{,}1061181 \times 0{,}6 +$$
$$+ 0{,}0873843 \times 0{,}0967742 = 0{,}452$$

$$P_{TUDL} = 0{,}1031303 \times 0{,}1290323 + 0{,}1694885 \times 0{,}1764706 + 0{,}3113504 \times 0{,}2222222 +$$
$$+ 0{,}1140060 \times 0{,}1764706 + 0{,}1085223 \times 0{,}2857143 + 0{,}1061181 \times 0{,}3 +$$
$$+ 0{,}0873843 \times 0{,}2258065 = 0{,}215$$

$$P_{\hat{o}nibus} = 0{,}1031303 \times 0{,}7741935 + 0{,}1694885 \times 0{,}7058824 + 0{,}3113504 \times 0{,}1111111 +$$
$$+ 0{,}1140060 \times 0{,}1176471 + 0{,}1085223 \times 0{,}1428571 + 0{,}1061181 \times 0{,}1 +$$
$$+ 0{,}0873843 \times 0{,}6774194 = 0{,}333$$