

## Módulo 7. Estimação de parâmetros II – Método Kaplan-Meier (Para fazer em casa)

Num estudo de codornizes (*Colinus virginianus*) levado a cabo na Carolina do Norte, EUA (Pollock *et al* 1989), foram marcadas dezenas de animais de diferentes idades com emissores de rádio, e estes foram seguidos durante semanas, enquanto as baterias funcionaram. A tabela 1 resume os resultados para 19 desses animais, até à idade máxima de 17 semanas.

	Idade de marcação	Idade de morte	Idade de censura
Codorniz	(semanas)	(semanas)	à direita
1	1	3	
2	1	4	
3	1	4	
4	1		3
5	1	5	
6	1	8	
7	1		7
8	1	13	
9	1	16	
10	1	16	
11	3	13	
12	6	14	
13	13		15
14	13	> 17	
15	13	> 17	
16	14	17	
17	14	> 17	
18	16	> 17	
19	16	> 17	

Tabela 1

O objectivo deste exercício é construir a curva de sobrevivência ( $l_x$ ) das codornizes, entre 1 e 17 semanas de idade pelo método Kaplan-Meier. Para isso, o estudante deve seguir as seguintes etapas de trabalho.

1. Ler as Secções 7.2 e 7.7 do texto teórico do Módulo 7.
2. A tabela 1 resulta do trabalho de campo com as codornizes mas, para efectuar os cálculos, é preferível organizar uma segunda tabela (Tabela 2) onde as colunas são:
  - 1ª Coluna – Idades dos animais ( $x$ ), da semana 1 à 17, com intervalos de 1 semana.
  - 2ª Coluna - número de mortes durante a idade  $x$  ( $D_x$ )
  - 3ª Coluna - número de censuras (à direita) durante a idade  $x$  ( $C_x$ )
  - 4ª Coluna – número de animais adicionados com idade  $x$  ( $A_x$ ).
  - 5ª Coluna - número de animais vivos presentes no início de cada idade ( $N_x$ ).

As colunas 2, 3 e 4, podem ser construídas directamente da tabela acima sem dificuldade (o aluno deve-se convencer disto).

A coluna 5 pode ser construída a partir das anteriores. Começando com  $N_1=10$  codornizes com 1 semana de idade (Tab 1), para as outras idades, usar:

$$N_x = N_{x-1} + A_{x-1} - D_x - C_x$$

A Tabela 2 resume os resultados que o estudante deve conseguir obter:

Idade (x)	D <sub>x</sub>	C <sub>x</sub>	A <sub>x</sub>	N <sub>x</sub>
1				10
2				10
3	1	1	1	10
4	2			9
5	1			7
6			1	6
7		1		7
8	1			6
9				5
10				5
11				5
12				5
13	2		3	5
14	1		2	6
15		1		7
16	2		2	6
17	1			6

Tabela 2

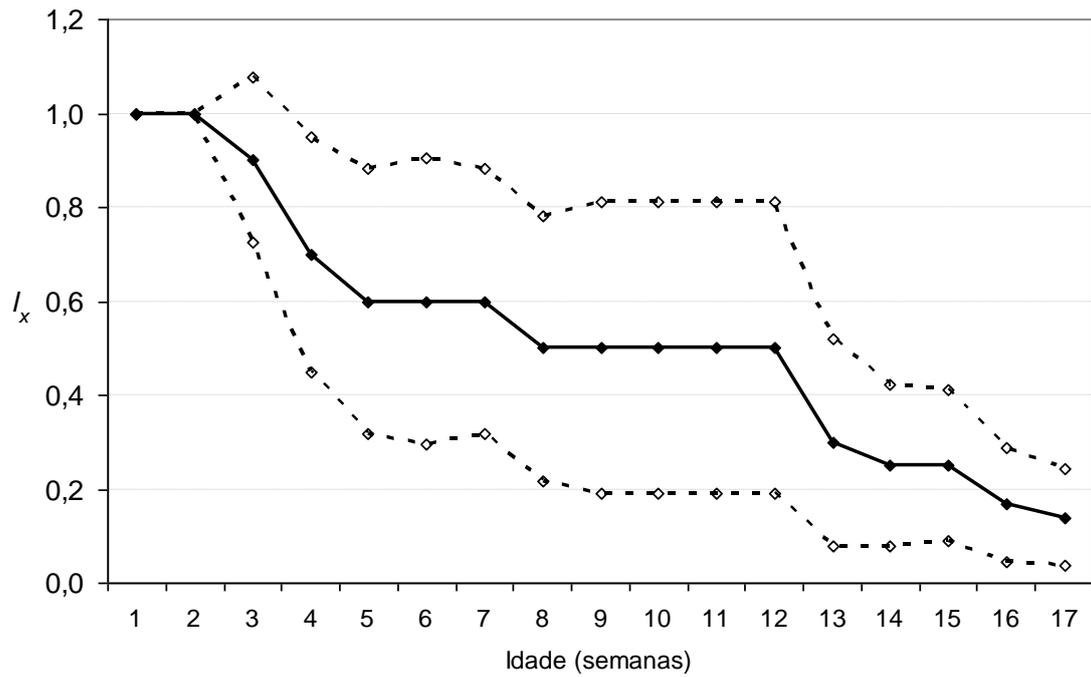
3. A partir da Tab 2, calcular taxas de sobrevivência por idade, variância e desvio-padrão (DP) de  $l_x$  e os respectivos intervalos de confiança em torno de  $l_x$ . Para a variância, usar a fórmula de Cox-Oakes:  $Var(l_x) = l_x^2(1-l_x)/N_x$ . Para os limites de confiança, usar a aproximação da normal:  $l_x \pm 1.96DP$ .

A Tabela 3 resume os resultados que o estudante deve ser capaz de obter,

Idade	N <sub>x</sub>	D <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	Var(l <sub>x</sub> )	DP	LI	LS
1	10		1,0000	1,000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000
2	10		1,0000	1,000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000
3	10	1	0,9000	0,900	0,0081	0,0900	0,7236	1,0764
4	9	2	0,7778	0,700	0,0163	0,1278	0,4495	0,9505
5	7	1	0,8571	0,600	0,0206	0,1434	0,3189	0,8811
6	6		1,0000	0,600	0,0240	0,1549	0,2964	0,9036
7	7		1,0000	0,600	0,0206	0,1434	0,3189	0,8811
8	6	1	0,8333	0,500	0,0208	0,1443	0,2171	0,7829
9	5		1,0000	0,500	0,0250	0,1581	0,1901	0,8099
10	5		1,0000	0,500	0,0250	0,1581	0,1901	0,8099
11	5		1,0000	0,500	0,0250	0,1581	0,1901	0,8099
12	5		1,0000	0,500	0,0250	0,1581	0,1901	0,8099
13	5	2	0,6000	0,300	0,0126	0,1122	0,0800	0,5200
14	6	1	0,8333	0,250	0,0078	0,0884	0,0768	0,4232
15	7		1,0000	0,250	0,0067	0,0818	0,0896	0,4104
16	6	2	0,6667	0,167	0,0039	0,0621	0,0449	0,2884
17	6	1	0,8333	0,139	0,0028	0,0526	0,0358	0,2420

Tabela 3

4. Construa o gráfico da curva de sobrevivência das codornizes com os respectivos ICs.



Curva de sobrevivência das codornizes entre as 1ª e 17ª semanas pelo método Kaplan-Meier.



A codorniz da Virgínia (*Colinus virginianus*)

Pollock, KH, SR Winterstein, CM Bunck, and PD Curtis. 1989. Survival analysis in telemetry studies: The staggered entry design. *Journal of Wildlife Management* **53**:7-15.