

# CE-009: Introdução a Estatística - Turma A

## Avaliações Semanais (1º semestre 2017)

### Avaliação 01

- Um determinado exame tem probabilidade de 0,85 de detectar uma doença enquanto que um segundo tipo de exame tem probabilidade de 0,70. A doença é considerada presente se algum dos exames é positivo. Considere que um material com a doença vai ser testado por ambos exames.
  - Descreva os eventos relevantes com uma notação apropriada.
  - Forneça o espaço amostral na forma de um conjunto e aponte suas características (finito ou infinito, enumerável ou não enumerável, equiprovável ou não).
  - Defina em notação o evento “a doença é detectada” e forneça o conjunto que define este evento.
  - Qual a probabilidade da doença ser detectada?
  - Qual a suposição feita no cálculo da probabilidade do anterior?
  - Se três materiais com a doença forem testados com ambos exames, qual a probabilidade de que todos deem (falso) “negativo”.

### Solução:

- (a) **Notação:**

$A$  : doença detectada no primeiro exame  
 $B$  : doença detectada no segundo exame  
 $DD$  : a doença é detectada  
 $P[A] = 0,85$   
 $P[B] = 0,70$

- (b)  $\Omega = \{(AB), (A\bar{B}), (\bar{A}B), (\bar{A}\bar{B})\}$ .  
O espaço amostral é *finito*, *enumerável* e *não equiprovável*.
- (c)  $DD = \{(AB), (A\bar{B}), (\bar{A}B)\}$ .
- (d)  $P[DD] = P[A \cup B] = P[A] + P[B] - P[A \cap B] = P[A] + P[B] - P[A] \cdot P[B] = 0,85 + 0,70 - 0,85 \cdot 0,70 = 0,955$
- (e) Independência entre os resultados dos dois exames.
- (f) Supondo independência entre materiais e exames:  
 $P[DD]^3 = 0,871$

- 
- Um material genético de feijão em desenvolvimento foi testado quanto à resistência a duas doenças que afetam comumente a cultura. Os resultados de 100 exames são resumidos na tabela a seguir.

resistência à doença B	resistência à doença A	
	alta	baixa
alta	80	9
baixa	6	5

Denote por  $A$  o evento *o material tem alta resistência à doença A* e por  $B$  o evento *o material alta resistência à doença B*.

- Obtenha:  $P[A]$ ,  $P[A \cap B]$ ,  $P[A^c]$ ,  $P[A^c \cap B^c]$ ,  $P[A^c \cup B]$ .
- Obtenha:  $P[A|B]$ ,  $P[B|A]$ ,  $P[A|B^c]$ ,  $P[B^c|A]$ ,  $P[B|A^c]$ .
- Se um material é selecionado ao acaso qual a probabilidade de ter:
  - alta resistência a A e baixa a B?
  - alta resistência a B e baixa a A?
- os eventos alta resistência a ambas doenças são mutuamente exclusivos? (justifique)
- os eventos alta resistência a ambas doenças são independentes? (justifique)

## Solução:

```
> m <- matrix(c(80,6,9,5),ncol=2,dimnames=list(c("A", "A^c"),c("B", "B^c")))
> m
      B B^c
A    80  9
A^c  6  5
> mp <- prop.table(m)
> mp
      B B^c
A    0.80 0.09
A^c  0.06 0.05
```

(a)

- $P[A] = 0.86$
- $P[A \cap B] = 0.8$
- $P[A^c] = 0.14$
- $P[A^c \cap B^c] = 0.05$
- $P[A^c \cup B] = P[A^c] + P[B] - P[A^c \cap B] = 0.94$

(b)

- $P[A|B] = \frac{P[A \cap B]}{P[B]} = 0.9$
- $P[B|A] = \frac{P[A \cap B]}{P[A]} = 0.93$
- $P[A|B^c] = \frac{P[A \cap B^c]}{P[B^c]} = 0.55$
- $P[B^c|A] = \frac{P[B^c \cap A]}{P[A]} = 0.43$
- $P[B|A^c] = \frac{P[A^c \cap B]}{P[A^c]} = 0.64$

(c)

- $P[B \cap A^c] = 0.06$
- $P[A \cap B^c] = 0.09$

(d) Não, pois  $P[A \cap B] \neq 0$ , isto é, os eventos ter alta resistência a ambas doenças possuem intersecção, por isso não são mutuamente exclusivos. No contexto do exemplo, isto significa, por exemplo, que é possível ter resistência a ambas doenças ao mesmo tempo.

(e)  $P[A \cap B] \neq P[A] \cdot P[B]$ , isto é, o produto das marginais difere dos valores observados, por isso sabemos que os eventos não são independentes. No contexto do exemplo, as chances de ter resistência a uma doença são diferentes quando se tem ou não resistência à outra. Dizendo de outra forma, a probabilidade *marginal* (em todo universo) de se ter uma das doenças é diferente da *condicional* (no subgrupo que tem a outra doença), i.e.  $P[A] \neq P[A|B]$ .

```
> addmargins(mp)
      B B^c Sum
A    0.80 0.09 0.89
A^c  0.06 0.05 0.11
Sum  0.86 0.14 1.00
> outer(rowSums(mp), colSums(mp), "*")
      B B^c
A    0.7654 0.1246
A^c  0.0946 0.0154
> ## note tb a ordem entre os termos!
> #outer(apply(m/sum(m),2,sum),apply(m/sum(m),1,sum),"*")
```

---