

EXERCÍCIOS 11ª aula – ANOVA parte 1

Todos os exercícios serão executados no RStudio e as operações e códigos utilizados devem ser escritos na sequência em que foram utilizados, para posterior correção.

- 1) Uma companhia deseja testar quatro tipos diferentes de válvulas: A, B, C e D. As vidas médias, em horas, constam na tabela abaixo. Cada tipo foi testado, aleatoriamente, em seis aparelhos idênticos.

A	B	C	D
53	52	51	49
58	60	57	54
56	52	55	52
60	58	53	50
51	50	54	53
55	54	50	51

- a) Crie o objeto “vida_media” e “válvula” (este como fator).

```
> vida_media<-c(53,52,51,49,  
+              58,60,57,54,  
+              56,52,55,52,  
+              60,58,53,50,  
+              51,50,54,53,  
+              55,54,50,51)  
>  
> valvula<-factor(rep(paste(LETTERS[1:4],sep=""),6))  
> valvula  
[1] A B C D A B C D A B C D A B C D A B C D A B C D  
Levels: A B C D
```

- b) Teste se há diferença significativa entre as válvulas, ao nível de 5%. Interprete o resultado.

```
> resultado<-aov(vida_media~valvula)  
> anova(resultado)  
Analysis of Variance Table
```

```
Response: vida_media  
          Df  Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)  
valvula    3   51.667  17.2222   1.9171 0.1593  
Residuals 20  179.667   8.9833
```

O valor p é $> 0,05$, então não se rejeita a hipótese nula de igualdade, ou seja, não há diferença significativa entre as válvulas.

c) Crie um data.frame com “válvula” e “vida_media”.

```
> tabela<-data.frame(valvula,vida_media)
> tabela
```

	valvula	vida_media
1	A	53
2	B	52
3	C	51
4	D	49
5	A	58
6	B	60
7	C	57
8	D	54
9	A	56
10	B	52
11	C	55
12	D	52
13	A	60
14	B	58
15	C	53
16	D	50
17	A	51
18	B	50
19	C	54
20	D	53
21	A	55
22	B	54
23	C	50
24	D	51

d) Ordene o data.frame de acordo com o nome da válvula.

```
> tabela[order(tabela$valvula),]
```

	valvula	vida_media
1	A	53
5	A	58
9	A	56
13	A	60
17	A	51
21	A	55
2	B	52
6	B	60
10	B	52
14	B	58
18	B	50
22	B	54
3	C	51
7	C	57
11	C	55
15	C	53
19	C	54
23	C	50
4	D	49
8	D	54
12	D	52
16	D	50
20	D	53
24	D	51

- 2) São feitas cinco misturas da mesma liga metálica e para cada mistura foram efetuadas seis medidas de densidade.

A	B	C	D	E
3,6	3,3	3,5	3,5	3,7
3,5	3,5	3,3	3,4	3,4
3,7	3,4	3,4	3,0	3,6
3,1	3,2	3,4	3,3	3,5
3,1	3,4	3,3	3,3	3,6
3,2	3,4	3,2	3,8	3,4

Há evidência de que certas misturas tenham densidade média maior do que de outras? Adote $\alpha = 5\%$.

```
> densidade<-c(3.6,3.3,3.5,3.5,3.7,
+             3.5,3.5,3.3,3.4,3.4,
+             3.7,3.4,3.4,3.0,3.6,
+             3.1,3.2,3.4,3.3,3.5,
+             3.1,3.4,3.3,3.3,3.6,
+             3.2,3.4,3.2,3.8,3.4)
>
> mistura<-factor(rep(paste(LETTERS[1:5],sep=""),6))
>
> analise<-aov(densidade~mistura)
> anova(analise)
Analysis of Variance Table
```

```
Response: densidade
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
mistura    4 0.13667  0.034167    0.967 0.4429
Residuals 25 0.88333  0.035333
```

Como o *p-value* (0,4429) foi maior que 5%, então não existe diferença significativa entre as médias das misturas.

- 3) Os dados a seguir, representam, em segundos, o tempo gasto por cinco operários para realizar certa tarefa, usando três máquinas diferentes. Considerando $\alpha = 5\%$, verifique se há diferenças entre as máquinas e entre os operários.

Operários	Máquinas		
	A	B	C
1	40	59	42
2	39	55	51
3	47	55	45
4	45	50	40
5	52	52	41

```

> tempo<-c(40,59,42,
+          39,55,51,
+          47,55,45,
+          45,50,40,
+          52,52,41)
> bloc<-gl(5,3,label=c(paste("Operário",1:5)))
> trat<-rep(paste("máquina", LETTERS[1:3]),5)
>
> table<-data.frame(blocos=bloc,
+                   tratam=factor(trat),
+                   dados=tempo)
> table

```

	blocos	tratam	dados
1	Operário 1	máquina A	40
2	Operário 1	máquina B	59
3	Operário 1	máquina C	42
4	Operário 2	máquina A	39
5	Operário 2	máquina B	55
6	Operário 2	máquina C	51
7	Operário 3	máquina A	47
8	Operário 3	máquina B	55
9	Operário 3	máquina C	45
10	Operário 4	máquina A	45
11	Operário 4	máquina B	50
12	Operário 4	máquina C	40
13	Operário 5	máquina A	52
14	Operário 5	máquina B	52
15	Operário 5	máquina C	41

```

> resultado_3<-aov(dados~tratam+blocos, table)
> anova(resultado_3)

```

Analysis of Variance Table

Response: dados

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratam	2	334.93	167.47	6.4287	0.02164 *
blocos	4	30.40	7.60	0.2917	0.87539
Residuals	8	208.40	26.05		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Para o tratamento (máquinas) o valor de p foi 0,02164 (< que 0,05), então rejeita-se a hipótese nula (de igualdade), ou seja, há diferença entre as máquinas.

Para os blocos (operários) o valor de p foi 0,87539 (> que 0,05), então não se rejeita a hipótese nula (de igualdade), ou seja, não há diferença entre os operários.

- 4) Plantam-se quatro tipos diferentes de sementes de café em cinco tipos de solo. Cada solo é dividido em quatro lotes, pelos quais se distribuem, aleatoriamente, os quatro tipos de sementes. Ao nível de 5%, teste se a produção varia devido ao solo e/ou devido à variedade do café.

SOLO	Tipos de café			
	I	II	III	IV
A	15	12	10	14
B	19	15	12	11
C	18	14	15	12
D	16	11	12	16
E	17	16	11	14

```
> prod<-c(15,12,10,14,
+         19,15,12,11,
+         18,14,15,12,
+         16,11,12,16,
+         17,16,11,14)
> bloc_solo<-gl(5,4,label=c(paste("Solo",LETTERS[1:5])))
> trat_cafe<-rep(paste("tipo de café", 1:4),5)
```

```
> table_4<-data.frame(blocos=bloc_solo,
+                      tratam=factor(trat_cafe),
+                      dados=prod)
```

```
> table_4
  blocos      tratam dados
1 Solo A tipo de café 1    15
2 Solo A tipo de café 2    12
3 Solo A tipo de café 3    10
4 Solo A tipo de café 4    14
5 Solo B tipo de café 1    19
6 Solo B tipo de café 2    15
7 Solo B tipo de café 3    12
8 Solo B tipo de café 4    11
9 Solo C tipo de café 1    18
10 Solo C tipo de café 2    14
11 Solo C tipo de café 3    15
12 Solo C tipo de café 4    12
13 Solo D tipo de café 1    16
14 Solo D tipo de café 2    11
15 Solo D tipo de café 3    12
16 Solo D tipo de café 4    16
17 Solo E tipo de café 1    17
18 Solo E tipo de café 2    16
19 Solo E tipo de café 3    11
20 Solo E tipo de café 4    14
```

```
> resultado_4<-aov(dados~tratam+blocos, table_4)
```

```
> anova(resultado_4)
```

Analysis of Variance Table

Response: dados

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratam	3	67.6	22.5333	5.8276	0.01075 *
blocos	4	10.0	2.5000	0.6466	0.63989
Residuals	12	46.4	3.8667		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
>
```

Para o tratamento (tipo de café) o valor de p foi 0,01075 (< que 0,05), então rejeita-se a hipótese nula (de igualdade), ou seja, há diferença entre os tipos de café.

Para os blocos (solo) o valor de p foi 0,63989 (> que 0,05), então não se rejeita a hipótese nula (de igualdade), ou seja, não há diferença entre os solos.