

Instituto Federal Goiano - Campus Ceres  
Bacharelado em Sistemas de Informação

José Gilvan Jacinto Júnior  
Maciele Xavier Rodrigues  
Marcos Antonio Arriel Rodrigues  
Thalia Santos de Santana  
Willian Wallace de Matteus Silva

## ***DIC com ANOVA***

Outubro  
2017

# Sumário

<b>1</b>	<b>O que é?</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Exemplo</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Referências</b>	<b>5</b>

# DIC com ANOVA

## 1 O que é?

Em prol da realização de qualquer pesquisa, de modo geral, objetivando a experimentação, deve-se ter em mente dois conceitos: repetição e aleatoriedade. A partir destes, pode-se realizar um bom planejamento experimental. Acerca dos testes paramétricos, que levam por relevância a distribuição de Gauss (ou normal), um teste muito difundido refere-se ao teste F, muito comumente chamado de ANOVA. Esse teste depende muito do delineamento experimental, seja DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), seja DBC (Delineamento em Blocos ao Acaso).

Para a ANOVA, realiza-se a análise de variância, verificando se a variância em questão é do tratamento ou de fato um possível erro. Assim, faz estimativas desta dado o quadrado médio. Acerca do DIC, é visto como um dos mais simples dos delineamentos, visto que nele os tratamentos se distribuem ao acaso em todas as unidades experimentais e o número de repetições por tratamento pode ser igual ou diferente, enfocando assim em repetição/casualidade.

Vale ressaltar que para tanto, é de extrema importância que o meio seja uniforme para todo o processo de experimentação, já que caso contrário, recomenda-se o DBC, para controle em blocos. Ademais, o DIC faz-se muito usado em situações como estudos de métodos, técnicas de trabalhos em laboratório, ensaios de vegetação e até mesmo, experimentações animais, porém, não limita-se aos mesmos.

## 2 Exemplo

Para entendê-lo, segue abaixo um exemplo inicial e quase literal, retirado da apostila de Estatística Experimental Medicina Veterinária, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal SP, pelo professor Gener Tadeu Pereira, no 2º semestre de 2013.

Em um estudo do efeito da glicose na liberação de insulina, 12 espécies de tecido pancreático idênticas foram subdivididas em três grupos de 4 espécies cada uma. Três níveis (Baixo - Tratamento 1, Médio Tratamento - 2 e Alto Tratamento - 3) de concentrações de glicose foram aleatoriamente designados aos três grupos, e cada espécie dentro de cada grupo foi tratado com o nível de concentração de glicose sorteado a eles (Figura 1). Este é um estudo experimental com 12 unidades experimentais (amostras de tecido pancreático) e  $k = 3$  tratamentos. Cada tratamento é um nível de fator simples: concentração de glicose. Existem 4 repetições para cada tratamento. Os dados, quantidade de insulina liberada pelo tecido pancreático podem ser considerados como três amostras aleatórias, cada uma com  $r = 4$  repetições, ou de tamanho  $r = 4$  sorteadas de três populações. Abaixo tem-se a quantidade de insulina liberada pelos tecidos pancreáticos amostrados (Figura 2).

Para realização desse teste, são necessárias várias expressões, como: Fonte de Variação, Grau de Liberdade, Soma de Quadrados, Quadrado Médio, Valor F Calculado e afins, gerando o Quadro da análise de variância (ANOVA).

De acordo com tal ramo da estatística, infere-se que:

- $F_c < F_t$ : Aceita-se  $H_0$  (não significativo)
- $F_c > F_t$ : Rejeita-se  $H_0$  (é significativo)

Figura 1: Espécies de tecido pancreático em seus grupos específicos.

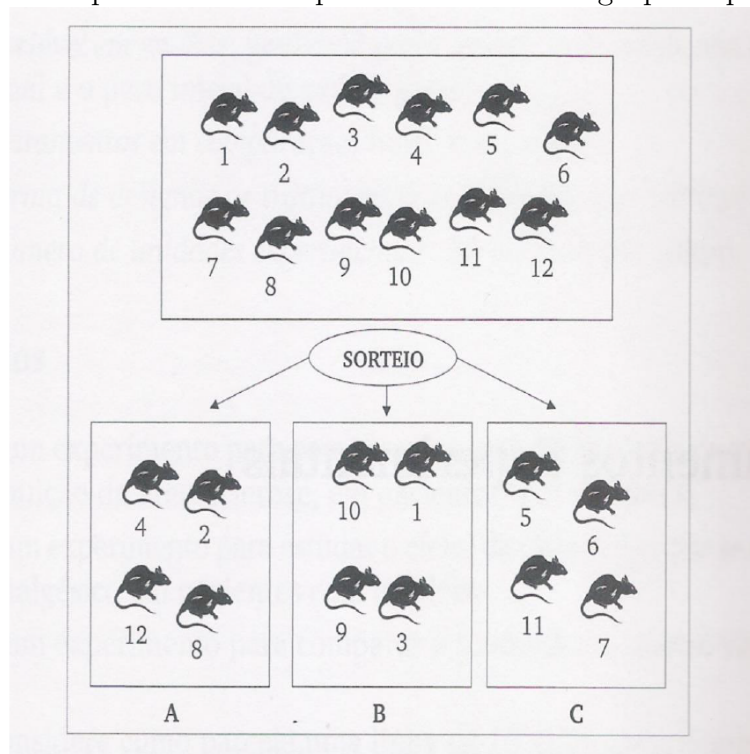


Figura 2: Quantidade de insulina liberada pelos tecidos pancreáticos.

Tratamento	Repetições				$r_i$	Total	Média	Variância
	1	2	3	4				
$T_1$	1,59	1,73	3,64	1,97	4	8,93	2,23	0,91
$T_2$	3,36	4,01	3,49	2,89	4	13,75	3,44	0,21
$T_3$	3,92	4,82	3,87	5,39	4	18,00	4,50	0,54
<b>Total</b>					<b>12</b>	<b>40,68</b>		

Onde:

$F_c$  corresponde a (Valor F Calculado) e  $F_t$  (Valor F Tabelado), usados para fim de comparação e poder afirmar acerca de tratamentos iguais ou diferentes, muitas vezes demonstrados com letras indicativas.

Uma forma de realizar o teste F é fazendo uso do *software* R, sistema livre para cálculo, gráficos e análise estatística. O exemplo acima seria feito em R do seguinte modo abaixo:

```

1 # exemplo 1
2 #
3 # entrando com o número de repetições
4 r <- 4
5 # entrando com os dados
6 insulina <- c(1.59, 1.73, 3.64, 1.97, 3.36, 4.01, 3.49, 2.89, 3.92,
7               4.82, 3.87, 5.39)
8 # entrando com os níveis da insulina (Tratamentos)
9 trat <- c(rep("Baixo", r), rep("Medio", r), rep("Alto", r))
10 # calculando a média geral
11 m.geral<- mean(insulina)
12 # estabelecendo o objeto trat com fator e guardando no próprio objeto
   trat

```

```

12 | trat <- factor(trat)
13 | trat
14 | # armazenando os nomes dos níveis dos fatores
15 | n.trat <- levels(trat)
16 | # aplicando o comando tapply ao objeto insulina para o cálculo dos
17 | # totais dos tratamentos
18 | t.trat <- tapply(insulina, trat, sum)
19 | t.trat
20 | # aplicando o comando tapply ao objeto insulina para o cálculo das
21 | # médias dos tratamentos
22 | m.trat <- tapply(insulina, trat, mean)
23 | m.trat
24 | # aplicando o comando tapply ao objeto insulina para o cálculo dos
25 | # desvio-padrões dos tratamentos
26 | sd.trat <- tapply(insulina, trat, sd)
27 | sd.trat
28 | # mostrando os gráficos box plot para cada tratamento
29 | boxplot(insulina~trat, horizontal=T, xlab="Quantidade de insulina", col="
    blue")
30 | boxplot(insulina~trat, vertical=T, ylab="Quantidade de insulina", col="
    green")
31 | # fazendo a análise de variância
32 | insulina.av <- aov(insulina~trat)
33 | #imprimindo o quadro da anova
34 | summary(insulina.av)

```

codigos/dic1.r

O resultado deste código é apontado na Figura 3:

Figura 3: Quadro da ANOVA apresentado.

```

> insulina.av <- aov(insulina~trat)
> summary(insulina.av)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
trat    2 10.297    5.148   9.305 0.00645 **
Residuals  9  4.979    0.553
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> |

```

Além disso, tal script oferece gráficos *Box Plot* (Diagrama de Caixa), os quais fornecem uma comparação visual entre 2 ou mais grupos, verificando a distribuição dos dados e inclusive, ajudando na visualização dos possíveis outliers. Ainda, o símbolo \* na frente do valor de p faz referência ao código de significância fornecido pelo R.

O autor da apostila ainda traz uma nova forma para visualização dos dados, visto que o código acima não fornece resultados para a fonte de variação do Total. Assim, outro modo é realizar a obtenção do quadro com a função *crd()* do pacote *ExpDes*, conforme códigos abaixo:

```

1 | # instalando o pacote ExpDes (Experimental Designs)
2 | #
3 | install.packages("ExpDes")
4 | # requerendo o ExpDes
5 | require(ExpDes)
6 | # sintaxe do comando que faz a ANOVA no ExpDes
7 | # crd(treat, resp, quali = TRUE, mcomp = "tukey", sigT = 0.05, sigF =
    0.05)

```

```
8 | crd(trat, insulina, mcomp=F)
```

codigos/extensao.r

O resultado deste código é apontado na Figura 4:

Figura 4: Quadro da ANOVA apresentado com Fonte de Variação do Total.

```
> require(ExpDes)
> crd(trat, insulina, mcomp=F)
```

-----  
Analysis of Variance Table  
-----

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	2	10.2966	5.1483	9.3054	0.0064452
Residuals	9	4.9793	0.5533		
Total	11	15.2760			

-----

CV = 21.94 %

Portanto, a partir do exemplo apresentado, pode-se concluir que rejeitamos  $H_0$  e que a quantidade de insulina liberada é diferente para pelo menos dois níveis de glicose.

### 3 Referências

1. PEREIRA, J.D. **Estatística Experimental Medicina Veterinária**. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/cienciasexatas/genertadeupereira3955/apostila-estatistica-experimental-parte-i.pdf>>. Acesso em: 25 de outubro de 2017.