

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo

Medidas de Associação

Professora Renata Alcarde Sermarini

Piracicaba
Março 2017

ASSOCIAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS

Correlação

Correlação

Análise do comportamento conjunto de duas ou mais variáveis **quantitativas**.

Exemplos:

- Relação entre altura da árvore e diâmetro a altura do peito;
- Relação entre doses de nitrogênio e produção de determinada cultura;
- Relação entre a porcentagem de nucleotídeos totais e a temperatura em graus centígrados;
- ...

Correlação

Diagrama de dispersão

Representação gráfica dos pares de valores num sistema cartesiano.

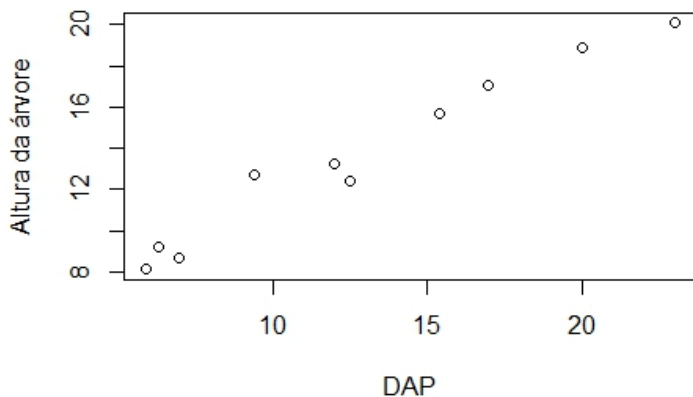
Exemplo: Os dados a seguir são referentes à altura da árvore (Y) e seu diâmetro a altura do peito (X).

Tabela: Dados de altura da árvore e diâmetro a altura do peito

Altura	8,1	9,2	8,7	12,7	13,2	12,4	15,7	17,0	18,9	20,1
DAP	5,9	6,3	7,0	9,4	12,0	12,5	15,4	17,0	20,0	23,0

Fonte: Dados simulados

Diagrama de dispersão



Correlação

Exemplo: Os dados a seguir são referentes ao espaçamento das linhas na cultura de soja (X) e a fração da radiação solar extinta pela planta (Y).

Tabela: Valores de radiação e espaçamento na cultura de soja

Radiação	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
Espaçamento	0,53	0,51	0,48	0,45	0,44	0,41	0,40	0,39	0,36	0,30

Fonte: Andrade e Ogliari, 2007

Diagrama de dispersão

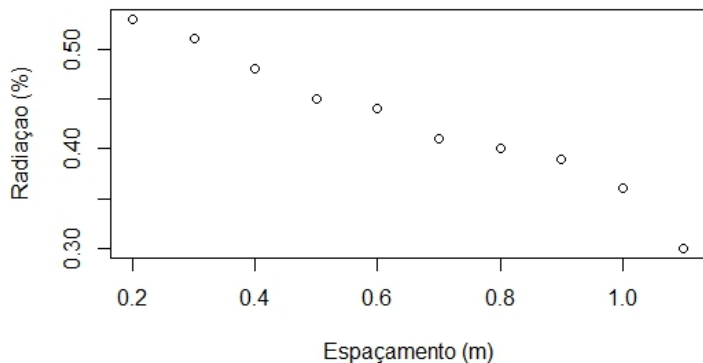


Figura: Diagrama de dispersão das variáveis radiação e espaçamento

Exemplo: Os dados a seguir são referentes à salinidade (g/l) e a temperatura na região III da Logoa da Conceição, Florianópolis, SC.

Tabela: Valores de salinidade e temperatura na região III da Logoa da Conceição, Florianópolis, SC

Estação	23	23A	24	25	26	27	27A	28
Temperatura	24,0	23,0	23,0	26,0	25,5	25,0	24,3	23,0
Salinidade	3,85	9,61	2,26	2,06	2,89	9,61	10,58	11,40

Fonte: Andrade e Ogliari, 2007

Diagrama de dispersão

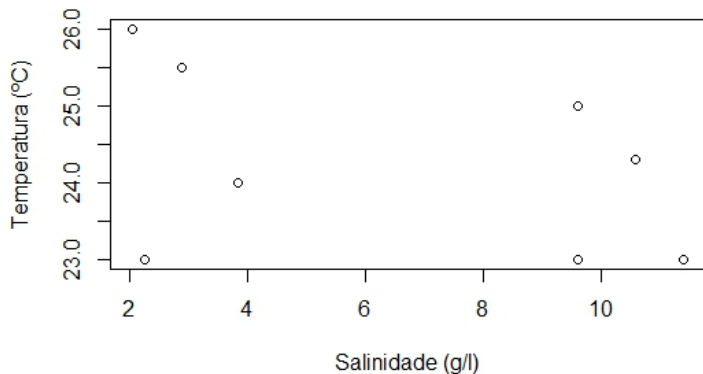


Figura: Diagrama de dispersão das variáveis salinidade e temperatura

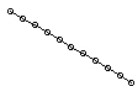
Correlação

Coeficiente de correlação linear de Pearson

Quantifica a correlação entre duas variáveis quantitativas.

$$-1 \leq r \leq 1$$

$r = -1$



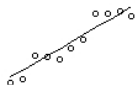
$-1 < r < 0$



$r = 0$



$0 < r < 1$



$r = 1$



Correlação

Coeficiente de correlação linear de Pearson

$$r = \text{Corr}(X, Y) = \frac{n(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Correlação

Exemplo: Considerando-se o exemplo de altura da árvore (Y) e o diâmetro a altura do peito (X), calcular o valor do coeficiente de correlação de Pearson:

Tabela: Etapas intermediária para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson

Observação	x	y	x^2	y^2	xy
1	5,9	8,1			
2	6,3	9,2			
3	7,0	8,7			
4	9,4	12,7			
5	12,0	13,2			
6	12,5	12,4			
7	15,4	15,7			
8	17,0	17,0			
9	20,0	18,9			
10	23,0	20,1			
Total					

Correlação

Tabela: Etapas intermediária para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson

Observação	x	y	x^2	y^2	xy
1	5,9	8,1	34,8	65,9	47,9
2	6,3	9,2	39,7	84,6	57,9
3	7,0	8,7	49,0	74,9	60,6
4	9,4	12,7	88,4	161,7	119,5
5	12,0	13,2	144,0	174,8	158,6
6	12,5	12,4	156,2	154,0	155,1
7	15,4	15,7	237,2	246,2	241,6
8	17,0	17,0	289,0	290,0	289,5
9	20,0	18,9	400,0	357,4	378,1
10	23,0	20,1	529,0	402,6	461,5
Total	128,5	136,0	1967,23	2011,94	1970,51

Correlação

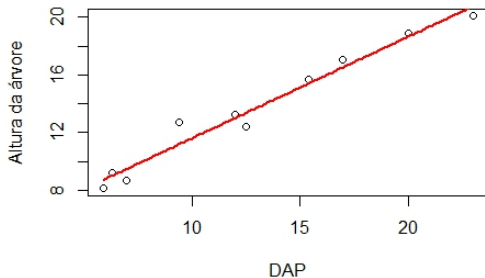
Tabela: Etapas intermediária para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson

Observação	x	y	x^2	y^2	xy
1	5,9	8,1	34,8	65,9	47,9
2	6,3	9,2	39,7	84,6	57,9
3	7,0	8,7	49,0	74,9	60,6
4	9,4	12,7	88,4	161,7	119,5
5	12,0	13,2	144,0	174,8	158,6
6	12,5	12,4	156,2	154,0	155,1
7	15,4	15,7	237,2	246,2	241,6
8	17,0	17,0	289,0	290,0	289,5
9	20,0	18,9	400,0	357,4	378,1
10	23,0	20,1	529,0	402,6	461,5
Total	128,5	136,0	1967,23	2011,94	1970,51

$$\begin{aligned}r = \text{Corr}(X, Y) &= \frac{10(1970,51) - (128,5)(136,0)}{\sqrt{10(1967,23) - 128,5^2} \sqrt{10(2011,94) - 136,0^2}} \\&= \frac{2229,1}{2264,956} = 0,9842\end{aligned}$$

Ajuste de uma reta

- Equação matemática linear;
- Representação de um conjunto de dados;
- Relação de causa e efeito;
- Interpolação e Extrapolação.



Ajuste de uma reta

Variáveis:

$X \Rightarrow$ Variável **Independente**

$Y \Rightarrow$ Variável **Dependente**

Equação matemática:

$$y = \alpha + \beta x,$$

em que α representa o intercepto e β o coeficiente angular.

Interpretação prática do parâmetro β : o quanto varia a resposta y para um acréscimo de uma unidade na variável x .

Ajuste de uma reta

Modelo Estatístico

$$y = \alpha + \beta x + \epsilon$$

Reta ajustada:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x,$$

ou

$$\hat{y} = a + bx$$

em que $\hat{\alpha}$ (ou a) e $\hat{\beta}$ (ou b) são as estimativas dos parâmetros α e β .

Ajuste de uma reta

Estimativas pelo método dos mínimos quadrados:

$$\hat{\beta} = \frac{n(\sum_{i=1}^n x_i y_i) - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

e

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - \hat{\beta} \sum_{i=1}^n x_i}{n} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x},$$

em que n corresponde ao tamanho da amostra.

Ajuste de uma reta

Exemplo: Considerando-se o exemplo de altura da árvore (Y) e o diâmetro a altura do peito (X):

Tabela: Etapas intermediárias

Observação	x	y	x^2	y^2	xy
1	5,9	8,1	34,8	65,9	47,9
2	6,3	9,2	39,7	84,6	57,9
3	7,0	8,7	49,0	74,9	60,6
4	9,4	12,7	88,4	161,7	119,5
5	12,0	13,2	144,0	174,8	158,6
6	12,5	12,4	156,2	154,0	155,1
7	15,4	15,7	237,2	246,2	241,6
8	17,0	17,0	289,0	290,0	289,5
9	20,0	18,9	400,0	357,4	378,1
10	23,0	20,1	529,0	402,6	461,5
Total	128,5	136,0	1967,23	2011,94	1970,51

Ajuste de uma reta

Exemplo: Considerando-se o exemplo de altura da árvore (Y) e o diâmetro a altura do peito (X):

Tabela: Etapas intermediárias

Observação	x	y	x^2	y^2	xy
1	5,9	8,1	34,8	65,9	47,9
2	6,3	9,2	39,7	84,6	57,9
3	7,0	8,7	49,0	74,9	60,6
4	9,4	12,7	88,4	161,7	119,5
5	12,0	13,2	144,0	174,8	158,6
6	12,5	12,4	156,2	154,0	155,1
7	15,4	15,7	237,2	246,2	241,6
8	17,0	17,0	289,0	290,0	289,5
9	20,0	18,9	400,0	357,4	378,1
10	23,0	20,1	529,0	402,6	461,5
Total	128,5	136,0	1967,23	2011,94	1970,51

$$\hat{\beta} = \frac{10(1970,51) - (128,5)(136,0)}{10(1967,23) - (128,5)^2} = 0,7053$$

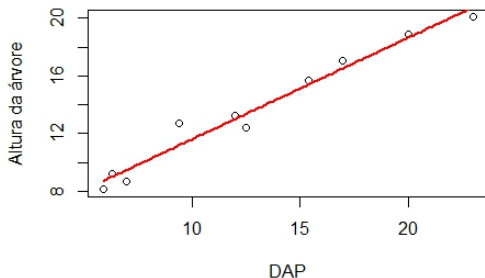
$$\hat{\alpha} = \frac{136,0 - 0,7053(128,5)}{10} = 4,5368$$

Ajuste de uma reta

Exemplo: Considerando-se o exemplo de altura da árvore (Y) e o diâmetro a altura do peito (X):

Reta ajustada

$$\hat{y}_i = 4,5368 + 0,7053x_i.$$



Verificação da qualidade do ajuste

RESÍDUO:

Diferença entre o valor observado (y_i) e o valor predito ($\hat{y}_i$), para um determinado valor x_i :

$$e_i = y_i - \hat{y}_i.$$

O primeiro resíduo (simples) é dado por:

Verificação da qualidade do ajuste

RESÍDUO:

Diferença entre o valor observado (y_i) e o valor predito ($\hat{y}_i$), para um determinado valor x_i :

$$e_i = y_i - \hat{y}_i.$$

O primeiro resíduo (simples) é dado por:

$$e_1 = 8,1 - (4,5368 + 0,7053 \times 5,9) = 8,1 - 8,7 = -0,6$$

Verificação da qualidade do ajuste

Modelo bem ajustado:

é aquele que apresenta resíduos pequenos.

Resíduo simples $\Rightarrow$ depende das unidades de medida



Resíduos Padronizados $\Rightarrow z_i = \frac{e_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2 / (n-2)}}$

Na prática: erro pequeno $\Rightarrow$ resíduo padronizado entre -2 e 2.

Verificação da qualidade do ajuste

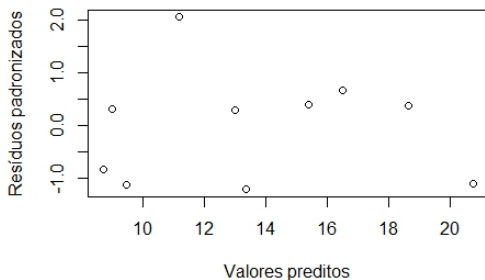


Figura: Gráfico dos valores preditos *versus* resíduos padronizados

Ideal: Gráfico sem padrão!

Verificação da qualidade do ajuste

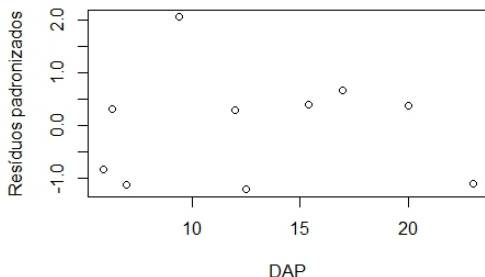


Figura: Gráfico dos valores de DAP *versus* resíduos padronizados

Ideal: Gráfico sem padrão!

Códigos em R

```
#exemplo 1:
# x = dap
# y = altura
x<- c(5.9, 6.3, 7.0, 9.4, 12.0,
      12.5, 15.4, 17.0, 20.0, 23.0)
y<- c(8.1, 9.2, 8.7, 12.7, 13.2,
      12.4, 15.7, 17.0, 18.9, 20.1)
#diagrama de dispersao
plot(y ~ x, xlab="DAP",
      ylab="Altura")
# correlação
cor(y,x)
```

Códigos em R

```
#ajuste da reta
mod1<- lm(y ~ x)
summary(mod1)
plot(y ~ x, xlab="DAP",
      ylab="Altura")
curve(coef(mod1)[1]+coef(mod1)[2]*x,x, add=T,
      lwd=2, col=2)
# diagnostico
plot(rstandard(mod1) ~ predict(mod1), ylim=c(-2,2),
      xlab="Valores preditos", ylab="Resíduos Padronizados")
abline(h=0)
plot(rstandard(mod1) ~ x, ylim=c(-2,2),
      xlab="DAP", ylab="Resíduos Padronizados")
abline(h=0)
```

ASSOCIAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS QUALITATIVAS

Tabelas de contingência

Duas variáveis categorizadas:

- A : com s categorias $\Rightarrow A_1, A_2, \dots, A_s$;
- B : com r categorias $\Rightarrow B_1, B_2, \dots, B_r$.

Tabela: Distribuição conjunta de frequências das variáveis A e B , observados em n elementos

A	B				Total
	B_1	B_2	$\dots$	B_r	
A_1	n_{11}	n_{12}	$\dots$	n_{1r}	$n_{1\cdot}$
A_2	n_{21}	n_{22}	$\dots$	n_{2r}	$n_{2\cdot}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$
A_s	n_{s1}	n_{s2}	$\dots$	n_{sr}	$n_{s\cdot}$
Total	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	$\dots$	$n_{\cdot r}$	n

Tabelas de contingência

Exemplo: Na Tabela a seguir apresentamos a distribuição conjunta do comportamento de 59 capivaras com relação ao ambiente.

Tabela: Distribuição conjunta das frequências das variáveis comportamento e ambiente para 59 capivaras

Ambiente	Comportamento		Total
	Agressivo	Não Agressivo	
Restrito	22	5	27
Ampla	20	12	32
Total	42	17	59

Tabelas de contingência

Tabela: Distribuição conjunta das frequências das variáveis comportamento e ambiente para 59 capivaras

Ambiente	Comportamento		Total
	Agressivo	Não Agressivo	
Restrito	22	5	27
Ampla	20	12	32
Total	42	17	59

- **Distribuição marginal da variável Ambiente;**
- **Distribuição marginal da variável Comportamento;**

Tabelas de contingência

Totais marginais diferentes $\Rightarrow$ difícil visualização da associação



Porcentagens: linhas, colunas, total

Tabelas de contingência

Totais marginais diferentes $\Rightarrow$ difícil visualização da associação



Porcentagens: linhas, colunas, total

Tabela: Distribuição conjunta das frequências das variáveis comportamento e ambiente para 59 capivaras

Ambiente	Comportamento		Total
	Agressivo	Não Agressivo	
Restrito	81,5	18,5	100
Amplio	62,5	37,5	100
Total	71,2	28,8	100

Representação gráfica

Exemplo: Os dados da tabela a seguir têm por objetivo verificar se os caracteres ciclo (Tardio e Precoces) e virescência (Normal e Virescente), de uma progênie da espécie “X”, segregam de forma independente

Tabela: Contagem de plantas segregando para dois caracteres

Ciclo	Virescência		Total
	Normal	Virescente	
Tardio	3470	910	4380
Precoces	1030	290	1320
Total	4500	1200	5700

Fonte: Andrade e Ogliari, 2007

A virescência caracteriza-se pelo desenvolvimento de cloroplastos nas pétalas, resultando no aparecimento de flores verdes

Representação gráfica

Exemplo: Os dados da tabela a seguir têm por objetivo verificar se os caracteres ciclo (Tardio e Precoc) e virescência (Normal e Virescente), de uma progênie da espécie “X”, segregam de forma independente

Tabela: Contagem de plantas segregando para dois caracteres

Ciclo	Virescência		Total
	Normal	Virescente	
Tardio	3470	910	4380
Precoc	1030	290	1320
Total	4500	1200	5700

Fonte: Andrade e Ogliari, 2007

A virescência caracteriza-se pelo desenvolvimento de cloroplastos nas pétalas, resultando no aparecimento de flores verdes

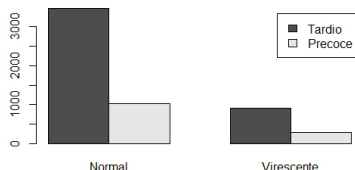


Figura: Contagem de plantas segregando para dois caracteres numa progênie da espécie “X”

Representação gráfica

Perfis-coluna

Tabela: Contagem de plantas segregando para dois caracteres

Ciclo	Virescência		Total
	Normal	Virescente	
Tardio	77,11%	75,83%	76,84%
Precoce	22,89%	24,17%	23,16%
Total	100%	100%	100%

Representação gráfica

Perfis-coluna

Tabela: Contagem de plantas segregando para dois caracteres

Ciclo	Viescência		Total
	Normal	Virescente	
Tardio	77,11%	75,83%	76,84%
Precoce	22,89%	24,17%	23,16%
Total	100%	100%	100%

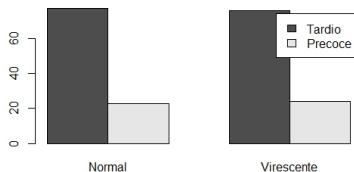


Figura: Distribuição de precocidade segundo a viescência

Representação gráfica

Exemplo: Os dados da tabela a seguir referem-se às coletas de insetos em armadilhas adesivas de duas cores, em que os indivíduos coletados de uma determinada espécie foram sexados, tendo como objetivo verificar se havia influência da cor da armadilha sobre a atração de machos e fêmeas dessa espécie.

Tabela: Números de insetos coletados em armadilhas adesivas e sexados.

Armadilha	Machos	Fêmeas	Totais
Alaranjada	246	17	263
Amarela	458	32	490
Totais	704	49	753

Fonte: Cordeiro, G.M.; Demétrio, C.G.B. Modelos Lineares Generalizados e Extensões

Representação gráfica

Tabela: Números de insetos coletados em armadilhas adesivas e sexados.

Armadilha	Machos	Fêmeas	Totais
Alaranjada	246 (32,7%)	17 (2,3%)	263 (36,0%)
Amarela	458 (60,8%)	32 (4,2%)	490 (65,0%)
Totais	704 (93,5%)	49 (6,5%)	753 (100%)

Fonte: Cordeiro, G.M.; Demétrio, C.G.B. Modelos Lineares Generalizados e Extensões

Representação gráfica

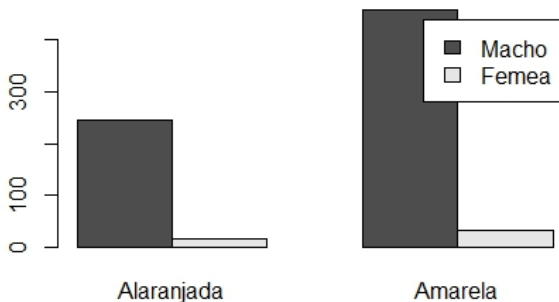


Figura: Gráfico de distribuição conjunta da cor da armadilha e sexagem dos insetos

Representação gráfica

Exemplo: A tabela a seguir refere-se ao número de pássaros de uma particular espécie, classificados de acordo com o local da floresta onde se alimentam, para duas estações do ano.

Estação do ano	Local da floresta			Total
	Árvores	Arbusto	Chão	
Primavera	30	20	9	59
Outono	13	22	26	61
Total	43	42	35	120

Fonte: Andrade e Ogliari, 2007

Representação gráfica

Perfil linha:

Estação do ano	Local da floresta			Total
	Árvores	Arbusto	Chão	
Primavera	30 (50,8%)	20 (33,9%)	9 (15,3%)	59 (100%)
Outono	13 (21,3%)	22 (36,1%)	26 (42,6%)	61 (100%)
Total	43 (35,8%)	42 (35,0%)	35 (29,2%)	120 (100%)

Representação gráfica

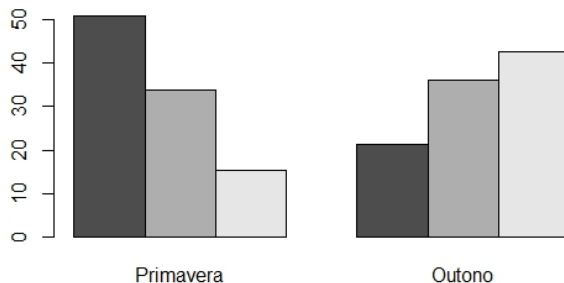


Figura: Associação entre local e estação

Representação gráfica

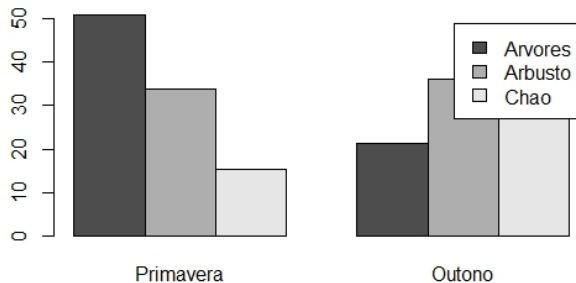


Figura: Associação entre local e estação

Comparar a frequência observada com a frequência esperada!

Frequência esperada

Considerando-se a independência entre as variáveis,

$$fe_{ij} = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n_{..}}$$

Comparar a frequência observada com a frequência esperada!

Frequência esperada

Considerando-se a independência entre as variáveis,

$$fe_{ij} = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n_{..}}$$

Estatística χ^2

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r \frac{(n_{ij} - fe_{ij})^2}{fe_{ij}}$$

Considerando o exemplo do hábito alimentar dos pássaros e local

Estação do ano	Local da floresta			Total
	Árvores	Arbusto	Chão	
Primavera	30	20	9	59
Outono	13	22	26	61
Total	43	42	35	120

Fonte: Andrade e Ogliari, 2007

Considerando o exemplo do hábito alimentar dos pássaros e local

⇒ Frequências esperadas

Estação do ano	Local da floresta			Total
	Árvores	Arbusto	Chão	
Primavera	30 (21,14)	20 (20,65)	9 (17,21)	59
Outono	13 (21,86)	22 (21,35)	26 (17,79)	61
Total	43	42	35	120

Considerando o exemplo do hábito alimentar dos pássaros e local

⇒ Diferenças

Estação do ano	Local da floresta		
	Árvores	Arbusto	Chão
Primavera	8,86	-0,65	-8,21
Outono	-8,86	0,65	8,21

Considerando o exemplo do hábito alimentar dos pássaros e local

⇒ Diferenças

Estação do ano	Local da floresta		
	Árvores	Arbusto	Chão
Primavera	8,86	-0,65	-8,21
Outono	-8,86	0,65	8,21

Estatística:

$$\begin{aligned}\chi^2 &= \frac{(8,86)^2}{21,14} + \frac{(-0,65)^2}{20,65} + \frac{(-8,21)^2}{17,21} + \frac{(-8,86)^2}{21,86} + \frac{(0,65)^2}{21,35} + \frac{(8,21)^2}{17,79} \\ &= 3,7133 + 0,0205 + 3,9166 + 3,5910 + 0,0198 + 3,7889 \\ &= 15,0501.\end{aligned}$$

Coeficiente de contingência

$$\chi^2 > 0$$



sem limite superior

Coeficiente de Contingência (Pearson)

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}}$$

Coeficiente de contingência

No exemplo:

Coeficiente de contingência

No exemplo:

$$C = \sqrt{\frac{15,0501}{15,0501 + 120}} = 0,3338$$



Existe associação!

Forte ou fraca?

Coeficiente de contingência

No exemplo:

$$C = \sqrt{\frac{15,0501}{15,0501 + 120}} = 0,3338$$



Existe associação!

Forte ou fraca?

Depende o limite superior do coeficiente de contingência!!!

Coeficiente de contingência

Limite superior de $C \Rightarrow \sqrt{(t-1)/t}$, em que t é o mínimo entre o número de linhas e o número de colunas.

Modificação do coeficiente de contingência

$$C^* = \frac{C}{\sqrt{(t-1)/t}}$$

Coeficiente de contingência

Limite superior de $C \Rightarrow \sqrt{(t-1)/t}$, em que t é o mínimo entre o número de linhas e o número de colunas.

Modificação do coeficiente de contingência

$$C^* = \frac{C}{\sqrt{(t-1)/t}}$$

No exemplo: $t = 2$,

$$C^* = \frac{0,3338}{\sqrt{(2-1)/2}} = 0,4721$$

Coeficiente de contingência

Exercício: Calcular o coeficiente de contingência modificado para o exemplo do comportamento das capivaras.

Códigos em R

```
# plantas
Ciclo<- c("Tardio", "Precoce")
Viresc<- c("Normal", "Virescente")
(plantas<- matrix(c(3470, 1030, 910, 290),
                  ncol=2, nrow=2))
colnames(plantas)<- Viresc
rownames(plantas)<- Ciclo
plantas
barplot(plantas, legend=T)
barplot(plantas, legend=T, beside=T)
```

Códigos em R

```
plantas_col<- matrix(c(plantas[,1]/sum(plantas[,1])*100,  
                        plantas[,2]/sum(plantas[,2])*100),  
                      ncol=2, nrow=2)  
colnames(plantas_col)<- Viresc  
rownames(plantas_col)<- Ciclo  
barplot(plantas_col, legend=T, beside=T)
```

Códigos em R

```
# insetos
Sexo<- c("Macho", "Femea")
Armadilha<- c("Alaranjada", "Amarela")
(insetos<- matrix(c(246, 17, 458, 32),
                  ncol=2, nrow=2, byrow=T))
colnames(insetos)<- Sexo
rownames(insetos)<- Armadilha
insetos
barplot(insetos, legend=T)
barplot(insetos, legend=T, beside=T)
barplot(t(insetos), legend=T, beside=T)
```

Códigos em R

```
# aves
(aves<- matrix(c(30, 20, 9,
                 13, 22, 26),
               ncol=3, nrow=2, byrow=T))
colnames(aves)<-c("Arvores", "Arbusto", "Chao")
rownames(aves)<-c("Primavera", "Outono")
aves
aves2<- aves
aves2[1,]<- aves[1,]/sum(aves[1,])*100
aves2[2,]<- aves[2,]/sum(aves[2,])*100
aves2
```

Códigos em R

```
barplot(aves2, legend=T, beside=T)
barplot(t(aves2), beside=T, legend=T)
chisq.test(aves)
(CCP<- sqrt(chisq.test(aves)$statistic/
(chisq.test(aves)$statistic+sum(aves))))
CCP/sqrt((2-1)/2)
```

ASSOCIAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS

Associação: Qualitativa vs Quantitativa

- Análise da variável quantitativa dentro de cada nível da variável qualitativa:
 - medidas resumo
 - histogramas
 - box plots
 - diagrama de ramos e folhas

Associação: Qualitativa vs Quantitativa

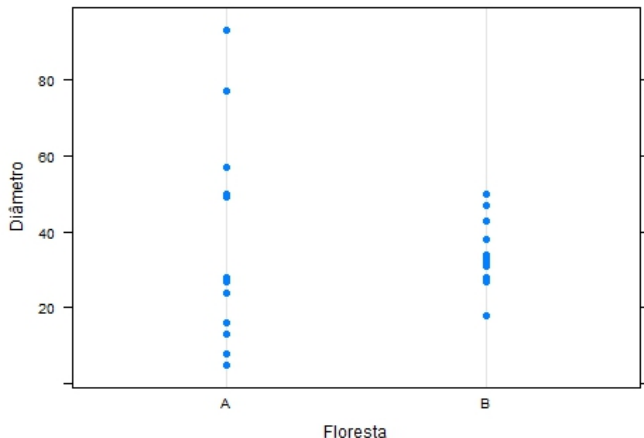
Exemplo: Os dados apresentados a seguir correspondem à variável diâmetro da árvore avaliada em duas florestas (Floresta A e Floresta B).

Tabela: Diâmetro das árvores

Floresta A	16	50	13	8	5	77	93
	27	57	28	24	16	49	
Floresta B	38	43	32	18	47	33	38
	27	50	34	34	31	28	

Associação: Qualitativa vs Quantitativa

Exemplo: Os dados apresentados a seguir correspondem à variável diâmetro da árvore avaliada em duas florestas (Floresta A e Floresta B).



Associação: Qualitativa vs Quantitativa

Exemplo: Os dados apresentados na tabela a seguir são referentes ao volume de madeira por árvore de *Eucaliptus camaldulensis*, em $\text{m}^3 10^{-4}$. São apresentados os dados de 5 progênies avaliadas.

Tabela: Volume de madeira, em $\text{m}^3 10^{-4}$

A	B	C	D	E
212	108	63	175	133
206	194	77	239	106
224	163	100	100	185
289	111	99	104	136
324	236	68	256	147
219	146	76	267	210

Associação: Qualitativa vs Quantitativa

Exemplo: Os dados apresentados são referentes ao volume de madeira por árvore de *Eucaliptus camaldulensis*, em $\text{m}^3 10^{-4}$. São apresentados os dados de 5 progênies avaliadas.

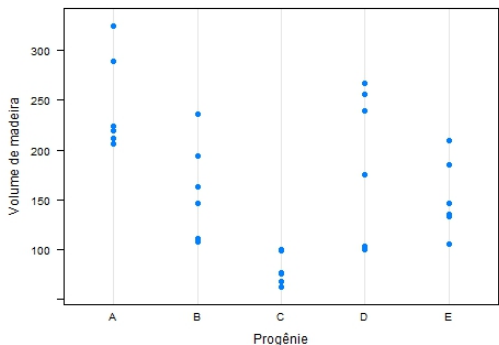


Figura: Gráfico de pontos para a variável volume de madeira por progênie

Associação: Qualitativa vs Quantitativa

Exemplo: Os dados apresentados são referentes ao volume de madeira por árvore de *Eucalyptus camaldulensis*, em $\text{m}^3 10^{-4}$. São apresentados os dados de 5 progênie avaliadas.

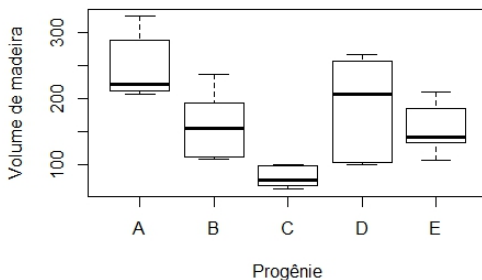


Figura: Box plot para a variável volume de madeira por progênie

Códigos em R

```
Floresta<- rep(c("A", "B"), each=13)
diametro<- c(16, 50, 13, 8, 5,
             77, 93, 27, 57, 28, 24, 16, 49,
             38, 43, 32, 18, 47,
             33, 38, 27, 50, 34, 34, 31, 28)
require(lattice)
dotplot(diametro ~ Floresta, xlab="Floresta",
        ylab="Diâmetro")
```

Códigos em R

```
progenie<- rep(c("A", "B", "C", "D", "E"),
               times=6)
volume<- c(212, 108, 63, 175, 133,
           206, 194, 77, 239, 106,
           224, 163, 100, 100, 185,
           289, 111, 99, 104, 136,
           324, 236, 68, 256, 147,
           219, 146, 76, 267, 210)
dotplot(volume ~ progenie, xlab="Progênie",
         ylab="Volume de madeira")
boxplot(volume ~ progenie, xlab="Progênie",
         ylab="Volume de madeira")
```

Referências

- ANDRADE, D.F.; OGLIARI, P.J. **Estatística para as ciências agrárias e biológicas com noções de experimentação**. Editora da UFSC, Florianópolis, 2007.
- ZOCCHI, S.S.; LEANDRO, R.A. **Notas para acompanhar a disciplina LCE-211-Estatística Geral**. ESALQ-USP, Piracicaba, S.P. 1999.