

Universidade Federal de Goiás

Bioestatística

Prof. Adriano Sanches Melo - Dep. Ecologia – ICB
asm.adrimelo@gmail.com

Página do curso:
<http://www.ecologia.ufrgs.br/~adrimelo/bioestat>

Teste Qui Quadrado $\rightarrow \chi^2$

Testes em aulas anteriores: Resposta era uma variável contínua

Hoje: Resposta é categórica (ou qualitativa ou fator)

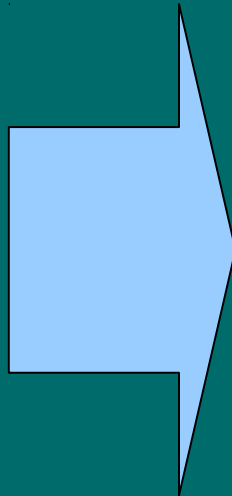
Variável dependente: **Contínua**

		Número de variáveis independentes		
		1	2	3
Tipo variável(is) independente(s)	contínua	regressão simples	regressão múltipla	regressão múltipla
	qualitativa	teste <i>t</i> (1-2 níveis) 1-anova (>2 níveis)	test <i>t</i> pareado 2-anova 1-anova + bloco	3-anova 2-anova + bloco 1-anova + 2 blocos
	mixta	---	Ancova	Ancova

Teste Qui-Quadrado (χ^2) – Teste de Independência

A presença de mosquitos depende da espécie de bromélia?

Bromélia	Mosquito
A	Sim
B	Sim
A	Sim
A	Não
A	Não
B	Sim
B	Não
A	Sim
B	Não
B	Sim
.	.
.	.
A	Sim



	Presença mosquito (resposta)		Totais
	Sim	Não	
Bromélia A	18	15	33
Bromélia B	8	32	40
Totais	26	47	73

Teste Qui-Quadrado $\rightarrow \chi^2$

	Presença mosquito (resposta)		Totais
	Sim	Não	
Bromélia A	18 (11,75)	15 (21,75)	33
Bromélia B	8 (14,75)	32 (25,75)	40
Totais	26	47	73

Frequência Esperada

$$\frac{\text{total linha} * \text{total coluna}}{\text{total geral}}$$

$$(33*26) / 73 = 11,75$$

$$\chi^2_{Pearson} = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

$$\chi^2_{Pearson} = \frac{(18 - 11,75)^2}{11,75} + \frac{(8 - 14,25)^2}{14,25} + \frac{(15 - 21,25)^2}{21,25} + \frac{(32 - 25,75)^2}{25,75} = 3,32 + 2,74 + 1,83 + 1,52 = 9,42$$

$$df = (\text{linhas}-1) * (\text{colunas}-1) = 1 * 1 = 1$$

Probabilidade de obter o valor 9,42 com 1 df = 0,0022

Tabela de Qui-quadrado

gl	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	9,236	11,070	12,832	15,086	16,750
6	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267
17	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718
18	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156
19	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582
20	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997

Teste Qui-Quadrado (χ^2) – Teste de Aderência

Quando o esperado é dado por uma teoria:

Teoria Mendeliana: 9/16; 3/16; 3/16; 1/16
 Am-Lisa Am-Rugo Ver-Lisa Ver-Rugo

Fez experimento e observou:

Am-Lisa	315
Am-Rugo	101
Ver-Lisa	108
Ver-Rugo	32
TOTAL	556

$$\chi^2_{Pearson} = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Valores de frequência encontradas estão de acordo com teoria?

Esperado: $(9/16)*556 = 312,75$
 $(3/16)*556 = 104,25$
 $(3/16)*556 = 104,25$
 $(1/16)*556 = 34,75$

$$\chi^2 = \frac{(315 - 312,75)^2}{312,75} + \frac{(101 - 104,25)^2}{104,25} + \frac{(108 - 104,25)^2}{104,25} + \frac{(32 - 34,75)^2}{34,75} = 0,47$$

g.l. = linhas-1 = 3 → $p > 0,05$ → Não se rejeita a hipótese nula:
observado não é diferente do esperado

Restrições no uso do teste de Qui-quadrado:

Sonia Vieira:

1. O teste só deve ser aplicado quando a amostra tem mais de 20 elementos;
2. Se $20 < n < 40$, o teste só pode ser aplicado se nenhuma frequência esperada for menor que 1;

Gotelli e Ellison (citando Sokal e Rohlf 1995):

1. Usar ajuste quando valor esperado em uma célula for menor que 5

Gotelli e Ellison (citando Fienberg 1980):

1. Usar ajuste quando valores esperados são menores que 1

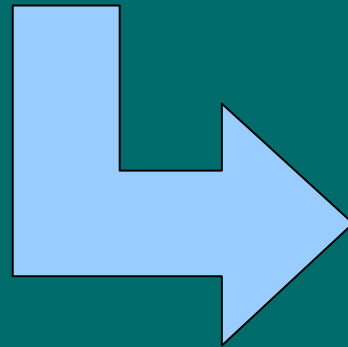
Exemplo

Medidas legais são eficientes na proteção de plantas ameaçadas de extinção?

Estudou-se várias espécies de plantas. Cada espécie constitui um registro

	População declinando?	Protegida?
<i>Aristolochia</i>	Sim	Sim
<i>Hydrastis</i>	Não	Sim
<i>Liatris</i>	Não	Não
<i>Ufegensis</i>	Sim	Sim

·
·
·



		Protegida?		Totais
		Não	Sim	
Declinando?	Sim	10 (6,94)	8 (11,06)	18
	Não	17 (20,06)	35 (31,94)	52
	Totais	27	43	70

Exemplo

Medidas legais são eficientes na proteção de plantas ameaçadas de extinção?

Estudou-se várias espécies de plantas. Cada espécie constitui um registro

	População declinando?	Protegida?
<i>Aristolochia</i>	Sim	Sim
<i>Hydrastis</i>	Não	Sim
<i>Liatris</i>	Não	Não
<i>Ufegensis</i>	Sim	Sim
.		
.		
.		

		Protegida?		Totais
		Não	Sim	
Declinando?	Sim	10 (6,94)	8 (11,06)	18
	Não	17 (20,06)	35 (31,94)	52
	Totais	27	43	70

$$\chi^2 = \frac{(10 - 6,94)^2}{6,94} + \frac{(8 - 11,06)^2}{11,06} + \frac{(17 - 20,06)^2}{20,06} + \frac{(35 - 31,94)^2}{31,94} = 2,96$$

$$g.l. = (\text{linhas}-1) * (\text{colunas}-1) = 1 \rightarrow p > 0,05 \rightarrow$$

Não se rejeita a hipótese nula: observado não é diferente do esperado

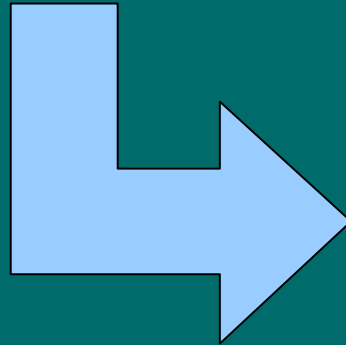
Exemplo

Existe relação entre ocorrência de doença X e fumo?

Sorteou-se várias pessoas; cada pessoa é um registro.

	Doença X?	Fumante?
João	Sim	Sim
Maria	Não	Sim
Ana	Não	Não
Carlos	Sim	Sim

·
·
·



		Doença?		
		Não	Sim	
Fumante?	Sim			
	Não			
	Totais			

Sugestão de estudo:

Vieira, S. 2008. Introdução à Bioestatística. 4a ed. Elsevier. (Cap. 12)