

RAE-SEA-8414

ESTUDO DA QUANTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE
EXPLORATÓRIA DE ANIMAIS.

*Elisete da Conceição Quintaneiro Aubin
Clovis de Araujo Peres
Roberto Hiroshi Ito
Wagner Vasques Domínguez*

- São Paulo, Dezembro de 1984 -

SETOR DE ESTATÍSTICA APLICADA

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

NÚMERO 14 / 84

CÓDIGO 18 / 84

TÍTULO: Estudo da quantificação da atividade exploratória de animais.

CONSULENTE: Luiz Eduardo Ribeiro do Valle

INSTITUIÇÃO: Instituto de Ciências Biomédicas - USP

FINALIDADE:

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Profa. Elizete da Conceição Quintaneiro Aubin, Prof. Dr. Clovis de Araujo Peres, Roberto Hiroshi Ito e Wagner Vasques Dominguez.

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

AUBIN, E. da C. Q.; PERES, C. de A.; ITO, R.H. e DOMINGUEZ, W. V. *Estudo da quantificação da atividade exploratória de animais*. São Paulo, IME-USP, 1984. 11p. (SEA. Relatório de Análise Estatística, 8414.)

FICHA TÉCNICA

BIBLIOGRAFIA:

- [1] DRAPER, N.R. and SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York; John Wiley, 1981. 703p. (Wiley Series in Prob. and Mat. Statistics.)
- [2] PERES, C. de A. e SALDIVA, C.D. *Planejamento de experimentos*. São Paulo, IME-USP, 1982. 98p. (5º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística.)
- [3] BMDP - Centro de Computação Eletrônica da Univ. de São Paulo. Em Dixon, W.J. - *BMDP Statistical Software* - Berkeley, Univ. of California Press, 1981.

PROGRAMAÇÃO DE COMPUTAÇÃO: Pacote BMDP: BMDP1R, BMDP9R.

DADOS E TÉCNICAS ESTATÍSTICAS: Análise de Regressão, Análise de Resíduos e Comparações Múltiplas.

1. Objetivos

O objetivo do experimento é realizar um estudo da quantificação da atividade exploratória dos animais.

2. Introdução Teórica

Quando um animal, como o rato, entra em um meio estranho, ele explora este meio intensamente. Aos poucos esta atividade exploratória se reduz atingindo, finalmente, um nível basal. Tal redução de uma atividade comportamental com a estimulação continuada é chamada de habituação. A habituação do comportamento exploratório presumivelmente se deve à formação de um modelo da situação estimulatória no sistema nervoso central. O que se pretende é estudar as características deste modelo neural. Mais precisamente, investigar se há nesse modelo uma especificação do lado de origem periférica (direito ou esquerdo) das informações olfatórias e visuais.

3. Descrição do Experimento e dos Dados

Realizaram-se 6 experimentos, com características práticas semelhantes, diferindo no tipo de estímulo aplicado aos animais. Em cada experimento tivemos a seguinte sequência de etapas.

Colocamos um rato por vez em uma gaiola de vidro (0,30m x 0,40m x 0,35m), em duas ocasiões (teste e reteste) separadas por um intervalo de 6 horas. Em ambas essas ocasiões observamos ininterruptamente os 10 minutos iniciais, os 10 minutos seguintes, e assim por diante até completar-se uma hora de observação. Ao fim de cada intervalo de 10 minutos, registramos a duração total dos episódios de atividade exploratória que o rato apresentou.

Nos experimentos 1, 2, 4, 5 e 6, um grupo controle de animais (10 ratos) é testado com olfação (ou com visão, ou com olfação e visão) unilateral, e retestado de modo idêntico. Um grupo experimental de animais (10 ratos) é testado com olfação (ou com vição, ou com olfação e visão) unilateral, e retestado com olfação (ou com visão, ou com olfação e visão, respectivamente) contralateral. No experimento 3, há dois grupos controle de animais (cada um com 10 ratos) e um grupo experimental de animais (com 10 ratos), com o experimento sendo realizado de maneira semelhante.

Assim, para cada experimento, grupo, sessão e unidade experimental (rato) mediu-se a variável denominada "duração total de atividade exploratória", em 6 instantes sucessivos, cada um com 10 minutos.

4. Análise Estatística

A análise será feita sobre cada grupo, sem considerar possíveis inter-relações entre a sessão de teste e reteste pois, segundo o pesquisador a defasagem de 6 horas entre as sessões de teste e reteste são suficientes para que não ocorra resíduo experimental, desta forma pode ser suposto que existe independência entre as sessões de teste e reteste, tanto para o grupo controle como para o grupo experimental.

4.1. Análise de Regressão

Segundo o pesquisador, a literatura científica a respeito do assunto adota um modelo exponencial para explicar a relação entre duração da atividade exploratória e o período de observação. Sendo assim, o modelo teórico adequado é expresso por

$$Y = \beta_0 \cdot e^{\beta_1 t} \cdot \epsilon \quad (1)$$

onde Y é a duração da atividade exploratória no período t ,

$t = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ e

ϵ é um erro aleatório associado à observação Y .

Para fazer um ajuste através de mínimos quadrados de um modelo da forma acima aos nossos dados podemos transformá-lo a forma linear $Y' = \beta_0' + \beta_1't + \epsilon'$ que nos permitirá utilizar os métodos usuais de Análise de Regressão Linear [1].

Tomando o logarítmo do modelo (1) obtemos: $\ln y = \ln \beta_0 + \beta_1 t + \epsilon'$ ou,

$$Z = \alpha + \beta_1 t + \epsilon' \quad (2)$$

onde $Z = \ln y$,

$\alpha = \ln \beta_0$ e

ϵ' é o erro aleatório associado ao modelo (2).

Essa técnica só pode ser utilizada sob a suposição de que os erros experimentais são não correlacionados. A verificação desta suposição foi feita através do teste de Dürbin-Watson, cujos valores encontram-se na tabela 4.1.1, para cada regressão ajustada. Os resultados obtidos nos permitem concluir que esta suposição está satisfeita, já que a maioria das regressões (70%) apresentou resíduos não correlacionados.

Assim, utilizaremos a técnica de Análise de Regressão Linear no modelo 2.

Sejam os seguintes grupos:

- 1: experimento 1, grupo controle e sessão de teste.
- 2: experimento 1, grupo controle e sessão de reteste.
- 3: experimento 1, grupo experimental e sessão de teste.
- 4: experimento 1, grupo experimental e sessão de reteste.

- 5: experimento 2, grupo controle e sessão de teste.
- 6: experimento 2, grupo controle e sessão de reteste.
- 7: experimento 2, grupo experimental e sessão de teste.
- 8: experimento 2, grupo experimental e sessão de reteste.
- 9: experimento 3, grupo controle 1 e sessão de teste.
- 10: experimento 3, grupo controle 1 e sessão de reteste.
- 11: experimento 3, grupo controle 2 e sessão de teste.
- 12: experimento 3, grupo controle 2 e sessão de reteste.
- 13: experimento 3, grupo experimental e sessão de teste.
- 14: experimento 3, grupo experimental e sessão de reteste.
- 15: experimento 4, grupo controle e sessão de teste.
- 16: experimento 4, grupo controle e sessão de reteste.
- 17: experimento 4, grupo experimental e sessão de teste.
- 18: experimento 4, grupo experimental e sessão de reteste.
- 19: experimento 5, grupo controle e sessão de teste.
- 20: experimento 5, grupo controle e sessão de reteste.
- 21: experimento 5, grupo experimental e sessão de teste.
- 22: experimento 5, grupo experimental e sessão de reteste.
- 23: experimento 6, grupo controle e sessão de teste.
- 24: experimento 6, grupo controle e sessão de reteste.
- 25: experimento 6, grupo experimental e sessão de teste.
- 26: experimento 6, grupo experimental e sessão de reteste.

A tabela 4.1.1 apresenta os resultados obtidos nas regressões ajustadas às observações de cada um dos 26 grupos definidos. Esta tabela contém as estimativas dos coeficientes das regressões ajustadas e os respectivos testes.

4.2. Comparações Múltiplas

Um dos interesses do estudo é verificar, para cada experimento, se há diferenças entre a atividade exploratória dos ani-

mais experimentais e a atividade exploratória dos animais do controle, assim como entre as sessões de teste e de reteste num mesmo grupo (contrôle e experimental).

Analisando a tabela 4.1.1, através de verificação estatística da diferença entre dois coeficientes angulares e respectivo desvio padrão dessa diferença, notamos que o coeficiente angular da reta $\hat{z} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 t$ ajustada não difere significativamente entre os grupos de um mesmo experimento, não servindo, portanto, para distinguir os grupos de interesses citados acima.

Vamos utilizar o intercepto ($\hat{\alpha}$) para comparar os grupos quanto à atividade exploratória.

Para tanto usaremos o teste estatístico [2] :

$$H_0: \alpha_i = \alpha_j,$$

onde

α_i = intercepto do modelo de regressão linear ajustado ao i -ésimo grupo, $i=1, \dots, 26$.

Cuja estatística é dada por:

$$t_o = \frac{\hat{\alpha}_i - \hat{\alpha}_j}{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(\hat{\alpha}_i) + \widehat{\text{Var}}(\hat{\alpha}_j)}}$$

que, sob H_0 , apresenta distribuição t-Student com $n_i + n_j - 2$ graus de liberdade, onde $\widehat{\text{Var}}(\hat{\alpha}_i)$ = estimativa de variância do intercepto $\hat{\alpha}_i$, $i=1, \dots, 26$ e n_i = número de observações no grupo i , $i=1, \dots, 26$.

O nível de significância de cada teste é obtido pelo ajuste de Bonferroni [2] aplicado ao nível de significância conjunto de 5%, para comparações duas a duas em cada experimento.

Os resultados obtidos para os testes encontram-se resumidos na tabela 4.2.1.

5. Conclusões

Das análises estatísticas realizadas, podemos tirar as seguintes conclusões.

5.1. Análise de Regressão

Do ponto de vista estatístico, o modelo adotado talvez não seja o mais conveniente, pois somente em mais ou menos 50% das regressões este modelo foi aceito. Entretanto, este resultado pode ser devido à grande variabilidade das observações. Se fosse possível, seria conveniente realizar o experimento com mais unidades experimentais, para tentar diminuir esta variabilidade.

Apesar deste resultado, houve uma correlação significativa entre as variáveis envolvidas, nos grupos em que o ajuste foi aceito.

TABELA 4.1.1 - Regressão Linear dos 26 grupos considerados.

GRUPOS	$\hat{a}(d.p.\hat{a})$	nível dos crítico de $H_0: a = 0$	$\hat{b}_1(d.p.\hat{b}_1)$	nível dos crítico de $H_0: b_1 = 0$	Durbin - Watson	F _{FA} (concl.)
1	5,312(0,2729)	0,000(*)	-0,033(0,00709)	0,000(*)	1,954(n.s.)	2,318(n.s.)
2	3,360(0,4103)	0,000(*)	-0,040(0,01108)	0,000(*)	1,295(*)	12,589(*)
3	5,596(0,2203)	0,000(*)	-0,037(0,00583)	0,000(*)	2,080(n.s.)	2,601(n.s.)
4	3,953(0,4644)	0,000(*)	-0,065(0,01246)	0,000(*)	1,623(n.s.)	4,935(*)
5	5,498(0,2608)	0,000(*)	-0,037(0,00686)	0,000(*)	1,827(n.s.)	3,499(n.s.)
6	3,543(0,5159)	0,000(*)	-0,037(0,01351)	0,000(*)	2,221(n.s.)	2,521(n.s.)
7	5,243(0,3923)	0,000(*)	-0,046(0,01032)	0,000(*)	2,110(n.s.)	1,544(n.s.)
8	4,405(0,3822)	0,000(*)	-0,046(0,01035)	0,000(*)	2,071(n.s.)	2,863(*)
9	5,430(0,2529)	0,000(*)	-0,039(0,00649)	0,000(*)	1,875(n.s.)	3,033(*)
10	5,077(0,3613)	0,000(*)	-0,048(0,00928)	0,000(*)	1,573(I)	1,206(n.s.)
11	5,521(0,2177)	0,000(*)	-0,032(0,00559)	0,000(*)	2,041(n.s.)	3,369(n.s.)
12	4,641(0,4389)	0,000(*)	-0,055(0,01127)	0,000(*)	1,435(*)	2,123(n.s.)
13	5,390(0,2409)	0,000(*)	-0,030(0,00518)	0,000(*)	2,291(n.s.)	2,579(n.s.)
14	4,974(0,2964)	0,000(*)	-0,051(0,00775)	0,000(*)	2,121(n.s.)	1,766(n.s.)
15	5,156(0,3319)	0,000(*)	-0,052(0,00863)	0,000(*)	2,215(n.s.)	3,983(n.s.)
16	3,946(0,3897)	0,000(*)	-0,055(0,01036)	0,000(*)	1,752(n.s.)	2,655(*)
17	5,587(0,3281)	0,000(*)	-0,058(0,00850)	0,000(*)	1,445(*)	1,712(n.s.)
18	4,424(0,4339)	0,000(*)	-0,045(0,01146)	0,000(*)	1,669(n.s.)	6,057(*)
19	5,186(0,3573)	0,000(*)	-0,056(0,00923)	0,000(*)	1,982(n.s.)	1,333(n.s.)
20	2,916(0,4239)	0,000(*)	-0,026(0,01109)	0,0221(*)	1,437(*)	3,533(*)
21	5,087(0,3459)	0,000(*)	-0,045(0,00893)	0,000(*)	1,645(n.s.)	4,182(*)
22	4,275(0,4165)	0,000(*)	-0,054(0,01097)	0,000(*)	1,723(n.s.)	5,166(*)
23	5,118(0,3114)	0,000(*)	-0,043(0,00800)	0,000(*)	1,246(*)	1,842(n.s.)
24	3,244(0,4158)	0,000(*)	-0,036(0,01080)	0,0017(*)	1,258(*)	3,598(*)
25	4,139(0,3767)	0,000(*)	-0,035(0,00985)	0,0007(*)	2,026(n.s.)	4,004(*)
26	4,403(0,4831)	0,000(*)	-0,057(0,01273)	0,0000(*)	1,845(n.s.)	5,923(*)

Obs.: (*) = rejeição ao nível de 0,05; (n.s.) = não rejeição ao nível de 0,05; (I) = inconclusivo.

TABELA 4.2.1 - Comparações Múltiplas para cada Experimento

Experimento	Comparações de interceptos (hipótese nula)	t_o	$g.l. = n_i + n_j - 2$	Conclusão ($\alpha = \frac{0,05}{m}$)
1	$H_o: \alpha_1 = \alpha_3$	-0,8098	113	n.s.
	$H_o: \alpha_2 = \alpha_4$	-0,9569	98	n.s.
	$H_o: \alpha_1 = \alpha_2$	3,9613	106	*
	$H_o: \alpha_3 = \alpha_4$	3,1965	105	*
2	$H_o: \alpha_5 = \alpha_7$	0,5413	113	n.s.
	$H_o: \alpha_6 = \alpha_8$	-1,3413	109	n.s.
	$H_o: \alpha_5 = \alpha_6$	3,3819	112	*
	$H_o: \alpha_7 = \alpha_8$	1,5281	110	n.s.
3	$H_o: \alpha_9 = \alpha_{11}$	-0,2727	118	n.s.
	$H_o: \alpha_9 = \alpha_{13}$	0,1145	118	n.s.
	$H_o: \alpha_{11} = \alpha_{13}$	0,4035	118	n.s.
	$H_o: \alpha_{10} = \alpha_{12}$	0,7671	118	n.s.
	$H_o: \alpha_{10} = \alpha_{14}$	0,2195	117	n.s.
	$H_o: \alpha_{12} = \alpha_{14}$	0,6275	117	n.s.
4	$H_o: \alpha_{15} = \alpha_{17}$	-0,9235	114	n.s.
	$H_o: \alpha_{16} = \alpha_{18}$	-0,8197	104	n.s.
	$H_o: \alpha_{15} = \alpha_{16}$	2,3638	107	n.s.
	$H_o: \alpha_{17} = \alpha_{18}$	2,1382	111	n.s.
5	$H_o: \alpha_{19} = \alpha_{21}$	0,1991	116	n.s.
	$H_o: \alpha_{20} = \alpha_{22}$	-2,289	105	n.s.
	$H_o: \alpha_{19} = \alpha_{20}$	4,0996	108	*
	$H_o: \alpha_{21} = \alpha_{22}$	1,4998	113	n.s.
6	$H_o: \alpha_{23} = \alpha_{25}$	2,0031	115	n.s.
	$H_o: \alpha_{24} = \alpha_{26}$	-1,8183	103	n.s.
	$H_o: \alpha_{23} = \alpha_{24}$	3,6075	112	*
	$H_o: \alpha_{25} = \alpha_{26}$	-0,4309	106	n.s.

Obs.: m = número de testes no experimento; (*) rejeição ao nível de $\frac{0,05}{m}$;
 (n.s.) = não-rejeição ao nível de $\frac{0,05}{m}$.

5.2. Comparações Múltiplas

O fato do coeficiente angular $\hat{\beta}_1$ ser estatisticamente semelhante em todos os grupos e em cada experimento, indica que não existe diferença de decremento da atividade exploratória entre os grupos controle e experimental e, internamente, entre as sessões de teste e reteste.

Os testes de comparação dos interceptos (α) nos permite concluir alguns pontos:

- (i) Para todos os experimentos, estatisticamente, não houve diferença significativa entre os interceptos do grupo controle-teste e experimental-teste; a mesma conclusão é obtida para os interceptos do grupo controle-reteste e experimental-reteste.
- (ii) Quando comparamos os interceptos (α) entre as sessões de teste e reteste dentro de um mesmo grupo (controle e experimental), obtivemos as conclusões:
 - estatisticamente, nos experimentos 1, 2, 5 e 6 houve uma diferença significativa entre os interceptos das sessões de teste e reteste, no grupo controle, o mesmo não ocorrendo no experimento 4, o que nos permite concluir que as curvas de teste e reteste do grupo controle no experimento 4 são coincidentes.
 - Nos experimentos 2, 4, 5 e 6 podemos concluir estatisticamente que os interceptos das sessões de teste e reteste do grupo experimental são iguais, ou seja, as respectivas curvas dentro de cada grupo experimental são coincidentes. No experimento 1, entretanto, existe diferença significativa entre os interceptos das sessões de teste e reteste no grupo experimental.

(iii) No experimento 3, onde temos 2 grupos controles e 1 experimental, estatisticamente, não existe diferença significativa entre os interceptos dos grupos controle-teste e experimental-teste, comparados 2 a 2, e também entre os grupos controle-reteste e experimental-reteste. Este resultado nos permite concluir que as curvas da sessão teste para os três grupos (controle 1, controle 2 e experimental) são coincidentes, e da mesma forma as curvas da sessão de reteste dos mesmos grupos.