

# (SA-02C) SELEÇÃO DA ESTRUTURA DE VARIÂNCIA E COVARIÂNCIA NA ANÁLISE DE DADOS DE CONTAGEM DE HAEMATOBIA IRRITANS EM BOVINOS

Alfredo Ribeiro de Freitas<sup>1</sup>; Ana Carolina S. Chagas<sup>2</sup>; Márcia Cristina S. Oliveira<sup>2</sup>; Rodrigo Giglioti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador Embrapa Pecuária Sudeste– São Carlos, SP, Brazil,. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup>Pesquisador Embrapa Pecuária Sudeste– São Carlos, SP, Brazil

<sup>3</sup>Universidade Estadual de São Paulo, R. Prof. Paulo D. Castellane s/n, 14884-900 Jaboticabal, São Paulo, Brazil

## RESUMO

O objetivo foi analisar dados de contagens (Y) de carrapatos de 11 avaliações semanais de 40 vacas Nelore submetidas a dois tratamentos trat1: torta de Neem a 2% misturada ao sal mineral segundo recomendações do fabricante; trat2: controle - os animais receberam somente sal mineral). O experimento foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, Brasil em 2008. Os dados foram analisados na forma de medidas repetidas, em que a vaca representou o indivíduo e os controles semanais a avaliação dentro do indivíduo. A estrutura selecionada da variância e covariância dos erros das avaliações dentro de indivíduos foi a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1); entretanto, esta não diferiu ( $P>0,05$ ) da Huynh-Feldt (HF), indicando que para o presente estudo os dados de Y poderiam ser analisados tanto pelo modelo linear padrão quanto pelo modelo misto, ou seja, para os usuários do SAS, pode-se utilizar tanto o procedimento GLM quanto o MIXED.

**Palavras-chave:** contagem de carrapatos, medidas repetidas, modelo linear misto, modelo linear padrão.

## ABSTRACT

The objective of this work was to analyze ectoparasites data (Y) of 11 weekly evaluations in 40 Nelore cows submitted to two treatments (trt1: 2% neem cake

mixed with mineral salt; trat2: only mineral salt was supplied to the animals). The experiment was carried out at Embrapa Cattle Southeast, in São Carlos, SP, in 2008. The dates were analyzed as repeated measures; the cow was considered the subject and each control of ectoparasites evaluated on each week was the evaluation within subject. The selected variance-covariance structure of errors within subject was a Autoregressive Moving Average- ARMA (1,1); although the ARMA(1,1) do not differed ( $P > .05$ ) from Huynh-Feldt (HF), indicating that counts of ectoparasites data evaluated as repeated measures can be analyzed in both situation: as standard linear model or mixed linear model. Considering the SAS software, both the procedures can be used: GLM and MIXED.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de abril a julho de 2008 na Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE), cidade de São Carlos, SP, Brasil, latitude de 21°57'42"(S), longitude de 47°50'28"(W) e altitude de 860m.

Foram avaliados dois tratamentos (trat1: torta de Neem a 2% misturada ao sal mineral segundo recomendações do fabricante; trat2: controle - os animais receberam somente sal mineral) com 20 vacas Nelore, com média de peso de 480 kg, em cada. Na produção industrial do óleo de neem, as sementes são prensadas e a sobra (torta) é moída para a produção de um farelo. Dessa forma, o material vegetal testado foi adquirido comercialmente e se constituía de sementes de *A. indica* prensadas e moídas. Realizou-se a quantificação dos compostos ativos azadiractina A e B da torta, antes de sua mistura ao sal mineral, via Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

Para a distribuição das vacas em cada tratamento, considerou-se duas contagens (Y) de carrapatos realizadas 14 e 7 dias antes da divisão; também foi utilizado como critério de distribuição o número de vacas prenhes e não prenhes. Os animais de cada tratamento foram mantidos em piquetes separados de 1 km. Após a divisão das vacas nos tratamentos, foram realizadas nove contagens semanais.

Os dados Y após a transformação  $\sqrt{Y+5}$  foram analisados por meio do procedimento MIXED do SAS (LITTELL et al. 1996; Sas Institute, 2002/2003) de acordo com o modelo:  $y_{ijklm} = \mu + t_i + g_j + (tg)_{ij} + a_{k(ij)} + s_l + (ts)_{il} + (gs)_{jl} + \varepsilon_{ijklm}$ , em que:  $y_{ijk}$  = resposta da avaliação na coleta m do animal l pertencente ao tratamento i e grupo j;  $\mu$  = média global;  $t_i$ ,  $g_j$  e  $s_l$  é o efeito de tratamentos, grupo de vacas e semanas, respectivamente,  $(tg)_{ij}$ ,  $(ts)_{il}$  e  $(gs)_{jl}$  são efeitos de interação,  $a_{k(ij)}$  é o efeito aleatório do animal e  $\varepsilon_{ijklm}$  é o erro aleatório. A estrutura mais adequada da variância e covariância (R) dos erros  $\varepsilon_{ijklm}$ , dada por  $\text{Var}(\varepsilon_{ijklm}) = R$ , foi escolhida considerando o menor valor do critério de Informação de Akaike (AIC). Foram ajustadas oito estruturas: Componente de Variância (VC), Não-Estruturada (UN), Huynh-Feldt (HF), Simetria Composta (CS), Autoregressiva de Primeira Ordem - AR(1) e Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1); Toeplitz (TOEP) e Simetria Composta Heterogênea (CSH). Para comparar duas matrizes  $R_i$  e  $R_j$ , foi também utilizado o teste de razão de verossimilhança restrito construído por  $(-2 \text{res log likelihood da matriz } R_i) - (-2 \text{res log likelihood da matriz } R_j)$ , que equivale ao teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com

graus de liberdade igual à diferença do número de parâmetros entre as matrizes  $R_i$  e  $R_j$ . Estes dois critérios são descritos em Bozdogan (1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as oito estruturas de variâncias avaliadas; considerando-se valores decrescente do critério de informação de Akaike (AIC), a estrutura mais adequada é a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1). Quando se compara duas a duas a ARMA(1,1) com as demais, por meio do teste de razão de verossimilhança restrito (Tabela 1), observa-se que a ARMA(1,1) não difere estatisticamente ( $P > 0,05$ ) de três estruturas: Simetria Composta Heterogênea (CSH), Huynh-Feldt (HF) e Toeplitz (TOEP). Dessas três, a HF, atende a condição de esfericidade, ou seja, para qualquer conjunto de contrastes ortonormais formulados a partir da diferença entre quaisquer duas contagens de carrapatos (medidas repetidas), elas tem variâncias iguais, ou seja, a condição de esfericidade garante a homogeneidade de variâncias e também erro do tipo I exato nas análises de variâncias para testar efeitos entre (tratamentos, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) e dentro (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas) de indivíduos.

**Tabela 1.** Estruturas de variâncias e covariâncias com respectivos parâmetros, graus de liberdade, valores do critério de Informação de Akaike (AIC) e valores de -2 Res Log verossimilhança(-2Log L).

Estrutura	Parâmetro	AIC	-2 Log L
AR(1)	2	1551,6	1547,1
<b>ARMA(1,1)</b>	<b>3</b>	<b>1534,4</b>	<b>1528,4</b>
CS	2	1556,7	1552,7
CSH	10	1549,6	1529,6
H-F	10	1548,4	1528,4
TOEP	9	1540,5	1522,5
UN	45	1536,3	1446,3
VC	1	1691,1	1689,1

Obs: comparação de HF com as demais estruturas, utilizando-se teste de razão de verossimilhança

ARMA(1,1) versus AR(1)	$\rightarrow  1528,4 - 1547,1  \rightarrow \chi^2_1 = 18,7$ ( $P < 0,001$ )
ARMA(1,1) versus CS	$\rightarrow  1528,4 - 1552,7  \rightarrow \chi^2_1 = 24,3$ ( $P < 0,001$ )
ARMA(1,1) versus CSH	$\rightarrow  1528,4 - 1529,6  \rightarrow \chi^2_8 = 1,2$ ns
ARMA(1,1) versus H-F	$\rightarrow  1528,4 - 1528,4  \rightarrow \chi^2_7 = 0,0$ ns
ARMA(1,1) versus TOEP	$\rightarrow  1528,4 - 1522,5  \rightarrow \chi^2_6 = 5,9$ ns
ARMA(1,1) versus UM	$\rightarrow  1528,4 - 1446,3  \rightarrow \chi^2_{42} = 82,1$ ( $P < 0,001$ )
ARMA(1,1) versus VC	$\rightarrow  1528,4 - 1689,1  \rightarrow \chi^2_1 = 160,7$ ( $P < 0,001$ )

Observando-se os valores de  $Pr > F$  da análise de variância do tipo III obtidos para todos efeitos principais e interações em cada das estruturas de variância (Tabela 2), verifica-se que os efeitos entre indivíduos (tratamentos, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) são bastante influenciados por R. Quando se observa os efeitos dentro de indivíduos (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas), verifica-se que apenas o efeito de semanas (medidas repetidas), é o mesmo para

graus de liberdade igual à diferença do número de parâmetros entre as matrizes  $R_i$  e  $R_j$ . Estes dois critérios são descritos em Bozdogan (1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as oito estruturas de variâncias avaliadas; considerando-se valores decrescente do critério de informação de Akaike (AIC), a estrutura mais adequada é a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1). Quando se compara duas a duas a ARMA(1,1) com as demais, por meio do teste de razão de verossimilhança restrito (Tabela 1), observa-se que a ARMA(1,1) não difere estatisticamente ( $P > 0,05$ ) de três estruturas: Simetria Composta Heterogênea (CSH), Huynh-Feldt (HF) e Toeplitz (TOEP). Dessas três, a HF, atende a condição de esfericidade, ou seja, para qualquer conjunto de contrastes ortonormais formulados a partir da diferença entre quaisquer duas contagens de carrapatos (medidas repetidas), elas tem variâncias iguais, ou seja, a condição de esfericidade garante a homogeneidade de variâncias e também erro do tipo I exato nas análises de variâncias para testar efeitos entre (tratamentos, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) e dentro (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas) de indivíduos.

**Tabela 1.** Estruturas de variâncias e covariâncias com respectivos parâmetros, graus de liberdade, valores do critério de Informação de Akaike (AIC) e valores de  $-2$  Res Log verossimilhança ( $-2\text{Log L}$ ).

Estrutura	Parâmetro	AIC	$-2$ Log L
AR(1)	2	1551,6	1547,1
<b>ARMA(1,1)</b>	<b>3</b>	<b>1534,4</b>	<b>1528,4</b>
CS	2	1556,7	1552,7
CSH	10	1549,6	1529,6
H-F	10	1548,4	1528,4
TOEP	9	1540,5	1522,5
UN	45	1536,3	1446,3
VC	1	1691,1	1689,1

Obs: comparação de HF com as demais estruturas, utilizando-se teste de razão de verossimilhança

ARMA(1,1) versus AR(1)	$\rightarrow  1528,4 - 1547,1  \rightarrow \chi^2_1 = 18,7$ ( $P < 0,001$ )
ARMA(1,1) versus CS	$\rightarrow  1528,4 - 1552,7  \rightarrow \chi^2_1 = 24,3$ ( $P < 0,001$ )
ARMA(1,1) versus CSH	$\rightarrow  1528,4 - 1529,6  \rightarrow \chi^2_8 = 1,2$ ns
ARMA(1,1) versus H-F	$\rightarrow  1528,4 - 1528,4  \rightarrow \chi^2_7 = 0,0$ ns
ARMA(1,1) versus TOEP	$\rightarrow  1528,4 - 1522,5  \rightarrow \chi^2_6 = 5,9$ ns
ARMA(1,1) versus UM	$\rightarrow  1528,4 - 1446,3  \rightarrow \chi^2_{42} = 82,1$ ( $P < 0,001$ )
ARMA(1,1) versus VC	$\rightarrow  1528,4 - 1689,1  \rightarrow \chi^2_1 = 160,7$ ( $P < 0,001$ )

Observando-se os valores de  $\text{Pr} > F$  da análise de variância do tipo III obtidos para todos efeitos principais e interações em cada das estruturas de variância (Tabela 2), verifica-se que os efeitos entre indivíduos (tratamentos, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) são bastante influenciados por R. Quando se observa os efeitos dentro de indivíduos (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas), verifica-se que apenas o efeito de semanas (medidas repetidas), é o mesmo para

todas as estruturas. Para a interação tratamentos x semanas e grupo de vacas x semanas, a significância destes efeitos é bastante influenciada pelas estruturas, principalmente com relação à Não-Estruturada (UN), indicando que na análise de dados de medidas repetidas, deve-se realmente considerar a estrutura de correlação das avaliações dentro de indivíduos.

**Tabela 2.** Estruturas de variâncias e covariâncias e análise de variância do tipo III (Pr > F)

Estrutura	Trat	G	Trat x G	S	Trat x S	G x S	Trat x G x S
AR(1)	0,8037	0,0816	0,3794	0,0002	<0,001	0,1551	0,2744
ARMA(1,1)	0,9080	0,1016	0,4919	<0,0001	<0,0001	0,0832	0,2511
CS	0,9861	0,0969	0,5333	<0,0001	0,0004	0,0381	0,2643
CSH	0,9810	0,1118	0,5442	<0,0001	0,0008	0,0351	0,4310
H-F	0,9656	0,0675	0,4759	<0,0001	0,0004	0,0271	0,2676
TOEP	0,8910	0,0961	0,4798	<0,0001	<0,0001	0,1010	0,2771
UN	0,9320	0,1076	0,5016	<0,0001	<0,0001	0,0462	0,6615
VC	0,7904	0,0018	0,1015	<0,0001	0,0609	0,3043	0,7673

### CONCLUSÕES

Para os dados de dados de contagens de carrapatos (Y) avaliados semanalmente em vacas Nelore, a estrutura selecionada da variância e covariância dos erros das avaliações dentro de indivíduos foi a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1); entretanto, esta não diferiu da Huynh-Feldt (HF), indicando que para o presente estudo, os dados de Y poderiam ser analisados tanto pelo modelo linear padrão quanto pelo modelo misto, ou seja, para os usuários do SAS, pode-se utilizar tanto o procedimento GLM quanto o MIXED.

### LITERATURA CITADA

1. BOZDOGAN, H. 1987. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): the general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, v.52, n.3, p.345-370, 1987
2. LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. SAS System for Mixed Models. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 633p.
3. SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, 2002-2003.