

## Análise de medidas repetidas em ovinos da raça Santa Inês por meio de modelos mistos

Rita de Cassia O. Barboza<sup>1†</sup>, Adriana R. Bagaldo<sup>1</sup>, Kuang Hongyu<sup>2</sup>, Fabiane S. Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Rua Rui Barbosa, Campus Universitário, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil.

<sup>2</sup>Professor Doutor do Departamento de Estatística/Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367, Bairro Boa Esperança. CEP: 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil. E-mail: [prof.kuang@gmail.com](mailto:prof.kuang@gmail.com).

**Resumo:** O trabalho tem como objetivo discutir e analisar dados longitudinais em experimentação animal com ovinos Santa Inês expostos a quatro tratamentos diferentes através de metodologias estatísticas. Os tratamentos consistem em níveis de substituição do milho grão moído por torta de dendê (0, 15,30 e 45%), a análise das medidas foi realizada com auxílio do software livre R e SAS. Para a análise estatística do experimento com medidas repetidas no tempo utilizamos três metodologias estatística. (i) modelo univariado, considerou o esquema de parcela subdividida no tempo, em que as parcelas são os tratamentos e as subparcelas sendo o tempo; (ii) modelo multivariado, a estrutura da matriz de covariâncias é da forma mais geral possível, ou seja, as variâncias e covariâncias podem ser diferentes; (iii) o caso em que se trabalha com modelos mistos, onde a estrutura da matriz de covariâncias pode ser modelada da forma que melhor represente os dados. Não foi encontrado efeito significativo da inclusão de torta de dendê na dieta sobre o peso médio dos animais ovinos. As metodologias univariada e multivariada não são adequadas para o conjunto de dados em questão, recomendando-se o uso de modelo misto para experimento com medidas repetida por considerar a dependência das observações obtidas ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** Medidas repetidas, modelo misto, ovinos.

**Abstract:** The objective of this work is to discuss and analyze longitudinal data in animal experimentation with Santa Inês sheep exposed to four different treatments through statistical methodologies. The treatments consisted of substitution levels of corn grain ground by palm oil pie (0, 15.30 and 45%), the analysis of the measurements was performed with the aid of the free software R and SAS. For the statistical analysis of the experiment with repeated measures in time, we used three statistical methodologies. (i) Univariate model, considered the plot of parcel subdivided in time, in which the plots are the treatments and the subplots being the time; (ii) Multivariate model, the structure of the covariances matrix is in the most general possible way, that is, variances and covariances may be different; (iii) The case in which it works with mixed models, where the structure of the covariances matrix can be modeled in the way that best represents the data. There was no significant effect of the inclusion of palm oil pie in the diet on the average weight of sheep animals. The univariate and multivariate methodologies are not suitable for the set of data in question, recommending the use of a mixed model for the experiment with repeated measures considering the dependence of observations obtained over time.

**Keywords:** repeated measures, mixed model, sheep.

### Introdução

A particularidade relacionada ao crescimento de ovinos em sistemas de produção é inferida sistematicamente com espaçamentos bem definidos, sendo característico de medidas repetidas no tempo.

Em experimentos com planejamento longitudinais é comum existir perguntas sobre como a média das respostas obtidas diferem entre os tratamentos, além disso é desejável a avaliação das mudanças na resposta média dos tratamentos ao longo do tempo (DAVIDIAN, 2005). Se tornando assim, indispensável a utilização de modelos estatísticos (modelos lineares e não lineares) que validem o modo com que os dados foram obtidos.

---

<sup>†</sup>Autora correspondente: [rita.cassia.93@hotmail.com](mailto:rita.cassia.93@hotmail.com).

Um dos propósitos mais relevantes na criação de ovinos é a obtenção de cordeiros com peso satisfatório e rendimento de carcaça adequado em um curto intervalo de tempo (SOUZA et al., 2011). A fim de desenvolver sistemas de produção de alto rendimento, alternativas como a suplementação de alimentos e épocas alternativas de desmame, são adotados (TEIXEIRA et al., 2012). Com a amplificação do mercado da carne ovina no Brasil, é indispensável a realização de pesquisas para indicar o peso de abate mais apropriado às condições locais, buscando máxima eficiência produtiva (FURUSHO-GARCIA et al., 2004).

O trabalho tem como objetivo discutir e analisar dados longitudinais em experimentação animal com ovinos Santa Inês expostos a quatro tratamentos diferentes através de três metodologias estatísticas.

## Metodologia

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade do Recôncavo da Bahia, situada no município de Cruz das Almas-Ba. Nesse experimento utilizou-se 40 carneiros de raça Santa Inês, machos não castrados, com idade média de quatro meses e peso corporal médio ao início do experimento de 25 kg.

Os tratamentos testados foram constituídos em dietas com níveis crescentes de substituição do milho grão moído pela torta de dendê (0; 15; 30 e 45 %) na dieta total e o fornecimento ocorreu uma vez ao dia às 7 horas da manhã, juntamente com água e sal ad libitum. Durante o experimento houve coleta de amostras da pastagem, alimentos fornecidos e das respectivas sobras e também das fezes, as quais passaram por identificação e condicionamento em freezer, para as análises laboratoriais.

Para a análise estatística do experimento com medidas repetidas no tempo utilizamos três metodologias estatística. (i) modelo univariado, considerou o esquema de parcela subdividida no tempo, em que as parcelas são os tratamentos e as subparcelas sendo o tempo; (ii) modelo multivariado, a estrutura da matriz de covariâncias é da forma mais geral possível, ou seja, as variâncias e covariâncias podem ser diferentes; (iii) o caso em que se trabalha com modelos mistos, onde a estrutura da matriz de covariâncias pode ser modelada da forma que melhor represente os dados, ou seja, pode levar em consideração se os dados são independentes, dependentes, correlacionados ou ainda apresentar outra relação que a matriz de covariâncias usual não consegue explicar (XAVIER, 2000).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Realizou-se a análise das medidas repetidas ao longo do tempo com auxílio do software livre R e SAS.

## Resultados

A análise preliminar é possível observar que o peso corporal os ovinos sofreram um aumento ao longo do tempo, além disso é possível notar que o peso inicial dos animais no experimento apresentou variabilidade (Figura 1).

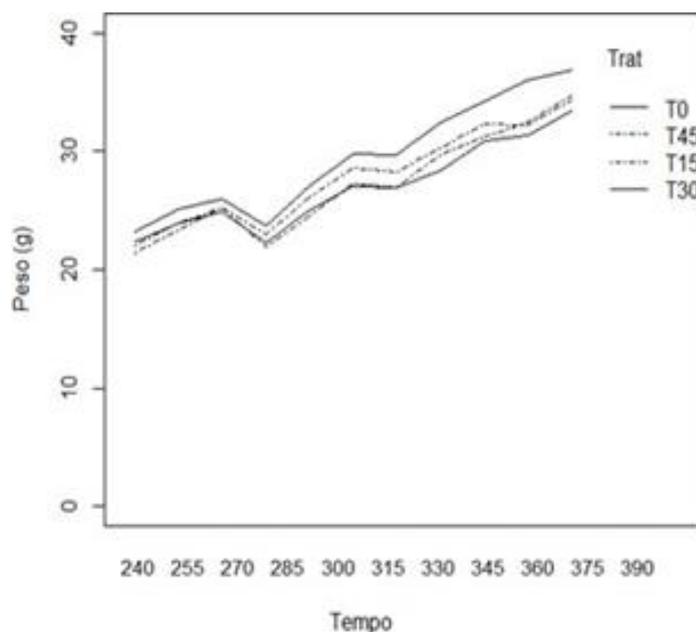


Figura 1. Perfil médio por tratamento

Na análise do variável peso levando em consideração o modelo de univariado, verificou-se interação significativa do tratamento\*tempo, porém não foi observada efeito significativo de tratamento. No desdobramento da interação do Tratamento\*Tempo, estudando o efeito de tratamentos dentro de tempo e não houve diferença significativa. Por outro lado, o estudo dos dias dentro de cada grupo foi observado diferença significativa. Portanto, existe diferença no peso dos animais entre pelo menos dois tempos dentro de cada grupo de tratamentos. A partir dos resultados anteriores, foi realizado ajuste de modelos de regressão, em geral o fator tempo apresentou efeito significativo para o linear, quadrático e cúbico sendo ajustado o de maior grau para todos os tratamentos. As variâncias e covariâncias entre os tempos avaliados neste trabalho apresentam aumento da variância ao longo do tempo. Sendo assim, os resultados apresentados pelo modelo univariado podem não ser válidos, em conformidade com o teste de esfericidade de Mauchly. A população multivariada não apresenta variâncias iguais e correlações nulas, sendo indispensável aplicação de outro método, como o modelo misto, pois a estrutura da matriz de covariâncias pode ser modelada da forma que melhor represente os dados, foi testado quatro matrizes de covariâncias, sendo a estrutura de (AR(1)) a que melhor representa os dados.

Finalmente, aplicando o modelo linear misto para estes conjunto de dados e testando quatro matrizes de covariâncias (CV, SC, AR(1), e ARH(1)) o critério de informação de Akaike (AIC) foi utilizado com o objetivo de selecionar a matriz de covariância mais adequada (Tabela 1). Tendo em vista que o número de estruturas de covariâncias é elevado, um dos principais objetivos da análise é o de encontrar um modelo que melhor represente os dados, dentre vários modelos possíveis utilizando modelo linear misto. De acordo com os valores dos AIC observa-se que as estruturas de covariâncias auto-regressiva de primeira ordem (AR(1)) representa melhor os dados pois apresenta valor de AIC menor.

Tabela 1 Comparação das estruturas de covariâncias através do critério de Akaike (AIC)

Parâmetro	CS	VC	AR(1)	ARH(1)
AIC	1730,2	1728,2	1566,0	1941,7

Fonte: próprio autor

Conforme modelo linear misto com a inclusão da matriz de covariância AR(1) verificamos que a interação de tratamento\*tempo não foi significativa, ou seja, os fatores são independentes e precisamos estudá-los isoladamente. Pelo teste de Tukey-kramer para o fator tratamentos verifica-se que as comparações entre não são significativas (Tabela 2), sugerindo que os pesos dos animais não diferem e podemos ajustar um único modelo de regressão considerando todos os tratamentos em um único grupo de tratamento, ou seja, não há diferença entre os animais que receberam níveis de inclusão de torta de dendê na dieta (Figura 2).

Tabela 2. Teste de Tukey-Kramer para o fator Grupo com estrutura de matriz de covariâncias do tipo AR (1)

Tratamentos	Diferenças	Erro-padrão	GL	t valor	PR>  t
T0 - T15	0,8463	1,7426	36	0,49	0,6302
T0 - T30	2,7195	1,7426	36	1,56	0,1274
T0 - T45	-0,2412	1,7426	36	-0,14	0,8907
T15 - T30	1,8732	1,7426	36	1,07	0,2896
T15 - T45	-1,0874	1,7426	36	-0,62	0,5365
T30 - T45	-2,9606	1,7426	36	-1,70	0,0980

Fonte: próprio autor

Assim, a curva ajustada para explicar o comportamento de ganho de peso dos animais em função do tempo é dada por:  $y = 32,0124 - 0,1134d + 0,00031d^2$ ,  $R^2 = 0,536$ .

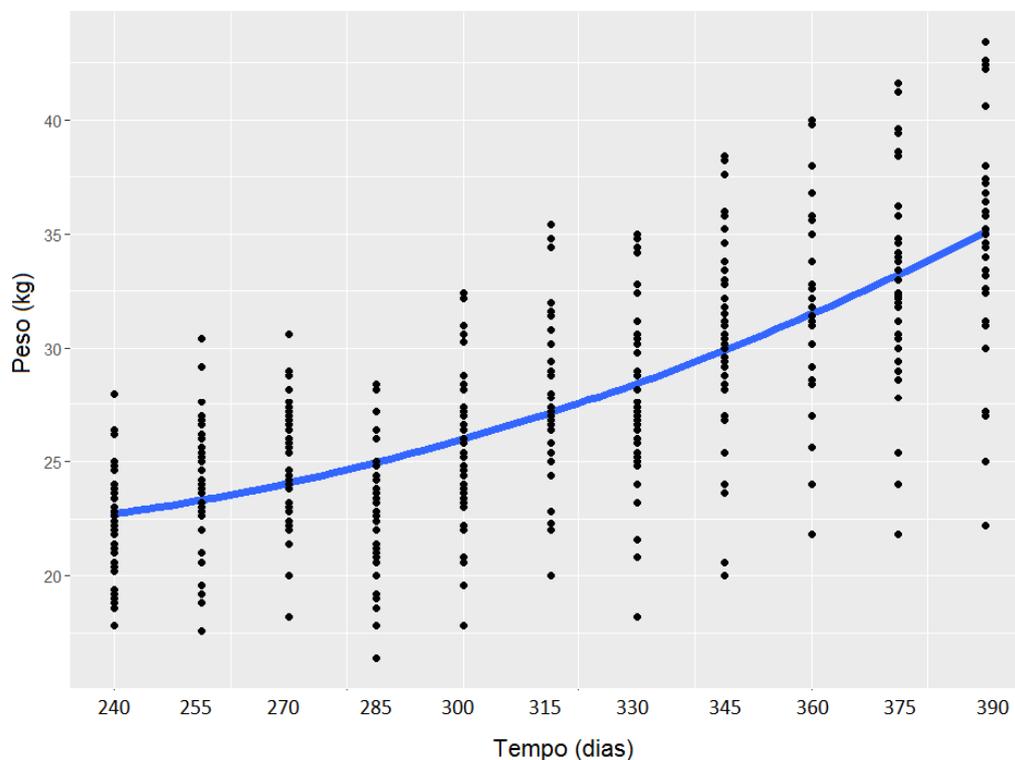


Figure 2 Ajuste do modelo final para os valores médios para peso dos ovinos

## Conclusão

Não foi encontrado efeito significativo da inclusão de torta de dendê na dieta sobre o peso médio dos animais ovinos.

As metodologias de análises estatísticas univariada e multivariada não são adequadas para este conjunto de dados, tendo em vista que a matriz de covariância não apresenta variâncias constantes. Recomenda-se a utilização de modelo misto para experimentos com medidas repetidas, pois leva em consideração as dependências entre as observações, ou seja, podemos testar diferentes matrizes de covariâncias no modelo polinomial, evitando assim, interpretações equivocadas.

## Referências bibliográficas

DAVIDIAN, M. Applied longitudinal data analysis: lecture notes. North Carolina: North Carolina State University, 2005. 528 p.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês Puros e Cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.2, p.453-462, 2004.

SOUZA, Laiana de Andrade et al. Curvas de Crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia. Revista Brasileira de Zootecnia, [s.i], v. 40, n. 8, p.1700-1705, 2011.

TEIXEIRA, Marcilio Costa et al. Curva de crescimento de cordeiros oriundos de três sistemas de produção na Região Nordeste do Brasil. Semina: Ciências Agrárias, [s.i.], v. 33, n. 5, p.2011-2018, 2012.

XAVIER, L.H. Modelos univariados e multivariados para análise de medidas repetidas e verificação da acúria do modelo univariado por meio de simulação. 91 p. 2000. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.