

Laboratório 04 - Planejamento e Análise de Experimentos (MAE0316)

Caio M. de Almeida - 15444560 Eduardo Yukio G. Ishihara - 15449012
Gustavo S. Garone - 15458155 Ian B. Loures - 15459667
João Victor G. de Sousa - 15463912

19 de novembro de 2025

Neste laboratório, usaremos “.” como separador decimal e quatro dígitos decimais.

Exercício 1

Análise Descritiva

Figura 1: Gráfico de perfis da quantidade de proteína ao longo do tempo para cada vaca, diferenciando as dietas.

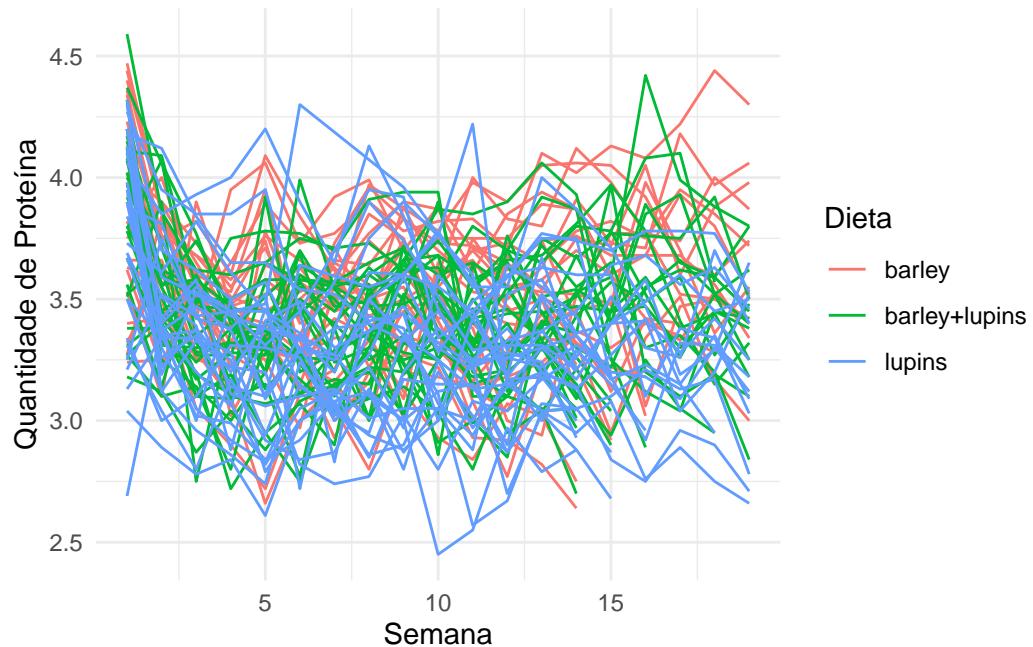


Figura 2: Média da quantidade de proteína ao longo do tempo para cada dieta.

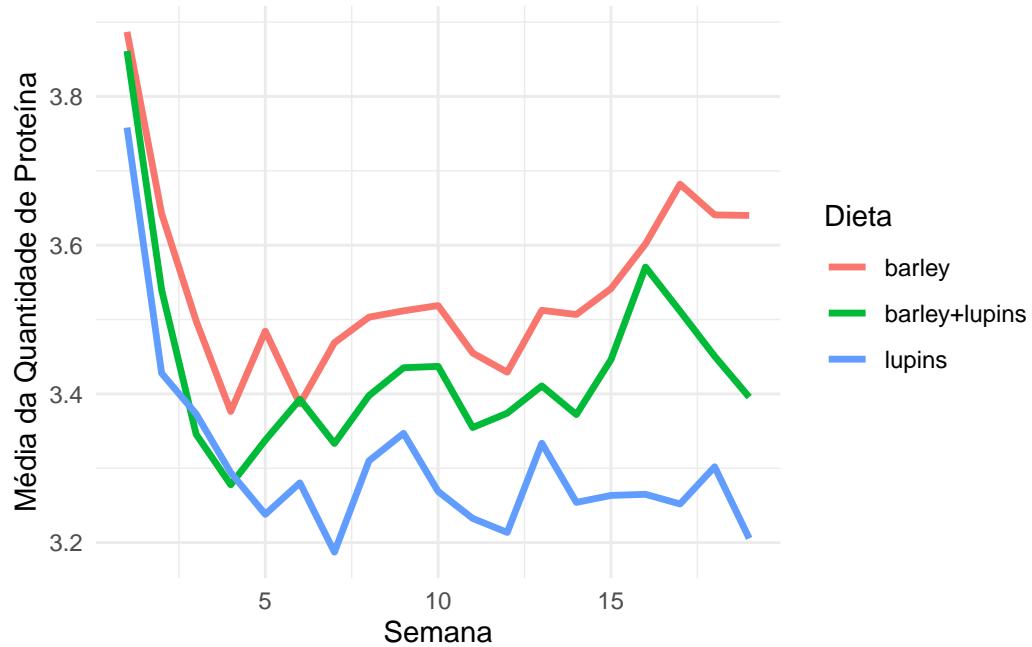
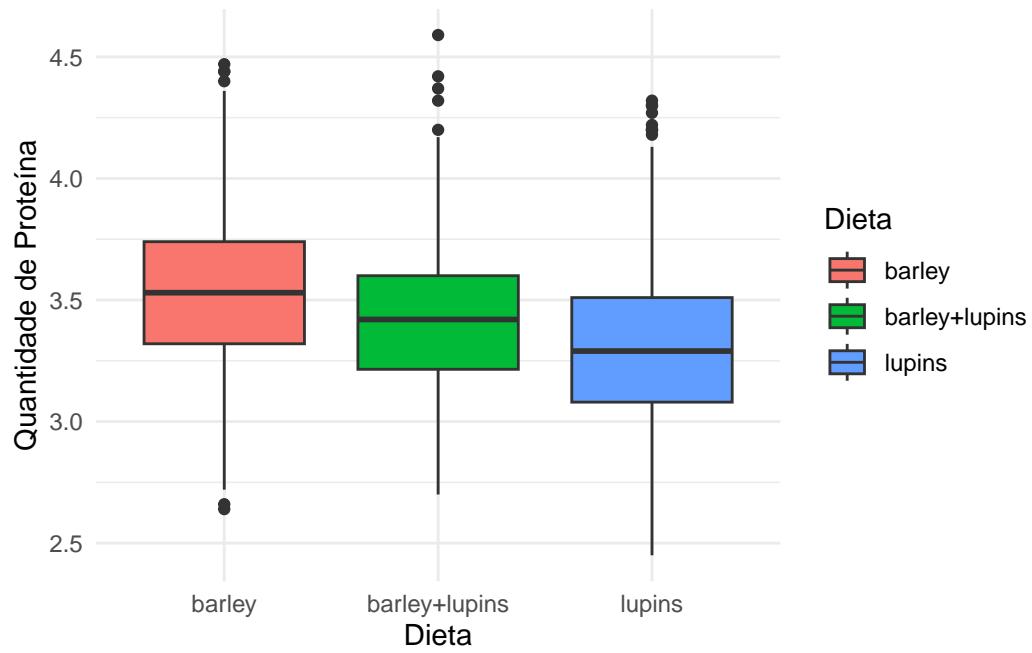
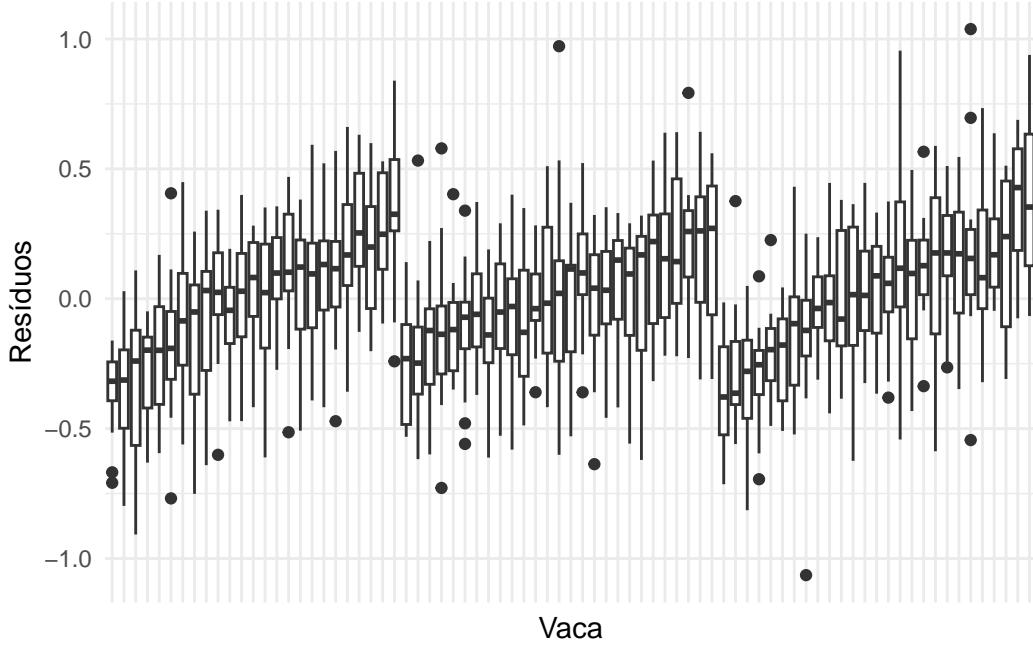


Figura 3: Boxplot da quantidade de proteína para cada dieta.



Modelo com apenas efeitos fixos

Vamos conferir um diagnóstico simples do modelo com os resíduos por vaca.



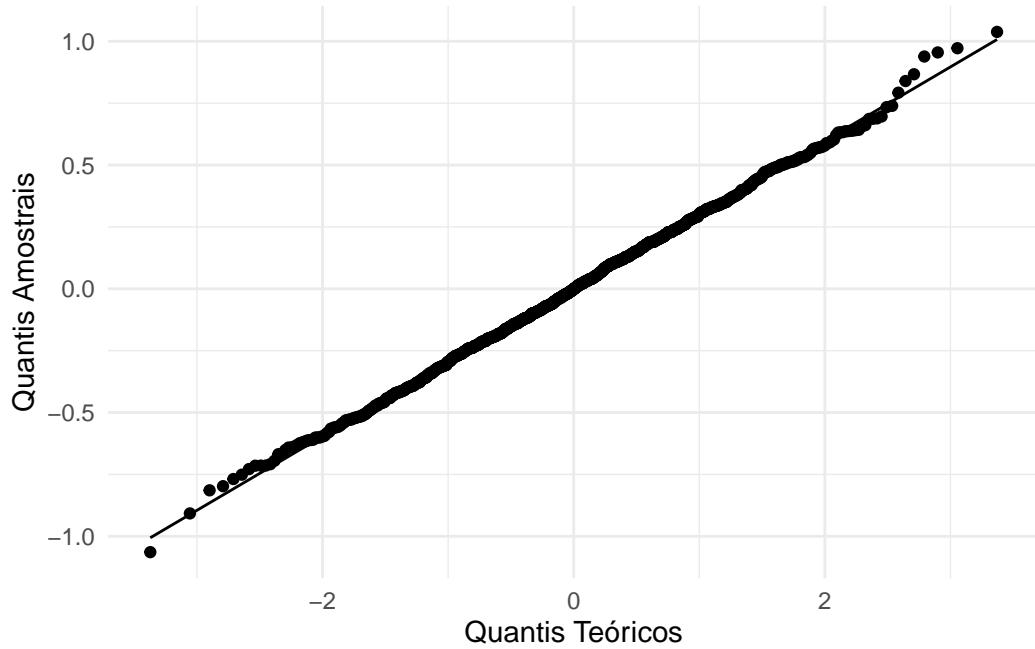
Claramente, os resíduos autocorrelação não nula nas vacas. Verificaremos a homocedasticidade dos resíduos com os testes de Bartlett em Tabela 1.

Tabela 1: Teste de Bartlett para homocedasticidade dos resíduos do modelo com efeitos fixos.

Estatística	Valor-p
99.1252	0.0536

Não rejeitada a homocedasticidade, verificamos a normalidade pelo QQ-plot em Figura 4.

Figura 4: QQ-Plot dos resíduos do modelo com efeitos fixos.



E o teste de Shapiro-Wilk em Tabela 2.

Tabela 2: Teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos do modelo com efeitos fixos.

Estatística	Valor-p
0.9992	0.8507

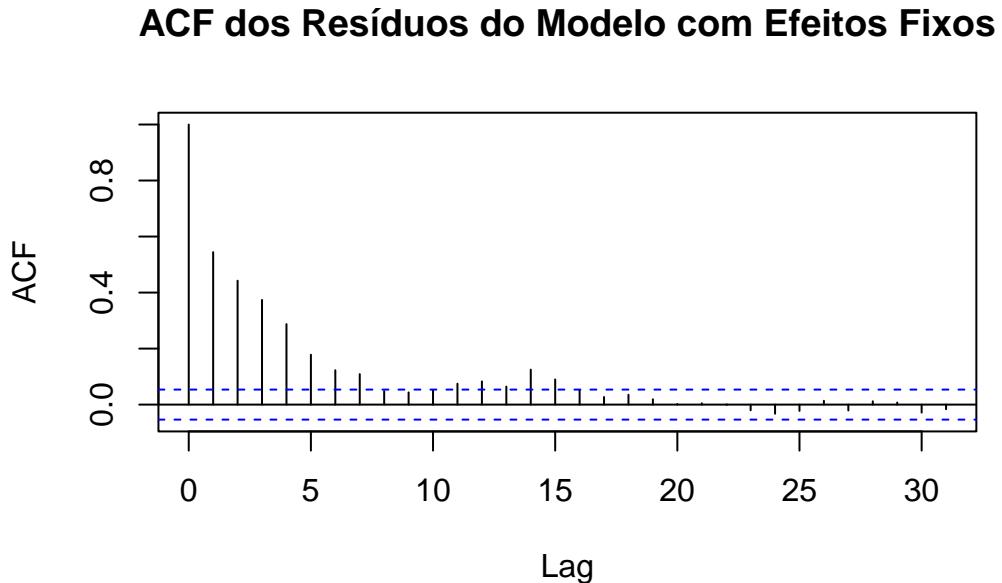
Com normalidade não rejeitada, realizamos o teste de levene em Tabela 3.

Tabela 3: Teste de Levene para homocedasticidade dos resíduos do modelo com efeitos fixos.

Estatística	Valor-p
1.1316	0.2087

Ainda precisamos verificar a autocorrelação dos resíduos que observamos no gráfico de resíduos por vaca. Faremos isso com o gráfico de autocorrelação em Figura 5.

Figura 5: Função de autocorrelação dos resíduos do modelo com efeitos fixos.



Claramente, há autocorrelação significativa nos resíduos, mas confirmaremos com o teste de Durbin-Watson em Tabela 4.

Tabela 4: Teste de Durbin-Watson para autocorrelação dos resíduos do modelo com efeitos fixos.

Estatística	Valor-p
0.9108	0

Pelo teste de Durbin-Watson, rejeitamos a hipótese nula de ausência de autocorrelação nos resíduos. Portanto, o modelo com efeitos fixos não é adequado para os dados por romper com as suposições do modelo linear clássico.

Modelo com efeitos mistos

Para modelarmos a variabilidade entre as vacas, ajustaremos um modelo com efeitos mistos considerando interceptos aleatórios para as vacas, como aponta O gráfico de perfis em Figura 1, mas verificaremos também presença.

```
Linear mixed-effects model fit by REML
Data: dados
      AIC      BIC      logLik
 197.4353 259.7415 -86.71767
```

```
Random effects:
Formula: ~Time | Cow
Structure: General positive-definite, Log-Cholesky parametrization
```

	StdDev	Corr
(Intercept)	0.25961494	(Intr)
Time	0.02289117	-0.758
Residual	0.22559764	

Fixed effects: protein ~ Time + Inicial + Time * Inicial + Inicial + Diet + Diet * Time + Inicial

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	3.434120	0.05840131	1253	58.80210	0.0000
Time	0.003728	0.00523758	1253	0.71182	0.4767
InicialTRUE	0.659697	0.04318427	1253	15.27632	0.0000
Dietbarley+lupins	-0.085186	0.07877474	76	-1.08139	0.2829
Dietlupins	-0.127742	0.07881764	76	-1.62073	0.1092
Time:InicialTRUE	-0.215972	0.01803013	1253	-11.97842	0.0000
Time:Dietbarley+lupins	-0.001057	0.00710604	1253	-0.14879	0.8817
Time:Dietlupins	-0.008302	0.00711391	1253	-1.16707	0.2434

Correlation:

	(Intr)	Time	InTRUE	Dtblr1+	Dtlpns	T:ITRU	Tm:Dt+
Time	-0.788						
InicialTRUE	-0.141	0.132					
Dietbarley+lupins	-0.700	0.547	-0.001				
Dietlupins	-0.699	0.546	-0.003	0.519			
Time:InicialTRUE	0.029	-0.031	-0.866	0.000	0.001		
Time:Dietbarley+lupins	0.543	-0.703	0.002	-0.777	-0.403	0.000	
Time:Dietlupins	0.542	-0.702	0.003	-0.403	-0.777	-0.001	0.518

Standardized Within-Group Residuals:

Min	Q1	Med	Q3	Max
-3.22885930	-0.61479133	0.01789567	0.64339925	3.84929014

Number of Observations: 1337

Number of Groups: 79