

Comparação Textura de Snacks

Gilberto A. Paula

Departamento de Estatística
IME-USP, Brasil
giapaula@ime.usp.br

2^o Semestre 2023

- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar
- 3 Modelo Proposto
- 4 Seleção do Submodelo
- 5 Resultados Modelo Ajustado
- 6 Conclusões
- 7 Referências

Descrição dos Dados

Vamos considerar dados de um experimento desenvolvido no Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da USP em que 5 formas diferentes de um novo tipo de **snack**, com baixo teor de gordura saturada e de ácidos graxos, foram comparados ao longo de 20 semanas (vide Paula, de Moura e Yamaguchi, 2004).

Descrição dos Dados

Neste novo tipo de snack optou-se por substituir, totalmente ou parcialmente, o agente responsável pela fixação do aroma do produto, a gordura vegetal hidrogenada por óleo de canola. Como ilustração vamos trabalhar com a variável **textura**.

Descrição dos Dados

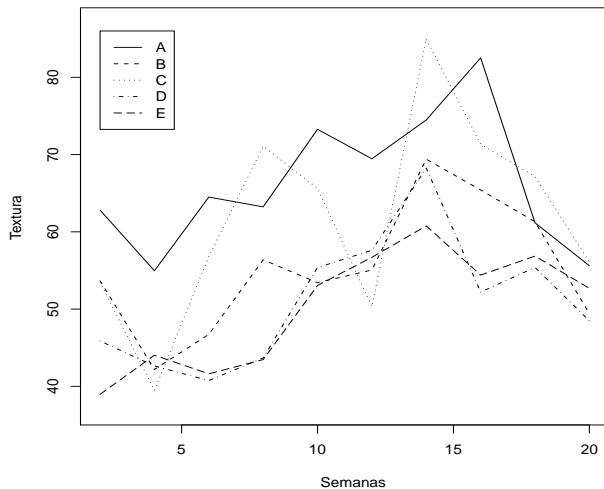
As 5 formas do novo tipo de **snack** foram as seguintes:

- A (22% de gordura, 0% de óleo de canola)
- B (0% de gordura, 22% de óleo de canola)
- C (17% de gordura, 5% de óleo de canola)
- D (11% de gordura, 11% de óleo de canola)
- E (5% de gordura, 17% de óleo de canola)

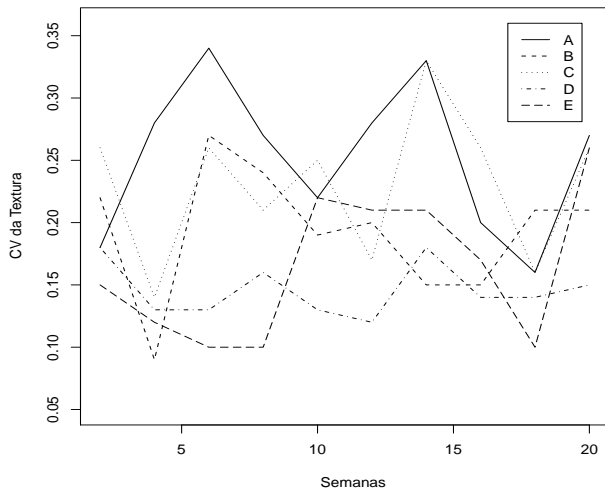
O experimento foi conduzido de modo que nas semanas pares 15 embalagens de cada um dos produtos A, B, C, D e E fossem analisadas em laboratório.

- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar**
- 3 Modelo Proposto
- 4 Seleção do Submodelo
- 5 Resultados Modelo Ajustado
- 6 Conclusões
- 7 Referências

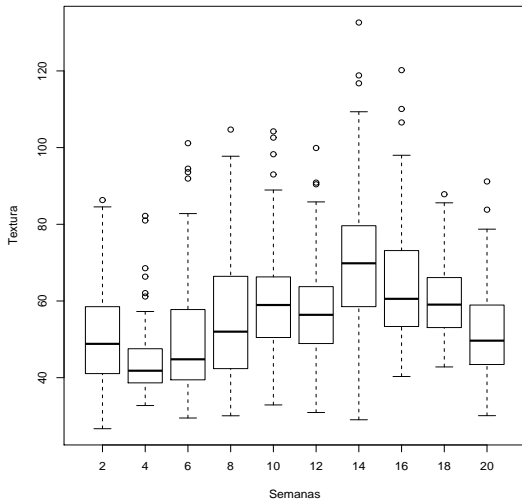
Perfil Textura Média



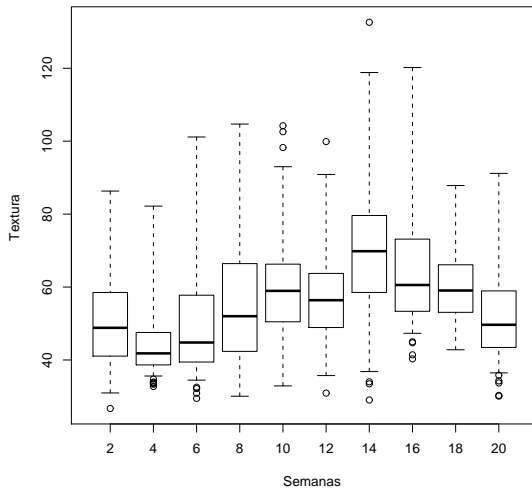
Perfil CV da Testura



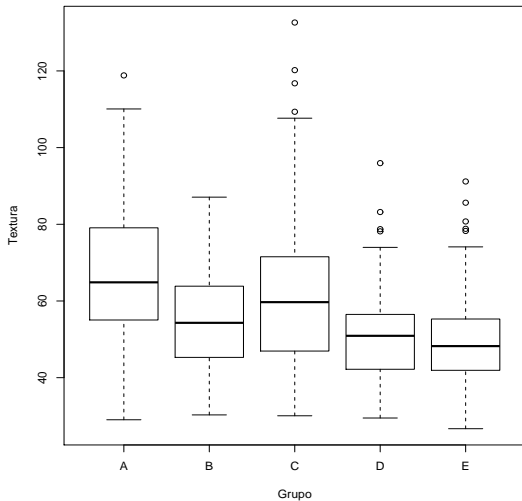
Boxplot Textura segundo Semanas



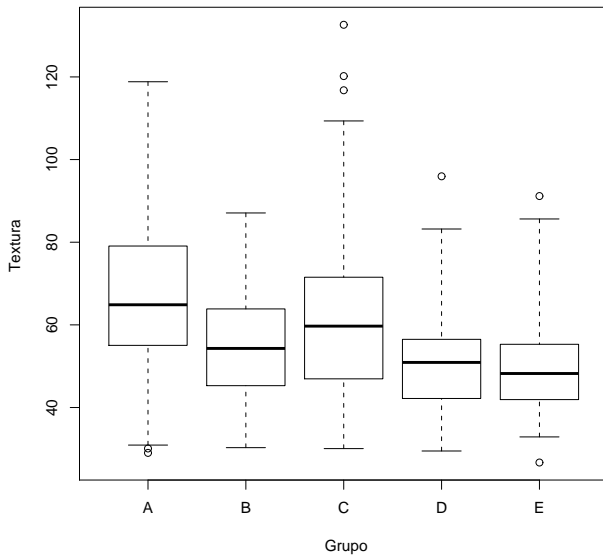
Boxplot (Robusto) Textura segundo Semanas



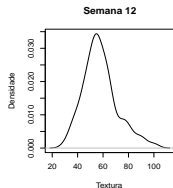
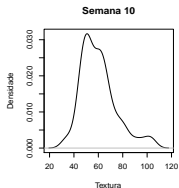
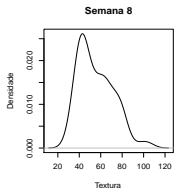
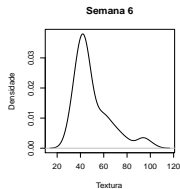
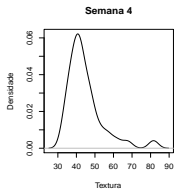
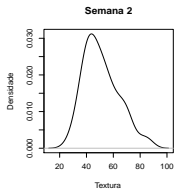
Boxplot Textura segundo Grupo



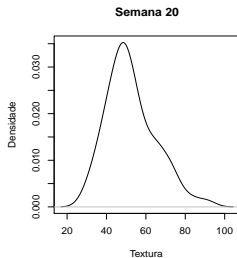
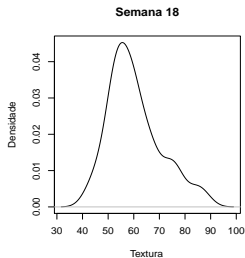
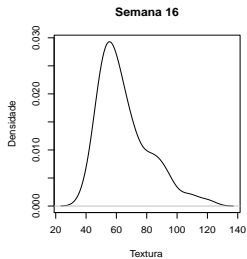
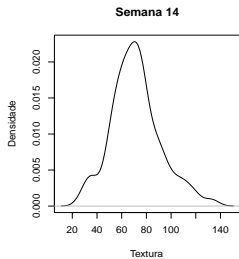
Boxplot (Robusto) Textura segundo Grupo



Densidade Textura segundo Semana



Densidade Textura segundo Semana



Conclusões Preliminares

- **Distribuição assimétrica à direita** para a textura em cada grupo em cada semana.
- **Tendência não linear** para a textura média ao longo das semanas.
- **Tendência não linear** para o coeficiente de variação ao longo das semanas.

- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar
- 3 Modelo Proposto**
- 4 Seleção do Submodelo
- 5 Resultados Modelo Ajustado
- 6 Conclusões
- 7 Referências

Modelo Proposto

Seja y_{ijk} a textura correspondente à k -ésima réplica do i -ésimo grupo na j -ésima semana, para $i = 1(A), 2(B), 3(C), 4(D), 5(D)$, $j = 2, 4, \dots, 20$ e $k = 1, \dots, 15$. Vamos considerar o seguinte modelo:

- $Y_{ijk} | (\text{grupo}, \text{semana}) \stackrel{\text{ind}}{\sim} G(\mu_{ij}, \phi_{ij})$,
- $g(\mu_{ij}) = \beta_0 + \beta_i + \beta_6 \times \text{semana}_j + \beta_7 \times \text{semana}_j^2$,
- $\log(\phi_{ij}) = \gamma_0 + \gamma_i + \gamma_6 \times \text{semana}_j + \gamma_7 \times \text{semana}_j^2$,

em que $\beta_1 = \gamma_1 = 0$ com $\beta_0 + \beta_i$ e $\gamma_0 + \gamma_i$, para $i = 1, \dots, 5$, sendo os efeitos dos grupos na média e na precisão, respectivamente, controlando-se pela semana.

- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar
- 3 Modelo Proposto
- 4 Seleção do Submodelo**
- 5 Resultados Modelo Ajustado
- 6 Conclusões
- 7 Referências

Seleção do Submodelo

$g(\cdot)$	Preditor	$h(\cdot)$	Preditor	AIC	BIC
Identidade	G + W	Log	G	5980.63	5990.25
			G + W	5976.24	5986.74
			G + W + W2	5978.79	5990.16
	G + W + W2	Log	G	5964.13	5974.63
			G + W	5981.69	5993.06
			G + W + W2	6007.82	6020.07
Log	G + W	Log	G	5985.81	5995.43
			G + W	5981.50	5991.00
			G + W + W2	5983.75	5995.13
	G + W + W2	Log	G	5931.32	5941.82
			G + W	5934.08	5945.46
			G + W + W2	5936.28	5948.53

- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar
- 3 Modelo Proposto
- 4 Seleção do Submodelo
- 5 Resultados Modelo Ajustado**
- 6 Conclusões
- 7 Referências

Estimativas de Máxima Verossimilhança

Efeito	Média		Precisão	
	Estimativa	E/E.Padrão	Estimativa	E/E.Padrão
Constante	3,783	91,65	2,505	21,99
Grupo B	-0,178	-6,38	0,496	3,07
Grupo C	-0,066	-2,23	0,051	0,32
Grupo D	-0,256	-9,71	0,911	5,63
Grupo E	-0,270	-10,24	0,941	5,82
Semana	0,072	10,21		
Semana ²	-0,003	-8,48		
Desvio	756,84	743 g.l.	1010,14	745 g.l.

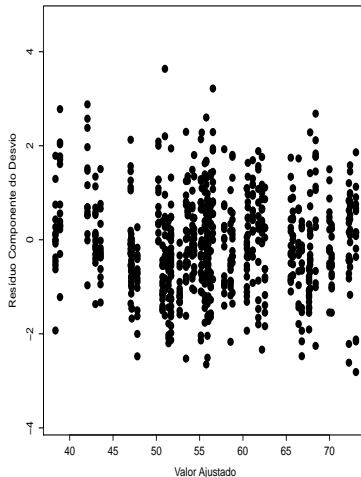
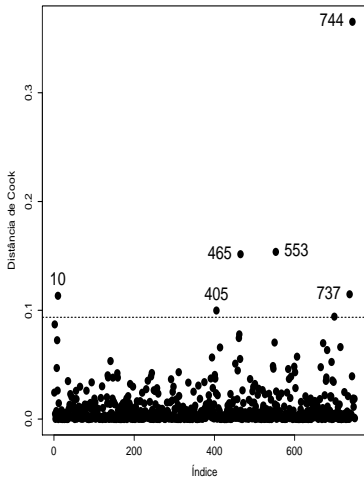
Estimativas de Máxima Verossimilhança Restrita

Efeito	Média		Precisão	
	Estimativa	E/E.Padrão	Estimativa	E/E.Padrão
Constante	3,783	91,65	2,496	21,72
Grupo B	-0,178	-6,38	0,495	3,04
Grupo C	-0,066	-2,23	0,051	0,31
Grupo D	-0,256	-9,71	0,909	5,57
Grupo E	-0,270	-10,24	0,941	5,76
Semana	0,072	10,21		
Semana ²	-0,003	-8,48		
Desvio	750,06	743 g.l.	1010,34	745 g.l.

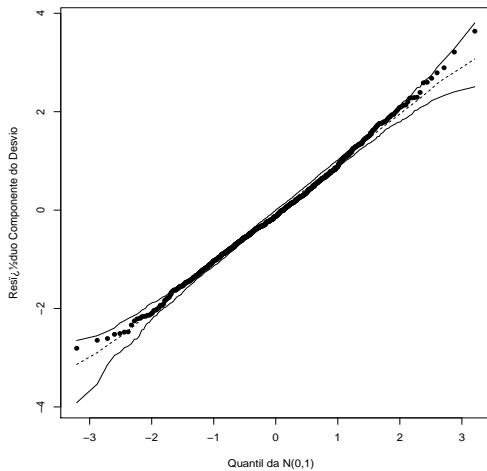
Estimativas de Máxima Verossimilhança

Efeito	Média		Coeficiente Variação	
	Estimativa	E/E.Padrão	Estimativa	E/E.Padrão
Constante	3,842	102,84	-1,255	-21,83
Grupo B	-0,182	-6,19	-0,253	-3,11
Grupo C	-0,018	-2,39	-0,019	-0,24
Grupo D	-0,205	-9,60	-0,456	-5,56
Grupo E	-0,282	-10,28	-0,469	-5,60
Semana	0.061	9,33		
Semana ²	-0,002	-7,20		
AIC	5928			

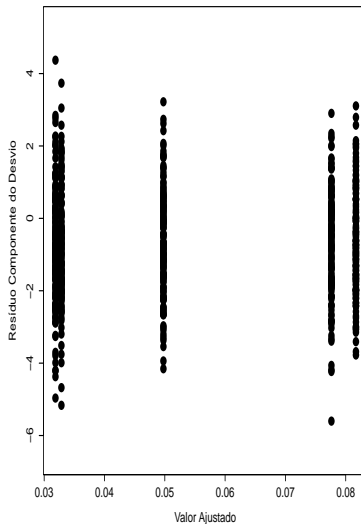
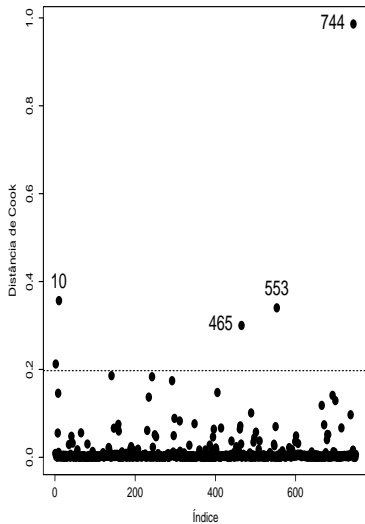
Diagnóstico Modelo Final para a Média



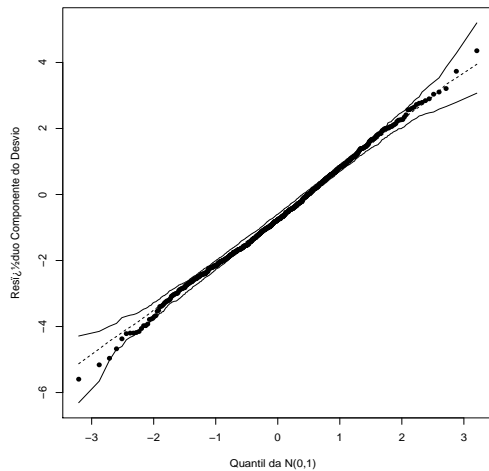
Resíduos Modelo Final para a Média

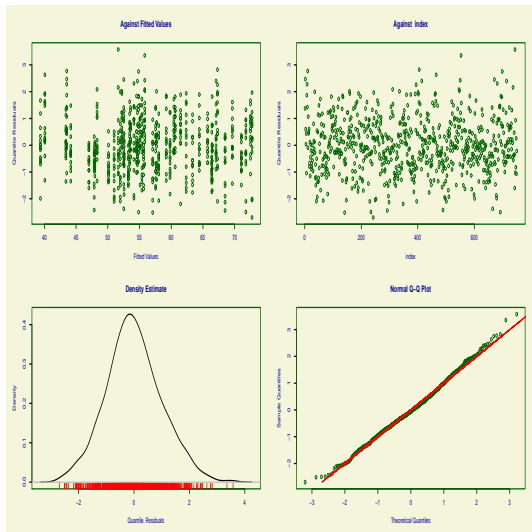


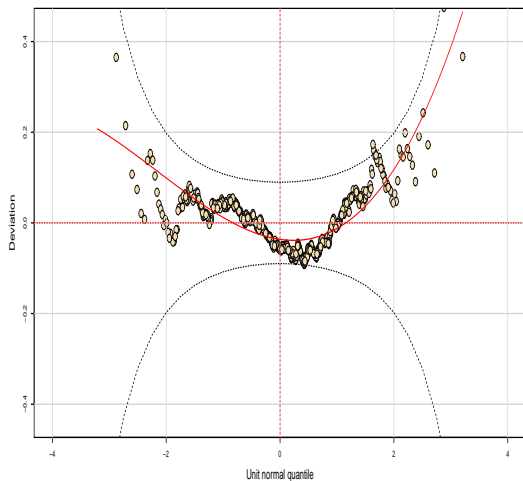
Diagnóstico Modelo Final para a Precisão



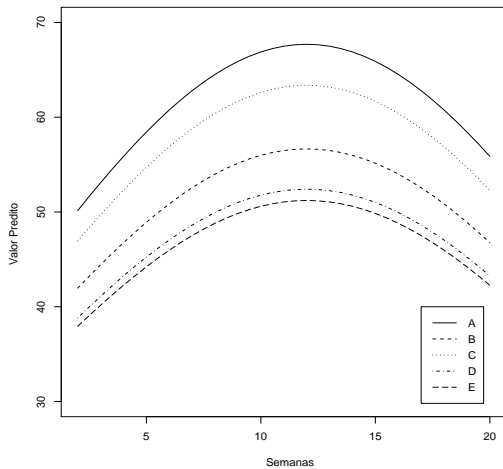
Resíduos Modelo Final para a Precisão

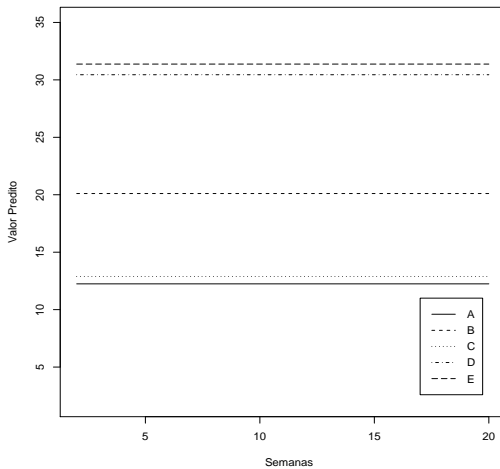






Valores Preditos Textura





- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar
- 3 Modelo Proposto
- 4 Seleção do Submodelo
- 5 Resultados Modelo Ajustado
- 6 Conclusões**
- 7 Referências

Considerações Finais

- Nota-se que para o modelo gama duplo o controle do tempo foi necessário apenas para a modelagem da média.
- Na modelagem da média o **tipo A** apresenta a **maior textura média** ao longo das semanas seguido pelo tipo C.
- Na modelagem da precisão (dispersão) os **tipos D e E** apresentam a **maior precisão (menor dispersão)** ao longo das semanas.
- As estimativas de máxima verossimilhança e máxima verossimilhança restrita são muito parecidas.
- Pelos gráficos de resíduos tanto a média como também a precisão (dispersão) foram bem ajustados pelo modelo gama duplo.

Considerações Finais

- Apenas uma observação aparece com destaque nos gráficos de influência.
- A eliminação dessa observação altera muito pouco as estimativas, e não muda a inferência.
- O valor máximo para a textura é alcançado em aproximadamente **12 semanas**.
- A inclusão de componentes não paramétricos $f_1(\text{semana})$ e $f_2(\text{semana})$ pode controlar melhor o efeito do tempo e levar a um ajuste melhor.

- 1 Comparação de Snacks
- 2 Análise de Dados Preliminar
- 3 Modelo Proposto
- 4 Seleção do Submodelo
- 5 Resultados Modelo Ajustado
- 6 Conclusões
- 7 Referências**

Referências

- Paula, G. A., de Moura, A. S. e Yamaguchi, A. M. (2004). *Estabilidade Sensorial de Snacks Aromatizados com Óleo de Canola e Gordura Vegetal Hidrogenada*, São Paulo, IME-USP RAECEA-04P05.
- Paula, G. A. (2013). On diagnostics in double generalized linear models. *Computational Statistics and Data Analysis* 68, 44-51.