

ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO FATORIAL 3² COM ALOCÇÃO EM BLOCOS

Clarindo, Mariana das Mercês¹

Kopper, Ângela Cristina²

Taconeli, César Augusto³

Curso de Estatística

Universidade Federal do Paraná

Resumo

A busca por hábitos alimentares saudáveis impulsiona o desenvolvimento de novos alimentos, principalmente os que são à base de soja. Para obter uma formulação rica em vitaminas e proteínas aliado a um produto que tenha potencial de aceitação dos consumidores, foi realizado um experimento fatorial 3², fator Soja aos níveis: 8%, 10% e 12% e fator Farinha de Bociuíva aos níveis: 1%, 3% e 5%. Os nove tratamentos resultantes deste planejamento foram analisados sensorialmente em escala hedônica de nove pontos estruturados por 80 provadores não treinados na UTFPR em Medianeira – PR, as respostas foram obtidas através desta pontuação para cinco atributos: Aparência Global, Cor, Sabor, Odor, Textura. A fim de identificar quais pesos esses atributos possuíam foi utilizada a técnica multivariada de Análise de Componentes Principais no qual estes cinco atributos compuseram um índice. Após este procedimento, uma Análise de Variância – ANOVA foi utilizada e ao nível de significância 5% só foi detectada diferença entre os tratamentos ao nível do fator soja.

¹ Graduanda do Curso de Estatística – UFPR, marianadasmerces@yahoo.com.br

² Mestre em Tecnologia de Alimentos – UFPR, angelakopper@gmail.com

³ Professor Doutor do Departamento de Estatística – UFPR, taconeli@ufpr.br

1. Introdução

Modificações nos hábitos alimentares das pessoas têm ocorrido frequentemente devido a mudanças no estilo de vida e particularmente pelo aumento da preocupação em ter uma alimentação saudável. Os alimentos antes considerados apenas fonte de nutrientes essenciais a vida tornaram-se objeto de estudos relacionados à prevenção de doenças e a melhora da função de órgãos e tecidos. A descoberta de componentes ativos em alimentos, capazes de reduzir o risco de doenças, ampliaram a dimensão da nutrição no século XXI, criando o conceito de alimentos funcionais. Além de benefícios em termos de nutrição e de saúde como redução de sintomas de alergias alimentares; regularização da função intestinal; eliminação de sintomas da intolerância a lactose. Dentro deste grupo temos a soja, um dos alimentos funcionais mais completos que vem sendo estudados. É composto de substâncias que atuam no metabolismo reduzindo o risco de várias patologias. A soja tem grande importância socioeconômica, além de ter um papel de destaque na pauta das exportações brasileiras. Uma das principais vantagens do uso do extrato de soja (derivado mais utilizado na elaboração de produtos) é poder ser consumido por pessoas intolerantes a lactose além de ser altamente digestível, não possuir colesterol, contém ferro e é muito utilizado em tratamentos pós-operatórios. Este, aliado a farinha obtida do fruto da palmeira de bociúva – fonte de vitamina A motivou a elaboração de um “iogurte de soja”.

2. Objetivo

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um alimento a base de soja e farinha de bociúva.

2.2. Objetivo Específico

A partir de um planejamento de um experimento fatorial 3^2 , analisar se as respostas obtidas na análise sensorial.

3. Metodologia

3.1. Delineamento do Experimento

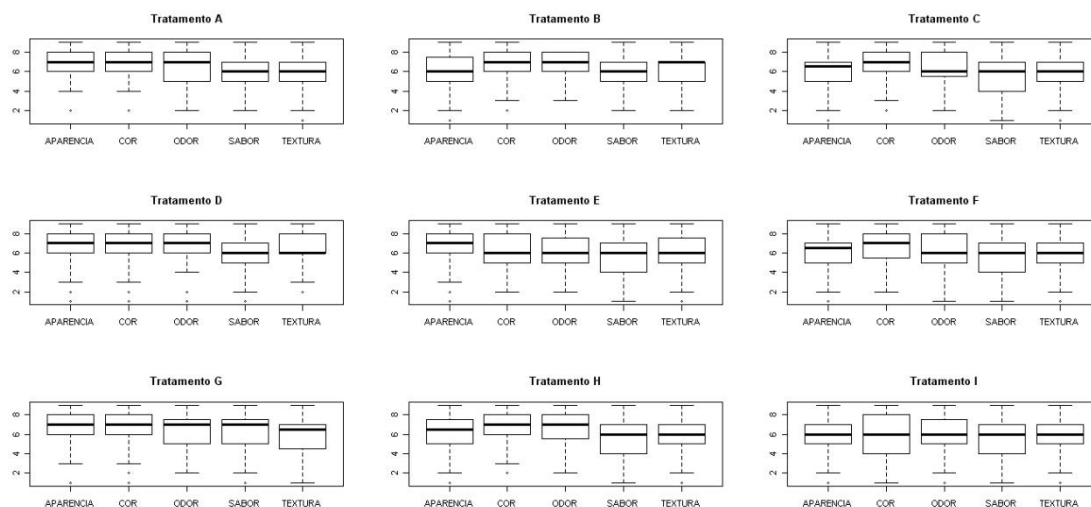
Foi realizado um experimento fatorial sob dois fatores: Extrato de soja - com níveis de 8%, 10% e 12% e de Farinha de bociúva – com níveis de 1%, 3% e 5%; obtendo assim $3^2 = 9$ tratamentos. Chamaremos de amostra A até amostra I os nove tratamentos.

A análise sensorial destes tratamentos foi realizada Laboratório de análise Sensorial, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Tecnológica do Paraná em Medianeira – PR. Este avaliou a preferência nos atributos: cor, sabor, odor, textura e aparência global, através de uma escala hedônica de nove pontos estruturados, variando de 1 = “Desgostei muitíssimo” a 9 = “Gostei muitíssimo” (ABNT, 1999). Participaram desta análise 80 provadores não-treinados (funcionários e estudantes da UTFPR, Medianeira - PR) que declararam ser consumidores de produtos a base soja, no mínimo uma vez por semana. Antes da avaliação todos os provadores foram informados sobre a metodologia do teste aplicado, e seguiram para cabines individuais para realização da análise sensorial. Água e biscoito tipo água e sal ficaram à disposição dos provadores para enxágüe e mastigação entre as amostras, visando evitar possíveis interferências de gostos residuais.

3.2. Análise Descritiva

Os Box Plot dos tratamentos foram gerados para obter uma primeira visualização gráfica dos dados.

Figura 1 – Box Plot dos Tratamentos usando os dados originais



A Figura 1 evidencia que não existe uma discrepância entre os tratamentos que seja perceptível somente com recursos gráficos, portanto foi realizado um estudo para detectar o comportamento dos atributos de cada tratamento.

3.3. Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais é uma metodologia da Análise Estatística Multivariada cujos principais objetivos são: reduzir o número de dados de um problema e explicar a estrutura da matriz variância-covariância pelas poucas combinações lineares das variáveis originais (MARDIA, KENT e BIBBY, 1982).

Após utilizar alguns recursos gráficos foi possível perceber que as respostas dos provadores com relação aos atributos são correlacionadas. Pela tabela abaixo, as correlações entre estes atributos é expressa sem a distinção dos tratamentos.

Tabela 1– Correlações lineares para os atributos sensoriais avaliados

Correlação	APARENCIA	COR	ODOOR	SABOR	TEXTURA
APARENCIA	1.0000000	0.5936489	0.5787050	0.5006962	0.5382465
COR	0.5936489	1.0000000	0.4664499	0.3868418	0.4371539
ODOOR	0.5787050	0.4664499	1.0000000	0.4974382	0.4683010
SABOR	0.5006962	0.3868418	0.4974382	1.0000000	0.5702434
TEXTURA	0.5382465	0.4371539	0.4683010	0.5702434	1.0000000

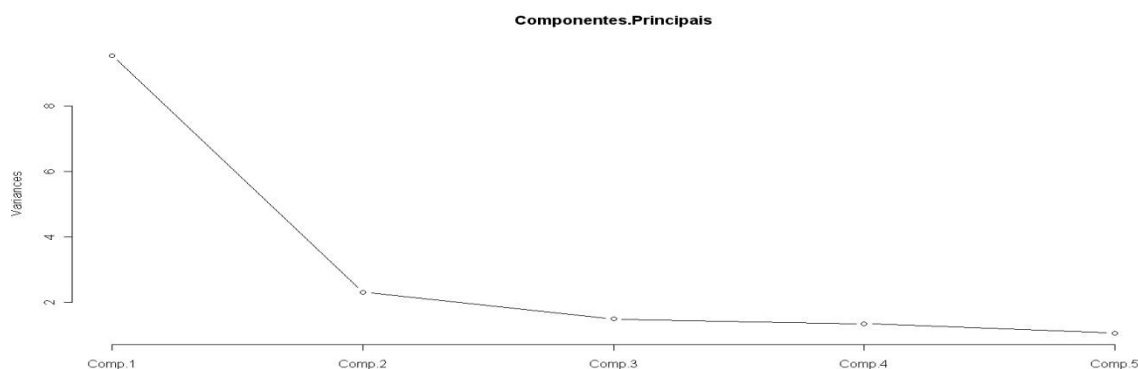
Aplicando o teste de correlação de Pearson, as correlações em destaque apresentaram significância p-valor (<0.05).

Com isso, a utilização da técnica de componentes principais foi empregada de modo a obter um único índice que expresse as notas dos cinco atributos.

Tabela 2 – Percentagem da variância dos dados originais explicada por cada um dos cinco componentes obtidos.

	Componentes				
	1	2	3	4	5
Variância explicada (%)	0.6041841	0.1467621	0.09519844	0.08613389	0.06772147
Variância explicada acumulada (%)	0.6041841	0.7509462	0.84614464	0.93227853	1.00000000

Figura 2 – Decaimento da variabilidade explicada por cada componente

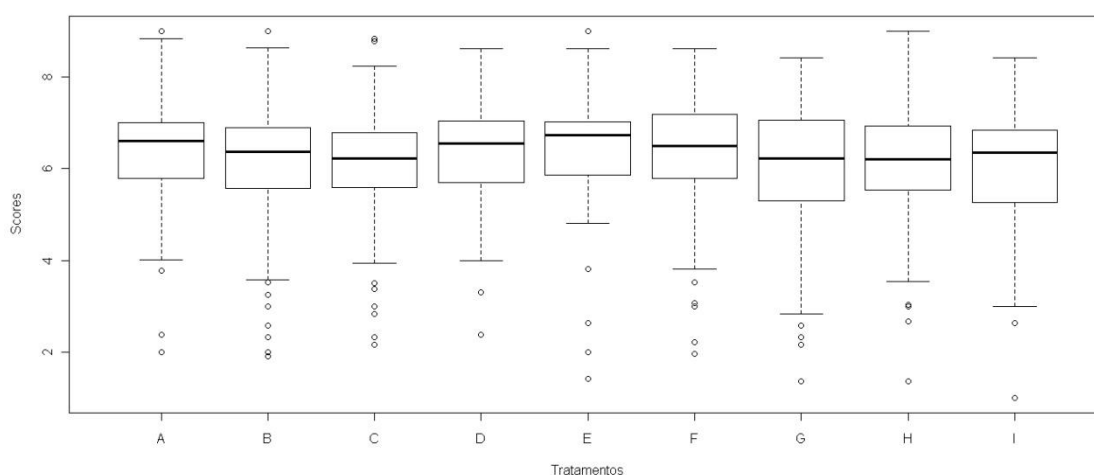


A Tabela 2 mostra que a componente 1 analisada individualmente, explica 60% da variabilidade do experimento e ela será usada como um índice cuja ponderação será:

$$\text{Componente 1} = 0.471 * APARENCIA + 0.441 * COR + 0.367 * ODOR + 0.48 * SABOR + 0.468 * TEXTURA$$

A figura 2 mostra o decaimento na explicação da variabilidade que cada componente é capaz de detectar.

Figura 3 – Box Plot dos tratamentos utilizando o índice fornecido pelo componente 1



3.4. Modelo Fatorial com alocação em blocos

O modelo para o experimento fatorial com alocação em blocos é expresso por:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

- μ : média global

- τ_i : efeito do i – éximo tratamento no fator Soja
- β_j : efeito do j – éximo tratamento no fator Farinha
- $(\tau\beta)_{ij}$: interação entre os fatores
- δ_k : efeito do bloco

3.5. ANOVA – Análise de Variâncias

A tabela da ANOVA obtida pelo modelo em (1) é expressa abaixo pelo Software Estatístico

R:

Analysis of Variance Table

Response: Scores

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
SojaF	2	15.46	7.7299	5.7620	0.003312 **
FarinhaF	2	3.11	1.5528	1.1575	0.314949
ProvadoresF	79	509.80	6.4532	4.8103	< 2.2e-16 ***
SojaF:FarinhaF	4	8.50	2.1255	1.5844	0.176769
Residuals	632	847.85	1.3415		

Shapiro-Wilk normality test: p-value = 4.364e-16

Figura 4 – Interação entre os Fatores Farinha e Soja e Soja e Farinha

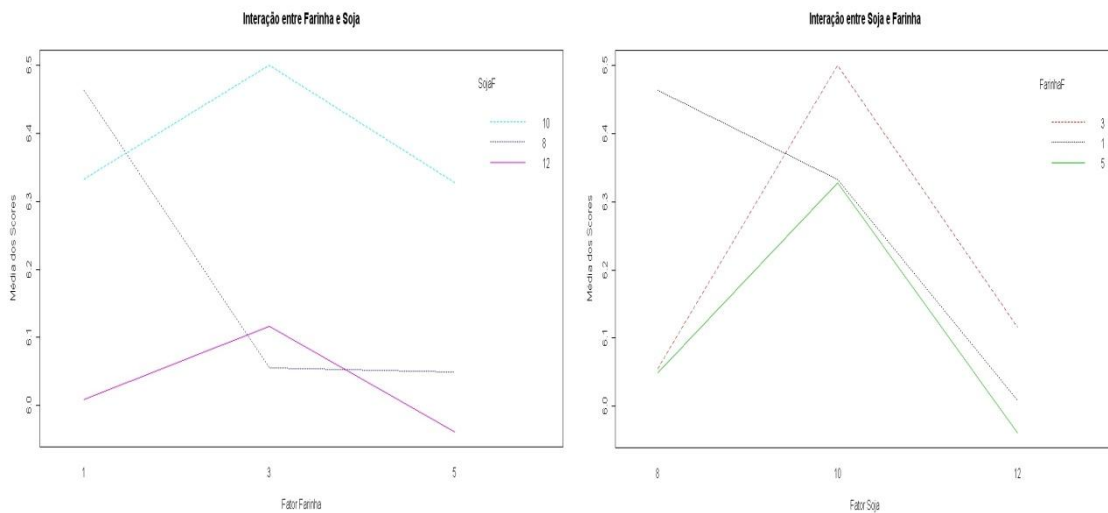
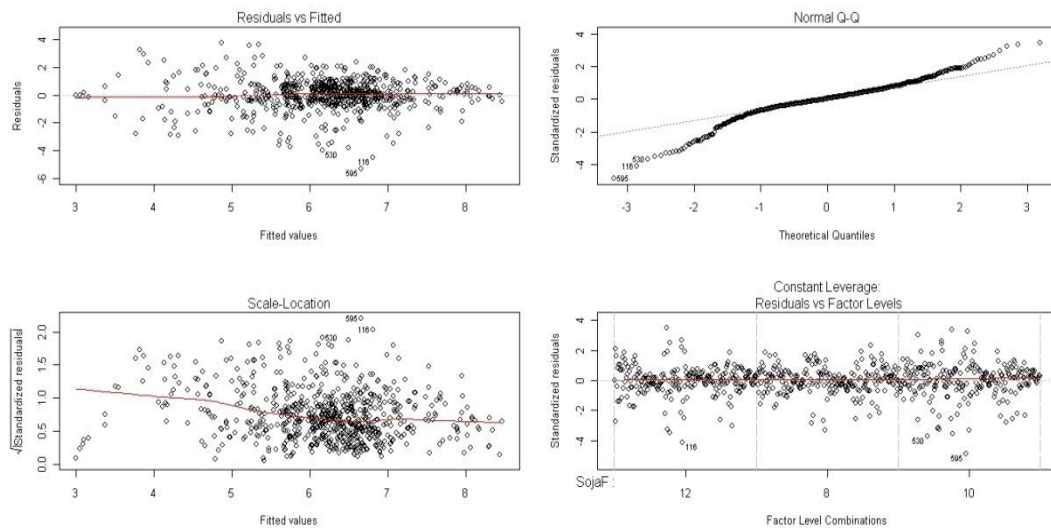


Figura 5 – Gráfico dos resíduos



4. Discussão

O modelo ajustado em (1) utilizou como resposta os scores que foram obtidos através da análise de componentes principais, este apresentou no quadro de análise de variância, diferença significativa somente para o fator Soja, ou seja, a diferença entre os tratamentos só foi detectada no nível soja. A interação entre os dois fatores em estudo não foi detectado pelos provadores, como podemos visualizar na figura 4. Outro fato interessante neste experimento é que mesmo com número considerado “grande” de provadores $j=80$, os dados não seguiram normalidade como pode ser visto na Figura 5 no Gráfico Normal QQ e pelo Teste de Shapiro Wilk, cujo p-valor <0.05 rejeita a hipótese nula de normalidade dos dados, sendo esta uma pressuposição necessária para a ANOVA. Uma possível resposta para esta situação pode ser o fato dos provadores não serem treinados, e conseqüentemente, não possuem a sensibilidade de detectar as diferenças existentes entre os tratamentos pelos seus níveis de Soja e Farinha.

5. Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12806: **Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 38 p. 1999.

DAIUTO, Érica Regina; VIEITES, Rogério Lopes; TACONELLI, César; GONÇALVES, Andréia de Freitas; PIVETTA, Paula Roberta; SIMON, Juliana Wagner. **AVALIAÇÃO SENSORIAL DO GUACAMOLE CONSERVADO PELO FRIO**, Alim. Nutr., Araraquara v.18, n.4, p. 405-412, out./dez. 2007.

Kopper, Ângela Cristina. **Bebida simbiótica elaborada com farinha de Bocaiúva (Acrocomia aculeata) e Lactobacillus acidophilus incorporadas ao extrato hidrossolúvel de soja** /78 f.: il., tabs, grafs. – Curitiba, 2009.

MARDIA, K.; KENT, J.; BIBBY, J. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1982.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and analysis of experiments**. 5th Ed. ARIZONA STATE UNIVERSITY, Arizona – USA, 2001.

R Development Core Team (2009). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.