

Aplicação de um teste *bootstrap* paramétrico para o índice de qualidade sensorial de berinjela minimamente processada

Rafael L. Bastos^{1 †}, Eric B. Ferreira², Marcelo S. Oliveira³, Daniel F. Ferreira³, Ismael Simão⁴

¹Doutorando em Estatística e Experimentação Agropecuária, Universidade Federal de Lavras.

² Professor Adjunto IV, ICEx, Universidade Federal de Alfenas.

³ Professor Titular, DEX, Universidade Federal de Lavras.

⁴ Mestrando em Estatística e Experimentação Agropecuária, Universidade Federal de Lavras.

Resumo: Na ciência dos alimentos, um dos campos mais importantes é a análise sensorial, onde avalia o produto e contribui para a determinação da sua qualidade e aceitação. Um ponto importante nesse campo é o estudo da vida de prateleira, pois a qualidade de um produto alimentício pode ser alterada ao decorrer do tempo. Imm, Lee e Lee (2011) propuseram um Índice de Qualidade Sensorial (IQS) para indicar o comportamento da qualidade sensorial de um produto alimentício ao longo do tempo, de acordo com a reação do consumidor. Devido ao fato do IQS fornecer apenas uma estimativa pontual, sem realizar um teste de hipóteses de interesse com uma significância previamente estabelecida, Bastos (2013) propôs um teste *bootstrap* paramétrico (BP) para o IQS, tornando-o uma ferramenta melhor. O objetivo desse trabalho é apresentar o funcionamento do teste BP na seção dos métodos, estudar dados de berinjelas, aplicando esse teste neles. Foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2014) para aplicação do teste e representação gráfica. O funcionamento do teste BP foi apresentado em detalhes e aplicado nos dados de berinjela, informando que a qualidade sensorial das berinjelas avaliadas diminuiu, ao nível de 5% de significância. Portanto, os consumidores dificilmente ficarão satisfeitos com esse alimento no fim da vida de prateleira.

Palavras-chave: Dados de Berinjelas; Método *bootstrap*; Software R.

Abstract: In food science, one of the most important fields is the sensory analysis, which evaluates the product and contributes to determining their quality and acceptance. An important point in this field is the study of shelf-life because the quality of a food product can be changed over time. Imm, Lee and Lee (2011) proposed an Sensory Quality Index (SQI) to indicate the behavior of the sensory quality of a food product over time, according to consumer reaction. The SQI provide only a point estimate without performing a hypothesis test of interest with a previously established significance, then, Bastos (2013) proposed a test parametric bootstrap (PB) for the SQI, making it a better tool. The aim of this study is to present the operation PB test in the methods section, study data eggplants, applying that test them. The R software (R CORE TEAM, 2014) to test application and representation graphic was used. The operation of the PB test was presented in detail and applied to the data of eggplant, stating that the sensory quality of them decreased, the level of 5% significance. Therefore, consumers hardly pleased with this food at the end of shelf-life.

Keywords: Data eggplants; *Bootstrap* method; R Software.

[†]Autor correspondente: iel2702@yahoo.com.br.

Introdução

Um dos campos mais valorizados da ciência dos alimentos é a análise sensorial, na qual se avalia o produto por meio dos sentidos básicos (olfato, paladar, audição, visão e tato), com o objetivo de melhorar sua qualidade, atendendo às expectativas dos consumidores.

Uma ferramenta importante nessa avaliação é a escala hedônica, desenvolvida por Peryan e Pilgrim (1957), expressando o grau de gostar ou desgostar do consumidor em relação ao produto que está sendo analisado. As mais utilizadas são de 5, 7 e 9 pontos, dadas na Tabela 1.

Tabela 1: Esquema de escala hedônica de 5, 7 e 9 pontos

Categorias	5 pontos	7 pontos	9 pontos
Desgostei muitíssimo			1
Desgostei muito	1	1	2
Desgostei	2	2	3
Desgostei moderadamente		3	4
Nem desgostei nem gostei	3	4	5
Gostei moderadamente		5	6
Gostei	4	6	7
Gostei muito	5	7	8
Gostei muitíssimo			9

Um ponto importante no campo da análise sensorial é o estudo da vida de prateleira, pois as características sensoriais de muitos alimentos se deterioram ao decorrer do tempo. Essa variação pode ser intolerável pelo consumidor e prejudicial à sua saúde.

Para auxiliar na compreensão da qualidade sensorial do produto, do início até o fim da vida de prateleira, Imm, Lee e Lee (2011) propuseram o *Sensory Quality Index*, aqui denominado Índice de Qualidade Sensorial (*IQS*), definido como a razão entre a aceitação global média de um produto no fim (\overline{AG}_F) e a aceitação global média no início (\overline{AG}_I), conforme na Tabela 2.

Tabela 2: Esquema de obtenção da estatística *IQS*

Consumidor	Aceitação Global Inicial (AG_{iI})	Aceitação Global Final (AG_{iF})	Índice de Qualidade Sensorial (<i>IQS</i>)
1	AG_{1I}	AG_{1F}	
2	AG_{2I}	AG_{2F}	
⋮	⋮	⋮	
m	AG_{mI}	AG_{mF}	
Estatísticas	\overline{AG}_I	\overline{AG}_F	$\frac{\overline{AG}_F}{\overline{AG}_I}$

em que AG_{iI} e AG_{iF} , são as *i*-ésimas notas hedônicas da aceitação global inicial e final.

Devido ao fato do *IQS* ser estimado apenas pontualmente, sem estimar um intervalo com uma confiança previamente estabelecida e sem poder testar alguma hipótese de interesse, Bastos (2013) propôs, com sucesso, um teste *bootstrap* paramétrico (*BP*) para o *IQS*. Com esse teste, o *IQS* tornou-se uma melhor ferramenta.

Os objetivos desse trabalho são:

- apresentar o funcionamento do teste *BP* para o *IQS* na seção dos métodos;
- realizar um estudo preliminar de dados reais de vida de prateleira;
- aplicar o teste *BP* para o *IQS* nesses dados.

Material e Métodos

Foram analisados dados reais de berinjelas minimamente processadas, fornecidos pela professora Flávia Della Lucia, do Departamento de Nutrição da Unifal-MG. Na amostragem, as análises das berinjelas, tanto no início, quanto no fim da vida de prateleira, foram realizadas no mesmo dia, pelos mesmos consumidores. Foi utilizado uma escala hedônica de 9 pontos, para que os consumidores pudessem expressar suas notas de aceitação global e o número de consumidores foi igual a 50.

Foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2014) para a aplicação do teste *BP* para o *IQS* nos dados de berinjela e para representação gráfica. Esse software estatístico é um projeto livre para qualquer pessoa ter acesso gratuitamente, disponível no site www.r-project.org, onde é apresentado em versões de acordo com o sistema operacional Windows, UNIX ou Macintosh. Além disso, encontram-se nesse site mais informações sobre a utilização e uma central de correspondências, onde profissionais de vários países podem contribuir para a implementação de novos recursos (PETERNELLI; MELLO, 2007).

No estudo da vida de prateleira das berinjelas, o par de hipóteses que faz sentido e que é desejado testar, é saber se a qualidade sensorial das berinjelas se manteve ou aumentou ($H_0 : IQS \geq 1$), ou se diminuiu ($H_1 : IQS < 1$). Portanto, no presente trabalho, esse par de hipóteses foi adotado.

Teste *bootstrap* paramétrico (*BP*) para o *IQS*

Para realizar o teste *BP* para o *IQS* devem-se fornecer três informações, ou seja, a amostra original, o número de reamostras e o nível de significância.

Primeiramente, é calculado o valor do *IQS* da amostra original. De acordo com as frequências relativas das *i*-ésimas notas (fr_i) dessa amostra, o vetor de probabilidades de sucesso no início ($\pi_{i.1}$) é estimado. Pela imposição de H_0 , o vetor no fim ($\pi_{i.2}$) é igual ao do início.

Esse processo de estimação é realizado conforme o exemplo ilustrativo da Figura 1:

Amostra original		
Consumidor	AG _i	AG _f
1	5	4
2	5	4
3	4	3
4	3	2
5	4	3
Média	4,2	3,2
IQS	0,76	

→

Probabilidades de sucesso estimadas	
$\pi_{i.1} = \pi_{i.2} = (fr_1; fr_2; fr_3; fr_4; fr_5) =$	$(0; 0,1; 0,3; 0,4; 0,2)$

Figura 1: Exemplo de estimação das probabilidades de sucesso de uma amostra

O próximo passo é calcular o coeficiente de correlação de Spearman (ρ) entre a amostra no início e no fim, usando a função *cor()* do software R. Para dados categóricos, a correlação simulada é menor que o ρ (latente ou subjacente - modelo contínuo), portanto, mesmo usando a correlação de Spearman, que é a melhor estimativa dentre as comuns, irá subestimar o ρ real.

Com os valores de $\pi_{i.1}$ e $\pi_{i.2}$ estimados, ρ e m obtidos por meio da amostra original, é simulado uma amostra *bootstrap*. Nessa amostra, usando a função *bootSamples()*, é calculado o valor do *IQS*, recebendo o nome de *IQSb*.

Esse processo de simulação de amostras *bootstrap* é realizado B vezes, sendo encontrados B valores de IQS_b . Com esses valores, é criado um vetor acrescido do valor do IQS da amostra original. Com esse vetor, é encontrada a proporção de vezes que os valores contidos nele são menores que o IQS da amostra original. Essa proporção é o valor- p do teste BP .

Um exemplo ilustrativo desse processo é dado na Figura 2, considerando $B=1.000$.

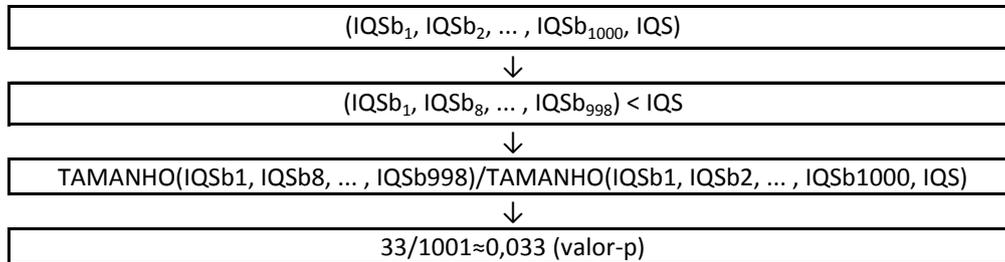


Figura 2: Exemplo do processo de obtenção do valor- p do teste BP

O critério de decisão do teste BP é realizado da seguinte forma:

Se o valor- $p \geq \alpha$, não se rejeita H_0 , ou seja, a qualidade sensorial do produto analisado manteve ou melhorou. Caso contrário, se valor- $p < \alpha$, rejeita-se H_0 , ou seja, a qualidade sensorial piorou.

Nota-se que esse teste recebe o nome de *bootstrap* paramétrico, pelo fato de estar utilizando as estimativas dos parâmetros desconhecidos (probabilidades de sucesso da população), por meio da amostra aleatória original disponível para gerar dados da distribuição de interesse, que é a normal bivariada.

Resultados

O estudo preliminar dos dados de berinjela minimamente processada foi realizado com auxílio da Figura 3.

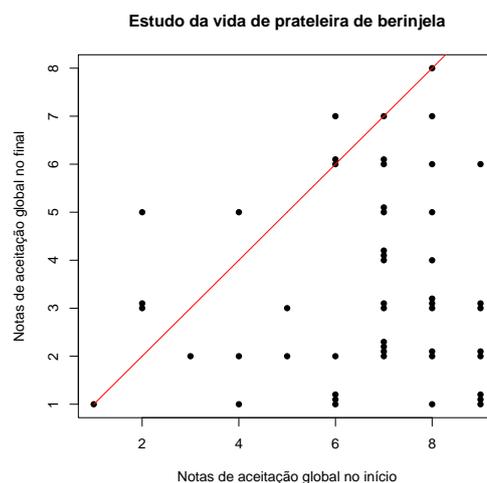


Figura 3: Notas de aceitação global no início \times Notas de aceitação global no fim

Visualizando a Figura 3, pode-se dizer que apenas 5 consumidores deram notas maiores no fim da vida de prateleira em relação ao início, 5 deram notas iguais no início e no fim e 40 deram notas maiores no início em relação ao fim, ou seja, 80% dos consumidores que avaliaram as berinjelas diagnosticaram que sua qualidade sensorial piorou.

Vale notar que a reta na cor vermelha da Figura 3, está indicando as notas iguais no início e no fim; acima dela estão as notas que são maiores no fim em relação ao início e abaixo estão as que são maiores no início em relação ao fim.

A estimativa pontual do *IQS* para os dados de berinjela é igual a 0,509; informando que a qualidade sensorial diminuiu, mas sem uma significância estabelecida. Note que para esse valor da estimativa do *IQS*, considerando que esses dados foram avaliados com $k=9$ e $m=50$, Bastos (2013) mostra que o teste *BP* apresenta taxa de poder, aproximadamente, igual a 1.

Aplicando o teste *BP* para o *IQS* aos dados de berinjela, o valor- p foi igual a 0,001; ou seja, a 5% de significância, rejeita-se H_0 , confirmando que a qualidade sensorial da berinjela, do início até o fim, piorou.

Conclusões

Pode-se concluir que:

- o funcionamento do teste *BP* para o *IQS* foi apresentado em detalhes;
- foi realizado um estudo preliminar dos dados de berinjela minimamente processada;
- foi aplicado o teste *BP* para o *IQS* nesses dados, informando que a qualidade sensorial diminuiu significativamente.

Agradecimentos

Agradecimento a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro, ao XIII Encontro Mineiro de Estatística (MGEST) e a Revista *Sigmae* pelo espaço concedido.

Referências

- BASTOS, R. L. *Proposição de testes bootstrap para o índice de qualidade sensorial*. 2013. 125 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- IMM, B. Y.; LEE, J. H.; LEE, S. H. Sensory quality index (*SQI*) for commercial food products. *Food Quality and Preference*. Republic of Korea: Elsevier, 2011. p. 748-752.
- PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology Symposium*, Chicago, v. 11, n. 9, p. 9-14, 1957.
- PETERNELLI, L. A.; MELLO, P. de. *Conhecendo o R: Uma visão estatística*. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 181p.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.r-project.org/>.