

ESTUDO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PEGAJOSIDADE DE ARROZ

George von Borries¹; Michela Okada Chaves²; Heloisa Celis de Paiva Bresegheho³

Palavras-chave: terras altas, irrigado, Análise de Mantel-Haenszel, Teste de Kruskal-Wallis, análise sensorial

INTRODUÇÃO

A análise sensorial de pegajosidade de arroz, realizada por equipe treinada para este fim, visa auxiliar na indicação de materiais (cultivares) de arroz mais promissores para o mercado. Entretanto, como o painel de avaliação é composto por diferentes avaliadores, podem ocorrer inconsistências nas avaliações, tanto com relação às amostras avaliadas, quanto aos indivíduos que realizam esta avaliação. O presente estudo consiste da análise estatística de 4 amostras diferentes de arroz irrigado com base em notas atribuídas por um painel sensorial treinado. Três avaliadores atribuíram notas de pegajosidade numa escala hedônica variando de 1 (muito pegajoso) a 7 (muito solto), em diferentes épocas. O objetivo deste trabalho foi verificar se os avaliadores eram consistentes em suas avaliações entre as amostras e entre seus pares.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizadas as cultivares IRGA 417, BRS Tropical, BRA 051077 e BRS Pampa. Dois avaliadores, identificados como AC e AF, atribuíram notas às amostras em três períodos de tempo: 45 dias, 72 dias e 134 dias após a colheita. Um dos avaliadores, identificado como AP, participou do estudo somente no último período (134 dias após a colheita). Cada avaliador provou a mesma amostra por 2 vezes, em dias alternados. A Figura 1 mostra a escala de notas utilizada, sendo que as notas em vermelho são as referências fixas para as notas 2 (pegajoso), 4 (mais ou menos solto) e 6 (solto). Todas as amostras foram beneficiadas com grau de polimento entre 95 e 105.



Figura 1: Escala de notas para pegajosidade.

1 Análise de Mantel-Haenszel

A estatística de Mantel-Haenszel (ou Cochran-Mantel-Haenszel, CMH) pode ser utilizada para testar a hipótese nula de ausência de associação entre a avaliação atribuída à pegajosidade do arroz e o tempo de avaliação, ajustado pelo avaliador/cultivar de arroz. Isto é, procurou-se verificar se para cada avaliador/cultivar (ID) existe uma associação entre a resposta dada e tempo de avaliação, indicando por exemplo uma alteração na pegajosidade ao longo do tempo para alguma cultivar analisada, com diferença ocorrendo no julgamento

¹ PhD em Estatística, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70910-900, gborries@unb.br.

² MSc em International Management, Embrapa Arroz e Feijão.

³ Engenheira agrônoma, Embrapa Arroz e Feijão.

de pelo menos um avaliador. Em geral, a literatura (STOKES et al., 2012, KURITZ et al., 1988, ZHANG e BOOS, 1996) apresenta três estatísticas principais de Mantel-Haenszel (MH). Utilizando-se a notação de STOKES et al. (2012), tem-se: (1) QGMH - variáveis de interesse estão na escala nominal); (2) QSMH - os níveis da variável resposta estão na escala ordinal; (3) QCSMH - a resposta e a variável de grupos são ambas ordinais. Detalhes sobre o cálculo de cada estatística podem ser obtidos em STOKES et al (2012) e KURITZ et al. (1988). Para esta análise foi utilizado SAS versão 9.4 para Windows.

2 Teste de Kruskal-Wallis

O teste de Kruskal-Wallis procura identificar diferenças entre tratamentos e utiliza o rank das observações nas comparações.

3. Modelo para resposta sensorial

Neste estudo considera-se a modelagem da resposta sensorial atribuída a cada amostra em função do avaliador e período em que a avaliação é feita (tempo). Foi considerado o modelo logito cumulativo de efeitos fixos utilizando a abordagem GEE (Generalized Estimating Equations). Este modelo é discutido em detalhes em AGRETI (2002). A função logito é utilizada porque sendo a avaliação sensorial ordinal, as respostas do modelo linear são multinomiais, e não normais, como no modelo ANOVA usual. O modelo logito cumulativo de efeitos fixos pode ser descrito como

$$\text{logit}[P(Y_t \leq j)] = \alpha_j + \beta_1 t + \beta_2 a + \beta_3 ta, \quad (1)$$

com

Y_t : resposta sensorial atribuída a amostra;

$j = 3, \dots, 6$: possível resposta sensorial (na escala redefinida);

t : tempo (período) de avaliação;

a : avaliador/cultivar

ta : efeito de interação do tempo e avaliador/cultivar.

ainda:

$$\text{logit}[P(Y_t \leq j)] = \log \frac{P(Y_t \leq j)}{1 - P(Y_t \leq j)},$$

sendo $P(Y_t \leq j)$ a probabilidade de uma resposta sensorial ser igual ou inferior a j . De maneira geral, busca-se evidências da existência de influência do tempo e avaliador/cultivar na probabilidade de uma resposta sensorial atribuída a uma amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas dificuldades para análise foram encontradas na realização do estudo: (1) existência de apenas duas repetições para cada período analisado, dificultando a verificação de alguma tendência nas notas atribuídas pelos avaliadores; (2) baixo número de avaliadores, que faz com que qualquer avaliação fora do padrão tenha grande peso na análise; (3) avaliações incompletas para 1 entre 3 avaliadores: um dos avaliadores participou da análise apenas no último período de tempo, tornando limitada a escolha de uma metodologia estatística; (4) as categorias no extremo da escala (notas 1 e 7) não são observadas ou apresentam um pequeno número de observações (1 ou 2 casos, por exemplo). Isto exige a recodificação da escala ou eliminação dos pontos pouco frequentes.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos na análise Mantel-Haenszel para QSMH (Média de Escores Difere) e QCSMH (Correlação não nula), uma vez que a resposta é ordinal. QSMH mostra evidência para rejeitar a hipótese de ausência de associação, enquanto que QCSMH não rejeita a hipótese nula. Este fato pode ser explicado quando se

analisa o gráfico de escores médios atribuídos por cada avaliador, em cada cultivar (Figura 2).

Nota-se que quando se considera a ordem da variável tempo, o que é feito na estatística QCSMH, a estatística é não significativa (p -valor = 0,3225), indicando que não existe uma tendência linear na média dos escores de avaliação entre os diferentes avaliadores/cultivares, i.e., não existe uma tendência de aumento ou diminuição dos escores atribuídos ao longo do tempo. As notas médias para cada período são: 5,04 para 45 dias após a colheita, 5,73 para 72 dias após a colheita e 4,92 para 134 dias após a colheita. Já ao ignorar a ordem da variável tempo e considerar QSMH, a estatística é significativa (p -valor = 0,0222) ao nível = 0,10, indicando que existe uma associação entre os escores médios atribuídos pelos diferentes avaliadores/cultivares. Isto ocorre porque, como pode ser observado na Figura 2, um dos períodos tem resposta sensorial média superior aos demais (tempo = 72) e as respostas dos avaliadores sobre uma cultivar segue sempre uma tendência (maior ou menor) em relação a nota de outro avaliador/cultivar⁴. Exemplo: as notas do avaliador AC para BRS Pampa (ID = 1) são inferiores (em média) as demais. As notas médias para avaliador/cultivar1 são: (1) 4,83, (2) 5, (3) 5,33, (4) 4,33, (5) 5, (6) 4,67, (7) 5,33, (8) 5, (9) 6,31, (10) 5,81, (11) 6,31 e (12) 4,81.

Tabela 1. Resultados da análise Mantel-Haenszel para as 4 amostras de arroz para hipóteses QSMH (row mean scores) e QCSMH (nonzero correlation).

Estatística de Cochran-Mantel-Haenszel (Baseada na tabela de escores)			
Estatística	Hipótese alternativa	Valor	p-valor
1	Correlação não nula	0,9786	0,3225
2	Média de Escores Difere	7,6166	0,0222

Nota: Amostra efetiva = 56, Valores faltantes = 16.

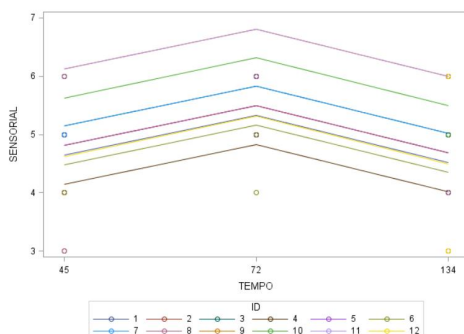


Figura 2. Respostas sensoriais por período de tempo para cada avaliador/variedade. IDs: (1) AC e IRGA417, (2) AC e BRS TROPICAL, (3) AC e BRA0510177, (4) AC e BRS PAMPA, (5) AF e IRGA417, (6) AF e BRS TROPICAL, (7) AF e BRA0510177, (8) AF e BRS PAMPA, (9) AP e IRGA417, (10) AF e BRS TROPICAL, (11) AF e BRA0510177, (12) AF e BRS PAMPA.

Utilizando as medidas de associação CMH e as análises gráficas, conclui-se que as avaliações de cada avaliador em relação a cada cultivar são consistentes ao longo do

⁴ IDs: (1) AC e IRGA417, (2) AC e BRS TROPICAL, (3) AC e BRA0510177, (4) AC e BRS PAMPA, (5) AF e IRGA417, (6) AF e BRS TROPICAL, (7) AF e BRA0510177, (8) AF e BRS PAMPA, (9) AP e IRGA417, (10) AF e BRS TROPICAL, (11) AF e BRA0510177, (12) AF e BRS PAMPA.

tempo. Os avaliadores apresentam pequenas divergências em suas respostas, porém atribuindo valores menores ou maiores nos mesmos períodos de tempo e para as mesmas cultivares. No Teste de Kruskal-Wallis, ao se incluir os 3 avaliadores, o teste não apresenta diferença significativa entre as avaliações sensoriais para o nível $\alpha = 0.05$ ($\chi^2 = 4, 6536$ e $p\text{-valor} = 0, 0976$). Entretanto, esta conclusão seria diferente para um nível $\alpha = 0, 10$. Este é um resultado que indica a necessidade de um aumento da amostra antes que se tome uma decisão sobre as avaliações sensoriais dos diferentes avaliadores. Ao incluir somente os 2 avaliadores que participaram dos 3 momentos do estudo, conclui-se que não existe evidência para rejeitar a igualdade nos escores atribuídos na avaliação sensorial destes dois avaliadores ($\chi^2 = 0, 21$ com $p\text{-valor} = 0, 6464$). As Tabelas 2 e 3 mostram a distribuição das avaliações sensoriais para arroz irrigado e a escala de avaliação sensorial redefinida para uma escala com 4 categorias ordinais, respectivamente.

Tabela 2. Distribuição das notas das avaliações sensoriais para arroz irrigado

Avaliação Sensorial	1	2	3	4	5	6	7
Frequência	0	2	2	11	21	19	1

Tabela 3. Escala de avaliação sensorial (notas) redefinida para uma escala com 4 categorias ordinais

Avaliação Sensorial	≤ 3	4	5	≥ 6
Frequência	4	11	21	20

Utilizando a PROC GENMOD do SAS para o Modelo Logito, nenhum dos parâmetros do modelo se mostrou significativamente diferente de zero ($H_0: \beta_i = 0, i = 1, 2, 3$), indicando que não existe influência do tempo ou avaliador/cultivar na atribuição dos escores às diversas amostras.

CONCLUSÃO

O estudo utilizou uma abordagem de dados categorizados para respostas com distribuição multinomial, uma vez que as respostas são ordinais (avaliação sensorial). As unidades experimentais foram agrupadas pelo par avaliador/cultivar. Deste estudo foi possível concluir que as respostas tendem a não diferir ao longo do tempo. Algumas respostas sensoriais para avaliador/cultivar são mais elevadas que outras, mas seguem a mesma tendência. As avaliações sensoriais dos dois avaliadores que participaram de todas as avaliações indicam uma consistência na avaliação, não apresentando diferença significativa ao longo do tempo e para diferentes amostras de arroz irrigado. Estudos mais detalhados devem ser feitos para confirmar a ideia de que a avaliação sensorial de pegajosidade é restrita a amostra em questão, (1) sem influência do avaliador, mostrando consistência do treinamento; (2) sem influência das cultivares, mostrando que talvez os resultados possam ser generalizados; e (3) sem influência do tempo de avaliação, mostrando que a pegajosidade não parece ser alterada para amostras com maior tempo de colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- STOKES, M.E. et al. Categorical Data Analysis Using SAS. **SAS Institute**, 3ª ed., 2012
- KURITZ, S.J.; et al. A General Overview of Mantel-Haenszel Methods. **Ann. Rev. Public Health**, v. 9, p.123-160, 1988.
- ZHANG, J.; BOOS, D.D. Generalized Cochran-MantelHaenszel Test Statistics for Correlated Categorical Data. **Department of Statistics, North Carolina State University**, USA, 1996.
- AGRETI, A. Categorical Data Analysis. Wiley, 2ª ed., 2002.