SENSOMETRIA

Adilson dos Anjos

Departamento de Estatística
Universidade Federal do Paraná
aanjos@ufpr.br

Curitiba, PR
24 de março de 2015

SENSOMETRIA

– Métodos Discriminativos –

Teste de ordenação

Teste de Ordenação

- Objetivo: comparar diferentes amostras com relação a intensidade de um **atributo específico**;
- Pode ser utilizado para:
  1. Avaliação de produtos (preferência);
  2. Avaliação de avaliadores;

Teste de Ordenação

- Para cada avaliador são apresentadas 3 ou mais amostras;
- Solicita-se que o avaliador ordene as amostras em ordem crescente ou decrescente;
- Por exemplo: fornecer 4 sucos de uva com diferentes concentrações de açúcar.
- Avaliar apenas um atributo por teste: açúcar, acidez;
- apresentar as amostras de forma balanceada e aleatória;

Teste de Ordenação

O teste:

- O avaliador deve fazer uma análise inicial e ordenar as amostras;
- Em seguida, reavaliar as amostras para confirmar a ordenação ou alterá-la;
- Em um teste de preferência solicitar ao avaliador colocar na posição 1 a amostra mais preferida, na posição 2 a segunda e assim por diante;
- Em um teste para avaliar a intensidade de um produto instruir o julgador para colocar na posição 1 a amostra com atributo menos intenso, na posição 2 o segundo com o atributo menos intenso e assim por diante.
- Pode ser permitido ao avaliador fornecer um *empate* entre as amostras (há algumas modificações em testes);

Teste de Ordenação

- Para um teste de preferência são recomendados pelo menos 60 consumidores;
- Para avaliadores selecionados e treinados, entre 12 e 15;
- Os avaliadores atuam como blocos nessa análise;

Teste de Ordenação

Podem existir duas situações:

1. Não existe uma ordem predefinida entre as amostras com relação ao atributo sendo avaliado:
   Exemplo: acidez de marcas de azeite.
2. Existe uma ordem predefinida entre as amostras:
   Exemplo: doses de açúcar.

Teste de Ordenação

No primeiro caso,

- não se conhece a acidez nas amostras;
- avaliar se existe **diferença** entre as somas dos *rankings*;
- se há diferença, pode-se comparar os *rankings* entre os amostras;

Utiliza-se o **Teste de Friedman** (julgadores como blocos)

Teste de Ordenação

No segundo caso,

- sabe-se a concentração de açúcar nas amostras;
- avaliar se existe uma tendência nas ordens das somas dos *rankings*;
- se há uma tendência, pode-se comparar os *rankings* entre os produtos;

Utiliza-se o **Teste de Page**

Teste de Ordenação

Teste de Friedman: Delineamento em blocos completos casualizados

Estatística de teste:

$$T = [\frac{12}{K(J)(J+1)} \sum_{j=1}^{J} T_j^2] - 3K(J+1)$$

K número de avaliadores, J número de produtos e T_j a soma dos rankings de cada produto.

$$T \sim \chi^2_{\alpha;(j-1)}$$

Teste de Ordenação

Comparação dos *Rankings*

Estatística de teste:

$$LSD_{rank} = z_{\alpha/2}\sqrt{KJ(J+1)/6}$$

Duas amostras são consideradas diferentes quando para um determinado nível α a diferença entre as somas dos rankings são maiores do que LSD_{rank}.

Teste de Ordenação

Teste de Page

- O Teste de Page pressupõe alguma informação *a priori* sobre a ordem dos produtos;
- Esse teste deve ser utilizado para o caso do “teste de Friedman”;
- O princípio do teste é uma soma ponderada de rankings;

Teste de Ordenação

Teste de Page

Estatística de teste:

$$L = \sum_{i=1}^{k} iR_i$$

i é o ranking da amostra (ou tratamento) e R_i é a soma dos rankings da i-ésima amostra;

Teste de Ordenação

Teste de Page

$$L_{critico} = \frac{n(k^3-k)}{12}[\frac{Z_{crctico}}{\sqrt{n(k-1)}} + \frac{3(k+1)}{k-1}]$$

Para valores grandes de n e k, a estatística $L_{critico}$, possui, assintoticamente, uma distribuição Normal com média μ e variância σ^2, em que

$\mu = nk(k+1)^2/4$ e $\sigma^2 = n(k-1)k^2(k+1)^2/4$

Teste de Ordenação

Teste de Page

A estatística Z

$$Z = \frac{L - \mu}{\sigma}$$

possui, assintoticamente, uma distribuição normal padrão.

Teste de Ordenação

Exemplos: Teste de Friedman e Teste de Page

Pacotes do R:

```
> library(agricolae) # Teste de Friedman
> library(crank) # Teste de Page
```

Teste de Ordenação

Teste de Friedman: Exemplo (Dutcosky, p. 195, 2013)

```
> avaliador<-gl(15,3)
> produto<-gl(3,1,45)
> posicao<-c(2,1,3,1,2,3,2,1,3,1,3,2,2,1,3,2,1,3,1,2,3,2,
+  1,3,2,1,3,1,2,3,3,1,2,2,1,3,1,2,3,1,2,3,2,1,3)
```

Teste de Ordenação

Teste de Friedman: Exemplo (Dutcosky, p. 195, 2013)

```
> friedman(avaliador,produto,posicao,alpha=0.05,group=TRUE,c

Study: posicao ~ avaliador + produto

produto,  Sum of the ranks

  posicao  r
1      25 15
2      22 15
3      43 15

Friedman's Test
===============
Adjusted for ties
```

Teste de Ordenação

Teste de Page: Exemplo

Considere o seguinte conjunto de dados, onde 4 avaliadores ordenaram 4 produtos. Sabe-se que existe uma ordem predefinida entre os produtos com relação a algum atributo.

```
> A<-c(1,1,1,1); B<-c(2,3,2,2)
> C<-c(3,2,3,4); D<-c(4,4,4,3)
> dados<-data.frame(A,B,C,D)
> dados.m<-as.matrix(dados,nrow=4)
```

Teste de Ordenação

Teste de Page: Exemplo

Os dados necessitam estar em um objeto do tipo `matrix`.

```
> dados.m
     A B C D
[1,] 1 2 3 4
[2,] 1 3 2 4
[3,] 1 2 3 4
[4,] 1 2 4 3
```

Teste de Ordenação

```
> page.trend.test(dados.m)

Page test for ordered alternatives
L = 118  p(table)  <=.001
```

Teste de Ordenação

Teste de Page: Exemplo

No exemplo:

$$L = R_1 + 2R_2 + 3R_3 + 4R_4$$
$$L = 4 + (2)9 + (3)12 + (4)15 = 118$$