

# Avaliação de uma disciplina básica de Estatística por *Conjoint Analysis*

Eduardo Campana Barbosa<sup>12</sup>

Carlos Henrique Osório Silva<sup>3</sup>

## 1 Introdução

O ensino de estatística em cursos de graduação merece especial atenção, pois em quase todas as áreas do conhecimento as técnicas estatísticas são aplicadas em atividades de pesquisa e geração de novas tecnologias. Portanto, devido à importância desta ciência na formação profissional dos estudantes, torna-se evidente que o ensino deve ser planejado e trabalhado com responsabilidade, de modo que a condução de uma disciplina de estatística vise não somente maximizar o aprendizado, mas também a satisfação dos alunos com relação a diversos fatores, tais como o conteúdo ministrado, a forma de avaliação e a atuação dos monitores etc. O presente trabalho tem por objetivo a utilização da metodologia *Conjoint Analysis* para verificar a preferência dos alunos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em relação a 8 modelos de aula para a disciplina EST105, Curso de Iniciação à Estatística, uma disciplina de 4 créditos oferecida pelo Departamento de Estatística (DET) a diversos cursos da UFV.

## 2 Materiais e Métodos

A disciplina EST 105 é oferecida para alunos de graduação da UFV como uma disciplina básica, preparatória para cursos de estatística mais avançados e específicos, tais como Estatística Experimental, Estatística Multivariada, Modelos Lineares etc.

Para aplicação da metodologia *Conjoint Analysis*, conforme descrita em Silva e Bastos (2010), foram estabelecidos 4 fatores com dois níveis cada. Os fatores e os respectivos níveis (em parênteses) propostos neste estudo foram: **Fator 1: Tempo de aula** ( $\beta_{11}$ : 2 aulas de 1,5 horas na semana ou  $\beta_{12}$ : 1 aula de 3 horas na semana), **Fator 2: Monitoria** ( $\beta_{21}$ : Apenas aulas de exercícios ou  $\beta_{22}$ : Atendimento individual ou em Grupos), **Fator 3: Número de**

---

<sup>1</sup> Agradecimentos à Fapemig, Capes e CNPq pelo apoio financeiro.

<sup>2</sup> Mestrando em Estatística Aplicada e Biometria (DET-UFV); [duducampana@hotmail.com](mailto:duducampana@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor Associado III do DET-UFV; [chos@ufv.br](mailto:chos@ufv.br)

**Provas por Semestre** ( $\beta_{31}$ : 3 ou  $\beta_{32}$ : 4), **Fator 4: Aplicação das Provas** ( $\beta_{41}$ : Provas formuladas pelo professor da turma de EST-105 e aplicadas no horário de aula ou  $\beta_{42}$ : uma única prova para todas as turmas, formulada pelo coordenador da disciplina e aplicada no turno da noite). A combinação destes fatores em um fatorial completo resultou em um total de  $2^4 = 16$  possíveis modelos de aula para a disciplina EST105. No entanto, conforme Silva e Bastos (2010), para evitar fadiga dos alunos ao avaliar as alternativas, optou-se por um delineamento fatorial fracionado que selecionou 8 modelos.

A avaliação destes foi realizada por meio de frases, contendo cada uma um nível de cada fator. Estas 8 frases foram apresentadas a uma amostra aleatória de 60 alunos, aos quais foi pedido que atribuísse uma nota de preferência para cada modelo conforme descrito na frase. Para mensurar a nota de preferência utilizou-se uma escala linear não estruturada de 9 centímetros, conforme em Dantas et al. (2005) e Della Lúcia et al. (2007). Destaca-se que a nota 1 e 9 correspondem, respectivamente, a definitivamente não escolheria e definitivamente escolheria o modelo de aula proposto.

A fim de eliminar alunos que supostamente não discerniram entre os 4 fatores e conseqüentemente não avaliaram os 8 modelos adequadamente, após a tabulação dos dados procedeu-se à análises de variância (ANOVA) para cada respondente, sendo a fonte de variação das ANOVAs os 4 fatores (com 1 GL cada) e o resíduo (com 3 GLs). Foram retirados da amostra aqueles cujas ANOVAs não apresentaram nenhum dos 4 fatores significativos para  $\alpha = 20\%$ . Este procedimento e a aplicação da metodologia *Conjoint Analysis*, descrita a seguir, foram realizados no *software* livre R (R Development Core Team, 2012).

## 2.1 *Conjoint Analysis* baseada em Notas

O modelo estatístico (1) empregado neste estudo considerou apenas os efeitos principais. A metodologia *Conjoint Analysis* também permite estudar o efeito das interações, porém, segundo Siqueira (2000), o percentual de explicação da variabilidade total associada a estas é pequeno, cerca de 5 a 10%, por isso muitas vezes são negligenciadas.

$$U_{nj} = \beta_0 + \sum_{s=1}^4 \sum_{i=1}^2 X_{si}^j \beta_{si} + \varepsilon_{nj} \quad (1)$$

$U_{nj}$  é a utilidade atribuída pela nota de preferência ao tratamento (ou modelo)  $j$  pelo avaliador  $n$ ;  $\beta_0$  é o intercepto do modelo;  $X$  é a matriz de delineamento e portanto,  $X_{si}^j = 1$  quando o

nível  $i$  do fator  $s$  esta presente no tratamento  $j$  e  $X_{si}^j = 0$  caso contrário;  $\beta_{si}$  é o coeficiente de preferência (*part-worths*) associado ao nível  $i$  do fator  $s$ ;  $\varepsilon_{nj}$  é o erro aleatório não observável associado à avaliação de preferência da opção  $j$  pelo avaliador  $n$ .

Conforme o modelo (1), o efeito de cada nível é representado por um parâmetro do vetor  $\beta = (\beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{21}, \beta_{22}, \beta_{31}, \beta_{32}, \beta_{41}, \beta_{42})$ . As estimativas foram obtidas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários completando o posto da matriz X com a restrição  $\sum_{i=1}^2 \beta_{si} = 0$ . Quanto à interpretação dos  $\hat{\beta}_{si}$ , se o sinal for negativo, o nível  $i$  do fator  $s$  apresenta efeito desfavorável, o que diminui a nota de preferência, se positivo, o efeito é favorável e, portanto, aumenta a nota de preferência.

A estimativa da Importância de cada fator e da Importância Relativa ( $\widehat{IR}$ ), em percentual, é dada por (2) e (3), respectivamente.

$$\widehat{I}_s = \max(\hat{\beta}_{si}) - \min(\hat{\beta}_{si}) \quad (2)$$

$$\widehat{IR}(\%) = \frac{\widehat{I}_s}{\sum_{s=1}^r \widehat{I}_s} \cdot 100 \quad (3)$$

Maiores detalhes sobre a metodologia empregada neste trabalho são apresentadas em Silva e Bastos (2010). Alguns estudos que empregaram a metodologia de *Conjoint Analysis* podem ser encontrados em Dantas et al. (2005), Della Lúcia et al. (2007), Schnettler et al. (2009) entre outros.

### 3 Resultados e Discussão

A amostra inicial era composta por alunos de 15 cursos diferentes da Universidade Federal de Viçosa, sendo estes: Administração (1), Agronomia (5), Bacharelado em: Ciências Biológicas (1) e Química (6), Bioquímica (4), Ciências Contábeis (1), Ciências da Computação (1), Engenharia de: Alimentos (3), Produção (1), Florestal (20), Química (6), Licenciatura em: Ciências Biológicas (2), Matemática (3), Química (1) e Zootecnia (5). Destaca-se que a grande parte dos alunos que participaram da pesquisa cursavam o segundo (23) e quarto (33) períodos.

Após o procedimento da ANOVA foram removidos da amostra 19 respondentes, visto que para estes os 4 fatores em estudos não foram significantes ( $p\text{-value} > 0,20$ ). A Tabela 1 apresenta as estimativas de Mínimos Quadrados Ordinários para o vetor de parâmetros e as Importâncias Relativas estimadas para cada Fator (%).

Tabela 1: Resumo dos Resultados da Metodologia *Conjoint Analysis*.

Fatores	Níveis	Coefficientes de Preferência	Importâncias Relativas
Intercepto	$\beta_0$	4,1598	-
Tempo de Aula (Fator 1)	$\beta_{11}$	1,0128	65,11 %
	$\beta_{12}$	-1,0128	
Monitoria (Fator 2)	$\beta_{21}$	0,2659	17,09 %
	$\beta_{22}$	-0,2659	
Número de Provas (Fator 3)	$\beta_{31}$	0,2579	16,57 %
	$\beta_{32}$	-0,2579	
Aplicação das Provas (Fator 4)	$\beta_{41}$	-0,0189	1,21 %
	$\beta_{42}$	0,0189	

Os coeficientes de preferência estimados, apresentados na Tabela 1, conforme as equações (2) e (3), fornecem a Importância Relativa de cada fator:

$$\hat{I}_1 = 1,0128 - (-1,0128) = 2,0256$$

$$\hat{I}_2 = 0,2659 - (-0,2659) = 0,5318$$

$$\hat{I}_3 = 0,2579 - (-0,2579) = 0,5158$$

$$\hat{I}_4 = 0,0189 - (-0,0189) = 0,0378$$

A soma da importância estimada de cada fator é  $\sum_{s=1}^r \hat{I}_s = 3,1110$ .

$$\widehat{IR}_1(\%) = \frac{2,0256}{3,1110} \cdot 100 = 65,11\%$$

$$\widehat{IR}_2(\%) = \frac{0,5318}{3,1110} \cdot 100 = 17,09\%$$

$$\widehat{IR}_3(\%) = \frac{0,5158}{3,1110} \cdot 100 = 16,57\%$$

$$\widehat{IR}_4(\%) = \frac{0,0378}{3,1110} \cdot 100 = 1,21\%$$

A Importância Relativa pode ser entendida como o impacto ou efeito que cada fator exerce sobre a nota de preferência do avaliador (estudante) em relação ao modelo de aula para a disciplina de EST-105.

## 4 Conclusões

O fator Tempo de Aula é o que apresenta maior importância na opinião dos alunos, com  $\widehat{IR} = 65,11\%$ . Em contra partida, o fator Aplicação das Provas foi o menos importante, com  $\widehat{IR} = 1,21\%$ . Pode-se concluir que o aluno preferiu o seguinte modelo de aula para a disciplina de EST-105: 2 aulas de 1,5 horas na semana, apenas aulas de exercícios nas monitorias, 3 provas aplicadas durante o semestre sendo estas formuladas pelo coordenador da disciplina de EST-105 e aplicadas no turno da noite. Neste sentido, os resultados obtidos podem ser discutidos entre os professores visando aumentar a satisfação dos alunos quanto ao conteúdo ministrado e a forma de transmissão.

## Referências

- [1] DANTAS, M. I. S. **Impacto da Embalagem de Couve Minimamente Processada na Intenção de Compra do Consumidor**. 77 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG (2001).
- [2] DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A. . Fatores da embalagem de café orgânico torrado e moído na intenção de compra do consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 485-491, 2007.
- [3] R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**.
- [4] SCHNETTLER, Berta.; RUIZ, Danilo., SEPÚLVEDA, Oriana.; SEPÚLVEDA, José.; DENEGRI, Marianela. Importancia del origen en la decisión de compra de arroz en Talca y Temuco, Chile. **Ciencia e Investigación Agraria (En línea. Edición en Español)**, v. 36, p. 239-248, 2009.
- [5] SILVA, C. H. O.; BASTOS, F. S. **Introdução a Conjoint Analysis** (Minicurso, IX MGEST. Departamento de Estatística). Universidade Federal de Viçosa, 2010. 45 p.
- [6] SIQUEIRA, J. de O. **Mensuração da Estrutura de Preferência do Consumidor: Uma aplicação de Conjoint Analysis em Marketing**. 230 p. Dissertação (Mestrado em Administração, concentração em métodos quantitativos), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.