

APURAÇÃO DAS VARIÁVEIS DECISÓRIAS MAIS IMPORTANTES E DE UMA FUNÇÃO UTILIDADE NA ESCOLHA DO MODO DE TRANSPORTE EM UMA REGIÃO PRODUTORA DE GRANÉIS AGRÍCOLAS USANDO A TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

Raquel da Fonseca Holz

Milton Luiz Paiva de Lima

Mestrando do Curso de Engenharia Oceânica – FURG, Rio Grande, RS

Departamento de Materiais e Construção – FURG, Rio Grande, RS

RESUMO

Este trabalho usou a técnica de Preferência Declarada (Stated Preference) para realizar um estudo analisando a possibilidade do uso do modo hidroviário no transporte de arroz, numa região produtora onde os usuários usam apenas o modo rodoviário para o escoamento de sua produção. Foram apurados os principais atributos considerados pelos usuários no processo de escolha do modo de transporte. Tais atributos foram usados na elaboração de um experimento fatorial, gerando um número determinado de alternativas. Estas alternativas foram submetidas aos usuários, os quais realizaram uma série de escolhas, permitindo a calibração de um Modelo Logit Multinomial e a obtenção de uma função utilidade linear. Os resultados evidenciaram que a metodologia empregada pode ser usada como uma ferramenta útil em situações deste tipo, possibilitando que se tenha condição de prever o comportamento futuro dos usuários diante de novas alternativas de transporte.

ABSTRACT

This work used the Stated Preference technique to accomplish a study analyzing the possibility of the use in the hidroviario way in the transport of rice, in a producing area where the users just use the road way for the drainage of his production. The main attributes considered by the users were selected in the process of choice in the transport way. Such attributes were used in the elaboration of a factorial experiment, that generated a certain number of alternatives. These alternatives were submitted to the users, which accomplished a series of choices, resulting in the model Logit Multinomial calibration and a function linear utility. The results showed that the methodology employed can be used as a useful tool in these types of situation. It permits the prediction of the future behaviour of the users in the face of the new alternatives of transport.

1. INTRODUÇÃO

Neste estudo, é analisada a possibilidade do uso do modo hidroviário no transporte de arroz, numa região produtora onde os usuários usam apenas o modo rodoviário para o escoamento de sua produção. Inicialmente, são determinadas as principais variáveis consideradas pelos usuários de transporte de carga da região, em seu processo decisório de escolha do modo de transporte. Com o uso da técnica de Preferência Declarada (Stated Preference) para a coleta dos dados e com o uso de um Modelo Logit Multinomial é obtida uma função utilidade, através da qual é possível estabelecer a importância relativa de cada uma das variáveis consideradas.

Neste trabalho, usa-se a Técnica de Preferência Declarada, uma técnica que é amplamente usada no processo de coleta de dados para planejamento de sistemas de transportes, principalmente quando se estudam alternativas que ainda não estão implantadas.

O passo inicial para a aplicação desta técnica é a determinação das variáveis que são consideradas pelos usuários, no processo de decisão de escolha do modo de transporte para o envio de suas cargas, bem como o grau de importância destes referidos atributos. Usando como base teórica a Teoria Econômica do Consumidor da Microeconomia e utilizando-se uma formulação Logit Multinomial, podem ser determinadas as chamadas funções utilidade, que

expressam matematicamente a importância dos diferentes atributos considerados. Essa metodologia é aplicável na grande maioria dos problemas em que o levantamento e a análise da opinião dos usuários constituam aspectos básicos do estudo, como é o caso em questão.

1.1. Técnica de coleta de dados para a aplicação de modelos desagregados

Segundo Lima (2001), os estudos destinados a prever a conduta humana frente a alternativas, visando à tomadas de decisões, podem ser consideradas como sendo tarefas relativamente intrincadas e complexas.

Vários modelos têm sido desenvolvidos, os quais prevêm mudanças na demanda, principalmente em função de mudanças nas condições de oferta de um determinado serviço e de variáveis sócio-econômicas. Um ponto fundamental para a efetivação desses referidos modelos é a coleta adequada de dados e informações. Dentre as técnicas para a coleta de dados, foi escolhido a Técnica de Preferência Declarada (PD), a qual será abordada a seguir.

1.2. Técnica de Preferência Declarada (PD)

Para Kroes e Sheldon (1988) a técnica de Preferência Declarada refere-se a uma família de técnicas, as quais usam respostas individuais a respeito da preferência de entrevistados, em um conjunto de opções, com o objetivo de estimar funções utilidade.

Caldas (1998), diz que a principal vantagem da modelagem com dados de preferência declarada é que problemas associados com altos índices de correlação em variáveis podem ser evitados, da mesma forma que o número de variáveis a ser modelado também pode ser controlado, evitando-se situações de variáveis não observadas ou não desejadas. Além disso, a modelagem com este tipo de dados fornece mais informação sobre as preferências potenciais dos indivíduos, em comparação com a modelagem mais tradicional de Preferência Revelada. Ainda como uma vantagem adicional, esta técnica constitui-se em um instrumento para a avaliação de produtos ou serviços ainda não existentes.

1.3. Etapas de um experimento de Preferência Declarada (PD)

A seguir estão resumidos os principais procedimentos a serem seguidos na realização de um estudo usando a Técnica de Preferência Declarada (PD), segundo Almeida (1999):

Definição do método de entrevistas

- Entrevista face-a-face: as entrevistas são feitas pessoalmente junto ao entrevistado. As alternativas são apresentadas, geralmente, sob a forma de cartões, com cada cartão representando um cenário idealizado, onde os atributos apresentam diferentes níveis. É solicitado ao entrevistado que escolha, avalie ou ordene uma série desses cartões.
- Questionários auto-explicativos: as pesquisas são remetidas aos entrevistados via correio, fax, correio eletrônico, etc.
- Método Híbrido: os questionários também são enviados para os entrevistados via correio, fax ou correio eletrônico, mas, posteriormente, as entrevistas são conduzidas por telefone.

Seleção da amostra

- A amostra deve ser retirada aleatoriamente da população ou de um grupo que esteja diretamente envolvido no processo;

- Para aumentar o realismo do experimento é necessário que os entrevistados consigam visualizar as situações apresentadas como se as mesmas fossem reais.

Análise da forma e complexidade do experimento

Hensher (1993) Apud Azambuja (1995), apresenta uma seqüência lógica de tarefas requeridas para projetar um experimento de escolha discreta:

- Identificação do conjunto de atributos (variáveis de serviço) que necessita ser considerado. Bastos (1994) sugere a realização de uma pesquisa de questionários abertos, onde os entrevistados citam os atributos mais importantes a serem considerados;
- Seleção da unidade de medida para cada atributo considerado;
- Especificação do número e grandeza dos níveis dos atributos;
- Identificação das combinações com os níveis dos atributos (cada combinação possível de níveis e atributos que possa ser implantada recebe o nome de alternativa). Ben-Akiva e Lerman (1985) alertam para ao fato de que, antes de construir o esquema fatorial que resultará nos grupos de alternativas que serão submetidos aos entrevistados para o processo de escolha, pode ser necessário excluir as alternativas em condições fora da realidade e as alternativas dominantes e totalmente dominadas;
- Especificação do número de alternativas: não se trabalha com a totalidade das alternativas (fatorial completo), devido à limitação dos entrevistados em responder um grande número delas. Então, adotam-se as chamadas técnicas de fracionamento, onde se pode citar como mais importante o fatorial fracionário e os arranjos ortogonais desenvolvidos por Taguchi (Ross, 1991 e Souza, 1999).

Numa entrevista típica de PD as informações são fornecidas aos respondentes através de cartões. É comum apresentar cerca de cinco a nove cartões aos entrevistados. Os cartões devem conter, sempre que possível, informações na forma de figuras ou fotos, complementadas com os números apropriados e informações qualitativas. Todas as informações devem ser de fácil compreensão e utilizar nomenclatura e medidas de uso comum pelos entrevistados. Estes são solicitados, após os esclarecimentos e perguntas iniciais, a fazer suas opções entre as situações apresentadas. Embora as escolhas dos entrevistados possam ser realizadas de diversas maneiras, a pesquisa do tipo PD utilizada neste trabalho, foi feita segundo o procedimento de ordenação dos cartões (“ranking”).

No procedimento supracitado, os cartões são apresentados ao entrevistado numa seqüência aleatória, e ele escolhe a opção que mais lhe agrada. Esse cartão é então retirado do conjunto, e o entrevistado faz sua segunda opção, e assim sucessivamente. Sendo m o número de cartões, tem-se ao final $m-1$ escolhas diversas. Adotando-se um modelo logit multinomial para as probabilidades de escolha (Ben-Akiva e Lerman, 1985), procede-se ao ajuste de uma função utilidade tomando-se as $n(m-1)$ decisões, em que n é o número de entrevistas e m o número de cartões oferecidos aos entrevistados. O desdobramento do processo de escolha em $m-1$ decisões independentes por parte de cada entrevistado leva a um modelo denominado Logit Multinomial Explodido, o qual tem a seguinte expressão matemática:

$$P_n(1,2,...,j) = \prod_{i=1}^J \frac{e^{\beta X_{in}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta X_{jn}}} \quad (1)$$

onde P_n (1, 2, ..., j) expressa a probabilidade de observar uma ordem de classificação para a alternativa 1 ser preferida a 2, a alternativa 2 a 3 e assim por diante.

Os princípios que norteiam o enfoque exposto anteriormente são discutidos por Chapman e Staelin (1982) Apud Lima (2001). Uma vez que são comuns pesquisas com vários atributos, cada atributo com dois ou três níveis, a estrutura fatorial resultante pode se tornar muito grande. Nestes casos, costuma-se agrupar os cartões em blocos, distinguindo-os por cores diversas. O bloco de cartões a ser apresentado a um entrevistado deve ser então, extraído aleatoriamente do conjunto de blocos disponíveis. A estruturação das pesquisas segue as regras estatísticas de delineamento de experimentos fracionais em blocos.

2. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

2.1. Caracterização da Região de Aplicação da Metodologia

A hidrovia considerada neste trabalho é a Lagoa Mirim, a segunda maior lagoa do Brasil. Limitando-se, entre outros, com o município de Arroio Grande. A lagoa também faz em parte fronteira com a República Oriental do Uruguai. A região ainda abriga a Laguna dos Patos a maior lagoa de água doce do mundo.

A Lagoa Mirim é relativamente rasa, com profundidade média de 6m, extensão aproximada de 180 km, largura média de 22 km e máxima de 37 km, é considerado o terceiro lago natural da América do Sul em volume d'água (Agência da Lagoa Mirim 2005), cobrindo uma área de 57.092 km², 49% destes em território brasileiro e 51% em território uruguaio (Beltrame & Tucci, 1998).

No que diz respeito à carga objeto de estudo, pode-se dizer que o arroz é uma das mais significativas em termos de movimentação. Para o estado do Rio Grande do Sul, a cultura do arroz desempenha fundamental papel em sua economia. Ele é o maior produtor nacional, participando com o percentual médio aproximado de 46% de toda a produção brasileira, sendo seguido, pelos estados de Mato Grosso, Santa Catarina, Maranhão, Pará e Tocantins, sendo que no Maranhão, Pará e Tocantins é cultivado o arroz de sequeiro, considerado de menor qualidade que o arroz irrigado (IBGE, 2005).

Os principais municípios produtores de arroz no Rio Grande do Sul localizam-se na metade sul do estado, dentre os quais pode ser citado o município de Santa Vitória do Palmar (inclui o novo município de Chuí, dele desmembrado). A produção do município de Santa Vitória do Palmar atinge o patamar anual de 350.000 toneladas de um arroz de excelente qualidade, tendo atingido, na safra 2003/2004, mais de 430.000 toneladas conforme dados obtidos no site do IRGA (2005).

2.2. Pesquisas Iniciais Realizadas

A primeira etapa foi identificar os usuários. Realizou-se uma pesquisa junto às empresas beneficiadoras de arroz da cidade de Pelotas para identificar os produtores, que seriam os usuários a serem entrevistados.

Para a identificação do conjunto de atributos, os quais são considerados pelos usuários tomadores das decisões de transporte, foi realizada uma pesquisa utilizando-se questionários do tipo proposto no trabalho de Lima (2001). Tais questionários foram preenchidos pelo próprio pesquisador através de entrevistas realizadas, via telefone, junto aos produtores de arroz da região em estudo.

No processo de entrevistas, inicialmente eram feitas as apresentações, explicando-se o objetivo da pesquisa, e era lida uma relação de atributos, os quais foram previamente definidos pelo pesquisador. Era solicitado ao entrevistado, que o mesmo, se achasse pertinente, acrescesse algum atributo que o mesmo julgasse ser importante e que não constasse na relação. Posteriormente, pediu-se que os entrevistados ordenassem a lista de atributos resultante em ordem decrescente de importância. Com base nestas entrevistas, foram identificados como mais relevantes os seguintes atributos:

Preservação da Integridade da Carga: expressa o desejo do produtor de que, durante o processo de transporte, o seu produto não será adulterado, danificado ou desviado, pois a maioria dos produtores não possui balança em suas propriedades.

Valor do frete: é o valor pago ao transportador em R\$/t.km.

Frequência de oferecimento: a quantidade de remessas que são disponibilizadas para a realização do transporte, por dia, no período de safra.

Condição de Recolhimento: possibilidade do meio de transporte recolher o produto no local onde o mesmo está armazenado.

Tempo de Viagem: é o tempo necessário para transportar o produto desde a origem (local onde o mesmo está armazenado) até o destino final.

Confiança no transportador: expressa a confiança que o produtor deposita na figura do transportador que adentra em sua propriedade, no sentido de que o mesmo não provocará danos ou quaisquer tipos de inconveniência dentro da mesma.

Os dados sumarizados na Tabela 1 também serviram de base para a próxima etapa do trabalho, qual seja a escolha dos atributos que foram usados na montagem de um experimento fatorial e, conseqüentemente, na obtenção da função utilidade a ser obtida através do uso da técnica de Preferência Declarada.

2.3. Montagem do Experimento Fatorial

Foram atribuídos, para cada atributo, os chamados níveis, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos e níveis utilizados

Atributo	Níveis
X1 Preservação da Integridade da Carga (% de perda)	Satisfatório (- 1%)
	Insatisfatório (+ 1%)
X2 Valor do Frete	R\$ 0,23 / t.km = R\$ 14,00 / t
	R\$ 0,28 / t.km = R\$ 17,00 / t
	R\$ 0,32 / t.m = R\$ 20,00 / t
X3 Frequência de Oferecimento	30 t / dia
	60 t / dia
	100 t / dia
X4 Tempo de Viagem	1 dia
	2 dias
	3 dias

Como o fatorial completo conduziu a uma situação com 54 alternativas, foi usado um arranjo ortogonal desenvolvido por Taguchi (Ross, 1991), para diminuir este número. O delineamento experimental em ensaios fatoriais utilizados foi o L18 apresentado em Souza (1999), que é o utilizado em ensaios fatoriais com atributos de 3 e 2 níveis. Tal delineamento conduziu a 18 alternativas, como indica a Tabela 2.

Mesmo com aplicação da técnica de fracionamento, o arranjo ortogonal L18, ainda ficou-se com um número muito grande de cartões a serem ordenados pelos usuários. Para superar este problema, adotou-se a formação de subconjuntos de alternativas (blocos), empregando-se um projeto de blocos incompletos parcialmente balanceados (BIPB), sugerido por Souza (1999), que indicou o uso de 12 blocos com 6 alternativas cada.

Os blocos e as alternativas correspondentes são apresentados na Tabela 3, onde os blocos são representados por cores e as alternativas por figuras. Com base nesta mesma tabela, foram confeccionados cartões (cada cartão correspondendo uma alternativa). Como exemplo, apresenta-se na Figura 1 a alternativa número 1 do bloco número 1.

Tabela 2: Fatorial reduzido para 18 alternativas com o arranjo ortogonal L18 de Taguchi

Altern.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Altern	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	I	R\$ 14,00 / t	30 t / dia	1 dia	10	S	R\$ 14,00 / t	30 t / dia	3 dias
2	S	R\$ 14,00 / t	60 t / dia	2 dias	11	S	R\$ 14,00 / t	60 t / dia	1 dia
3	I	R\$ 14,00 / t	100 t / dia	3 dias	12	S	R\$ 14,00 / t	100 t / dia	2 dias
4	I	R\$ 17,00 / t	30 t / dia	1 dia	13	S	R\$ 17,00 / t	30 t / dia	2 dias
5	I	R\$ 17,00 / t	60 t / dia	2 dias	14	S	R\$ 17,00 / t	60 t / dia	3 dias
6	I	R\$ 17,00 / t	100 t / dia	3 dias	15	S	R\$ 17,00 / t	100 t / dia	1 dia
7	I	R\$ 20,00 / t	30 t / dia	2 dias	16	S	R\$ 20,00 / t	30 t / dia	3 dias
8	I	R\$ 20,00 / t	60 t / dia	3 dias	17	S	R\$ 20,00 / t	60 t / dia	1 dia
9	I	R\$ 20,00 / t	100 t / dia	1 dia	18	S	R\$ 20,00 / t	100 t / dia	2 dias

Tabela 3: Os 12 blocos obtidos e suas respectivas alternativas

Alternativas → Blocos ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	□	○	△	◇	▣	⊙	☼	⬢	⊘	⌚	⊠	△	#	∂	⦿	⦿	⦿	□
1 amarelo	X	X	X							X	X	X						
2 verde				X	X	X							X	X	X			
3 rosa							X	X	X							X	X	X
4 cinza	X			X			X			X			X			X		
5 azul	X				X				X	X				X				X
6 turquesa	X					X		X		X					X		X	
7 vermelho		X		X					X		X		X					X
8 verm.escuro		X			X			X			X			X			X	
9 amare.escuro		X				X	X				X				X	X		
10 violeta			X	X				X				X	X				X	
11 verde brilhant			X		X		X					X		X		X		
12 azul petróleo			X			X			X			X			X			X

☐ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO (amarelo)			
PRESERVAÇÃO DA INTEGRIDADE DA CARGA 	VALOR DO FRETE 	FREQÜÊNCIA DE OFERECIMENTO 	TEMPO DE VIAGEM 
INSATISFATÓRIO PERDA (+ 1%)	R\$ 14,00 / T	30 T / dia	1 DIA

Figura 1: Alternativa número 1 do bloco número 1

Foram realizadas 21 (vinte e uma) entrevistas com a geração de 105 (cento e cinco) casos. Foi usado o programa computacional LMPC (Souza, 1999) para a calibração do Modelo Logit Multinomial. Os resultados gerados pelo programa estão sumarizados na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados do programa Logit Multinomial

Atributo	Coefficiente α	Erro	Teste t	IC (t=2,5%)
Integridade da Carga	1,2747	0,2916	4,3713	[0,692; 1,858]
Valor do Frete	-15,3608	3,9989	-3,8413	[-23,359; -7,363]
Frequência de Oferecimento	0,0192	0,0055	3,5056	[0,008; 0,030]
Tempo de Viagem	-0,4342	0,1596	-2,7198	[-0,753; -0,115]
$\beta_0 = -138,1643$		$\rho_0 = 0,2123$	$\rho_0 (ajt) = 0,1834$	

A função utilidade obtida pode ser expressa por:

$$U = 1,2747X_1 - 15,3608X_2 + 0,0192X_3 - 0,4342X_4 \quad (2)$$

onde X_1 , X_2 , X_3 e X_4 são as variáveis de serviço (atributos) considerados.

Podemos considerar que os sinais positivos e negativos obtidos na função foram coerentes, uma vez que quanto maior o valor do frete, menor será a “utilidade” do transporte; por isto, seu valor na função é expresso negativo. O mesmo se aplica ao atributo tempo de viagem.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na pesquisa exploratória realizada evidenciaram que os atributos mais importantes para os produtores de arroz, no processo de escolha do transporte foram: o valor do frete, a preservação da integridade da carga, o tempo de viagem e a frequência de oferecimento. Com o uso de tais atributos, foi possível chegar-se a uma Função Utilidade, a

qual poderá ser empregada num modelo Logit para fazerem-se previsões a respeito do uso de alternativas de transporte.

Espera-se que, com o desenvolvimento e aplicação da metodologia aqui exposta, possa-se trazer uma contribuição ao planejamento do setor de transportes de cargas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA DA LAGOA MIRIM. (2005) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Almeida, L. M. W. (1999) *Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise Locacional de Sistemas Educacionais Usando Modelos de Interação Espacial e Indicadores de Acessibilidade*. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Azambuja, A. M. V. (1995) *Estimação de Modelos Comportamentais Utilizando a Técnica de Preferência Declarada: o caso da variabilidade dos tempos de viagem no transporte de grãos no Rio Grande do Sul*. Tese (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Bastos, L. C. *Planejamento da rede escolar: uma abordagem utilizando preferência declarada*. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Beltrame, L. F. S. & Tucci, C. E. M. (1998) *Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da Bacia da Lagoa Mirim*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. Porto Alegre, v. 1, p. 128.
- Ben-Akiva, M. e Lerman, S. R. (1985) *Discrete Choice Analysis: theory and application to travel demand*. The MIT Press, Massassuchets.
- Caldas, M. A. F. (1998) *Curso de Modelagem com Dados de Preferências Reveladas e Declaradas*. XII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Fortaleza.
- IBGE. Instituto Nacional de Geografia e Estatística. Banco de dados disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Banco de dados disponível em <http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=dados_safr>
- Kroes, E. P. e Sheldon, R. J. (1998) *Stated Preference Methods: An introduction*. Journal of Transport Economics and Polity, v. XXII, n. 1, p. 11-25.
- Lima, M. L. P. de, (2001) *Uma contribuição metodológica à modelagem da demanda de carga em corredores agrícolas de exportação*. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação, Florianópolis.
- Ross, P. J. (1991) *Aplicações das Técnicas de Taguchi na Engenharia da Qualidade*. Makron Books, São Paulo.
- Souza, O. A. (1999) *Delineamento Experimental em Ensaios Fatoriais Utilizados em Preferência Declarada*. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Raquel da Fonseca Holz (raqfh@yahoo.com.br)

Milton Luiz Paiva de Lima (milton@dmc.furg.br)

Departamento de Materiais e Construção, Programa de Pós Graduação em Engenharia Oceânica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

Av. Itália, km 8. Campus Carreiros – Rio Grande, RS, Brasil