



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

DETERMINAÇÃO E ESTIMAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE DECISÃO, NA CONVERSÃO DE VEÍCULOS DE PEQUENO PORTE PARA GÁS NATURAL, UTILIZANDO A TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

Carlos André Marques Barroso¹, Ernesto Ferreira Nobre Júnior², João Bosco Furtado Arruda³

¹ Bolsista IC/PRH-ANP/UFC, Campus do Pici S/N, amarques@det.ufc.br

² Prof. Dr. NUPELTD/DET/UFC, Campus do Pici S/N, nobre@det.ufc.br

³ Prof. Dr. NUPELTD/DET/UFC, Campus do Pici S/N, barruda@det.ufc.br

Resumo – A recente crise no setor energético brasileiro, mostrou as limitadas opções de recursos alternativos que o país dispõe para o atendimento de sua demanda atual e futura. Particularmente no setor automotivo, muito dos países desenvolvidos e em desenvolvimento estão procurando meios para se evitar a dependência dos combustíveis hidrocarbonados, não apenas por causa dos seus custos crescentes, mas também por causa da necessidade de políticas para manter o ambiente limpo. Esse trabalho visa determinar as variáveis mais relevantes no processo de tomada de decisão de indivíduos, que se encontrem numa situação de escolha de qual combustível utilizar e a formatação de experimento baseado na técnica de preferência declarada, com o intuito de estimar o peso das variáveis chaves na tomada de decisão sobre a escolha dos combustíveis automotivos. O foco da pesquisa está no potencial de demanda do GNV.

Palavras-Chave: Preferência Declarada; Gás Natural Veicular; Tomada de Decisão

Abstract – The recent crisis in the Brazilian energy sector had shown the scarce alternative sources available in the country to satisfy its present and future demands. Particularly, in the automotive sector, many of the developed and developing countries are searching for means to avoid the extreme dependence of oil based fuel, not only because of its increasing costs but also due to the necessity to support clean environmental policies. This work aims to determine the key-variables in the process of individual decision making, where the individuals are imposed to a situation of choice of what fuel to use and the formatation of the experiment based on the stated preference technique, with the objective of estimate the weights of main key-variables in a individual decision making concerning the choice of automotive fuel sources. The focus is on the appeal of VNG fuel to potential demand.

Keywords: Stated Preference; Vehicle Natural Gas; Decision Making

1. Introdução

Após a recente crise energética, os técnicos brasileiros perceberam a existência de limitadas opções de recursos alternativos efetivos, para o atendimento de setores que utilizam como fonte energética a energia hidrelétrica. O mesmo ocorre na área dos combustíveis automotivos, onde a frota de veículos leves do país está estimada em cerca de 25 milhões, sendo a maior parte destes movidos à gasolina. Atualmente, a produção de veículos novos a álcool é mínima (da ordem de 1%) e a frota convertida para gás natural não chega a 2% (300 mil unidades) de acordo com dados do IBP e ABGNV (2002a, b). A diversificação da matriz de combustíveis automotivos está entre as preocupações de inúmeros países, não só por conta dos riscos da dependência de um só produto, como também da necessidade de melhoria das condições ambientais. Para essa diversificação na matriz energética automotiva a opção imediata seria o uso do gás natural veicular (GNV).

A popularização do GNV atenderá ao objetivo do governo de expandir a participação do gás natural na matriz energética brasileira dos atuais 5% para 12% até o ano de 2010. Para se alcançar tais objetivos, vê-se a necessidade de se tomar iniciativas que sejam direcionadas para a formulação de estratégias básicas visando a expansão do setor. O governo deve demonstrar sua firme intenção e expressar vontade política de situar o GNV como uma opção atraente de combustível automotivo. Isso já vêm ocorrendo através da prática de um diferencial de preços relativo a outros combustíveis, assim estimulando a sua contínua utilização. Outra ação recomendável seria estimular a conversão das frotas federais, governamentais e municipais, visando obter uma grande economia de gastos com abastecimento, manutenção, além de atender ao objetivo de crescimento da utilização do Gás Natural.

Dentro desse contexto, procurou-se estudar e relacionar quais variáveis são mais relevantes no processo de escolha de um combustível, já que a partir desta identificação melhorias poderiam ser realizadas, na forma de influir na cultura do seu uso, no avanço tecnológico do produto e na redução de custos, proporcionando aumento nas vendas do (GNV) através de conversões e expandindo a sua utilização a frotas particulares, públicas e ao usuário comum de veículos de pequeno porte.

2. Objetivos do Trabalho

O presente trabalho é parte integrante de um projeto de pesquisa, que tem como objetivo criar um modelo que represente o processo de tomada de decisão de indivíduos possuidores de veículos de pequeno porte, que se vêm confrontados com a possibilidade de converter seu veículo para um novo combustível. Para se alcançar tal objetivo, deve-se determinar quais as principais variáveis envolvidas no processo de tomada de decisão para cada segmentação e determinar seus pesos, os quais serão obtidos a partir da técnica de Preferência Declarada. Este modelo possibilitará uma comparação entre os energéticos álcool, gasolina e GNV, e a probabilidade que cada segmentação têm de escolher qualquer um dos três combustíveis para cenários atual e futuro, levando-se em conta medidas de avanço tecnológico, cultural e mudanças nos preços dos combustíveis. Neste trabalho visou-se determinar quais as variáveis mais relevantes no processo de tomada de decisão para taxistas, empresas, locadoras de veículos e para o usuário comum. Mostrar as fases e as características da formatação do experimento, o qual será aplicado a diversas segmentações com o intuito de se determinar o peso das variáveis escolhidas. Explicitar a metodologia que será aplicada nas próximas fases da pesquisa a qual deverá estar concluída em meados de Abril de 2003.

3. Metodologia Empregada

3.1. Técnica de Preferência Declarada

A técnica de Preferência Declarada refere-se a uma família de técnicas, que utiliza declarações de indivíduos sobre suas preferências, dentro de um conjunto de alternativas hipotéticas, objetivando estimar funções utilidade (Kroes e Sheldon, 1988).

Essa técnica, advinda da área do marketing, foi inserida no campo da análise de transportes como a solução de problemas comumente encontrados nas pesquisas de Preferência Revelada, como: a dificuldade da determinação da influência de cada variável dentro de um processo de escolha, a necessidade de uma grande quantidade de entrevistas e pôr conseguinte um aumento significativo em custos e devido às dificuldades em se analisar um novo produto.

A técnica de Preferência Declarada tem provido uma estrutura mais efetiva para modelos de escolha de modo. Ela permite que variáveis qualitativas sejam incorporadas ao modelo, além de dar uma maior flexibilidade a estes.

Ela é baseada na teoria econômica do consumidor, na teoria da utilidade aleatória e nos modelos de escolha discreta, as quais dão os fundamentos teóricos que visam determinar os pesos das variáveis no processo de escolha de uma alternativa.

De uma forma resumida, pode-se dizer, a modelagem de dados de preferência declarada, deve seguir aos seguintes passos:

- Definição do método de entrevistas e do contexto a qual vai ser aplicada;
- Seleção da amostra;

- Determinação dos fatores mais relevantes na tomada de decisão;
- Projeto das alternativas a serem apresentadas aos respondentes;
- Desenvolvimento do método para apresentação e coleta de dados do experimento;
- Estimação do modelo e análise dos dados;
- Teste de validade.

3.2. Forma e Complexidade do Experimento (Variáveis e Níveis)

Seguindo a teoria econômica do consumidor, poderíamos dizer que um indivíduo, ao se deparar com um exercício de escolha, realiza uma comparação entre as diversas variáveis e níveis do produto em análise, para a partir daí, escolher qual seria o “pacote” que melhor atenderia as suas necessidades.

Essas variáveis ou atributos seriam as diversas características do produto. São estas que propiciam a formação das alternativas, através de um fatorial completo, aonde o número máximo de alternativas é dado pela multiplicação do número dos diversos níveis das diversas variáveis.

Outras recomendações a serem seguidas para garantir o sucesso do experimento, são citadas por Órtuzar, 1995:

- Garantir um número viável de variáveis e níveis, a serem utilizados no experimento, com o intuito de evitar a fadiga dos respondentes;
- Escolher as variáveis de forma que estas sejam as mais representativas no processo de escolha de cada segmentação, assim garantindo a percepção de realidade no experimento;
- A forma como as alternativas devem ser apresentadas, deve ser clara, de forma a não causar dúvidas e fadiga visual aos respondentes;
- Garantir que a variação dos níveis de cada variável represente a realidade do processo de escolha e que sejam bem percebidas pelos indivíduos, evitando combinações dominantes ou dominadas;
- No processo de escolha das alternativas, deve-se ter uma análise de no máximo 7 alternativas ao mesmo tempo, sendo uma quantidade ainda menor se for utilizado a coleta de dados por ranqueamento.

3.3. Método para Apresentação e Coleta de Dados

Trata-se de como as alternativas vão ser apresentadas aos entrevistados e como eles devem ser inquiridos para registrar suas preferências. As mais utilizadas em pesquisas de preferência declarada são:

- Avaliação (Rating): aqui os respondentes são indagados sobre o grau de preferência em relação a uma alternativa utilizando uma escala arbitrária;
- Escolha (Choice): é pedido ao respondente que escolha uma alternativa dentre um par (binary choice) ou dentre um grupo destas;
- Ordenação (Ranking): neste caso é apresentado ao entrevistado um grupo de alternativas, e este vai ordená-las segundo suas preferências. Este método tem como característica um maior número de observações por experimento, já que à medida que o indivíduo ordena as alternativas, a primeira selecionada será melhor que as N-1 restantes e assim por diante.

Neste trabalho está sendo utilizado o método de ordenação.

3.4. Análise dos Dados

Após a fase da coleta de dados, é feita a análise, a qual utiliza-se o modelo de escolha discreta, Logit Multinomial, o qual se baseia na teoria da utilidade aleatória, assim se apresentando:

$$Pn(i) = \frac{e^{U_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{U_{jn}}} \quad (1)$$

Aonde C_n representa o conjunto de escolhas para um individuo n e $Pn(i)$ é a probabilidade do individuo n escolher a alternativa i .

A função utilidade pode-se apresentar como um modelo linear aditivo (Ben-Akiva e Lerman, 1989):

$$U_{in} = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ink} \quad (2)$$

Assim, pode-se escrever o modelo Logit Multinomial como:

$$Pn(i) = \frac{e^{\beta X_{ink}}}{\sum_{j \in C_n} e^{\beta X_{jnk}}} \quad (3)$$

Para determinação dos parâmetros, em um experimento de escolha discreta, um dos procedimentos estatísticos utilizados é o de ajuste por máxima verossimilhança, sendo este o utilizado neste trabalho.

4. Aplicação à População de Motoristas da Cidade de Fortaleza

É visível o grande crescimento do consumo obtido pelo Gás Natural Veicular em todo Brasil e especialmente na cidade de Fortaleza. Mas alguns usuários ainda se mostram relutantes em relação à conversão para o GNV. Esta dúvida gera o seguinte questionamento: pôr que mesmo o GNV apresentando vantagens tão claras para o consumidor, como um custo com abastecimento mais barato e sendo o combustível a base de hidrocarbonetos que apresenta os menores índices de poluição, ainda há uma certa resistência por parte dos usuários em converter seus veículos?

No intuito de procurar responder a esta pergunta, determinam-se quais são as variáveis mais relevantes, quando indivíduos se encontram na posição de escolher o combustível do seu veículo ou de uma frota de veículos. Neste trabalho, também será mostrada a formatação do experimento, o qual será aplicado à população com o intuito de determinar a influência que cada variável vai ter no processo de tomada de decisão. Os resultados que estão sendo aqui apresentados antecederam as fases de aplicação do experimento à população e a da análise dos dados para a criação do modelo que representa o processo de tomada de decisão de indivíduos possuidores de veículos de pequeno porte, quando estes se vêem confrontados com a possibilidade de converter seu veículo para um novo combustível.

4.1. Determinação dos Atributos

Para a formatação do experimento de Preferência Declarada é necessária a determinação de quais fatores são os mais relevantes na tomada de decisão dos indivíduos. Numa fase inicial da pesquisa foi realizado um levantamento exploratório, aonde cada indivíduo vinculado a frotas era indagado sobre quais variáveis seriam as mais relevantes na escolha de um novo combustível. Este escolheria quatro variáveis de uma lista pré-estabelecida de onze. Através desta, chegou-se as seguintes variáveis para os diversos grupos (Figura 1 & 2), as quais estão em ordem de preferência, de acordo com a percentagem de questionários em que elas foram citadas.

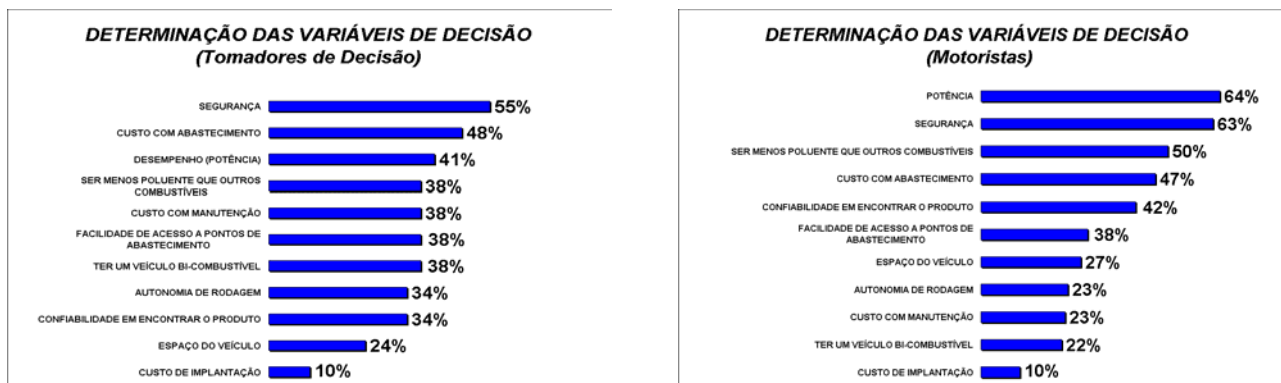


Figura 1: Variáveis mais relevantes para os tomadores de decisão das empresas e para os motoristas

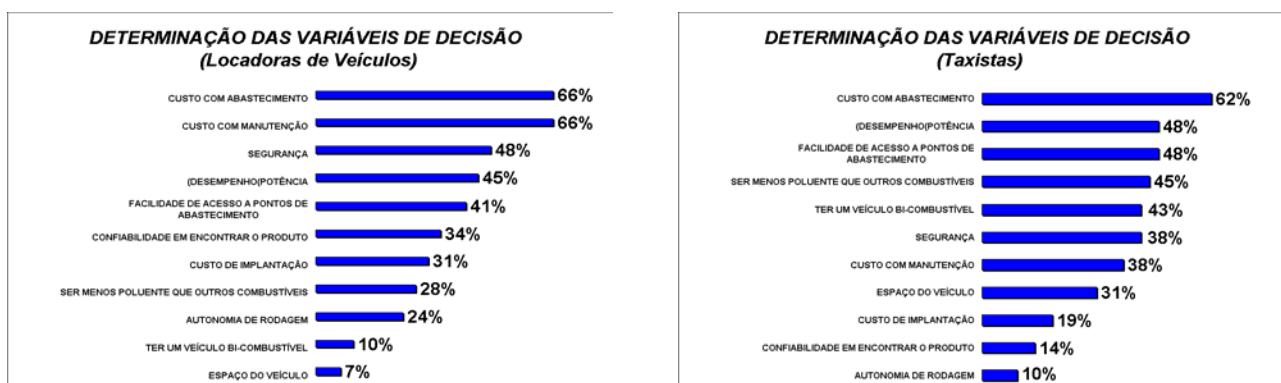


Figura 2: Variáveis mais relevantes para as locadoras de veículos e para os taxistas

Devido a grande variabilidade de resultados, aonde cada grupo apresentava variáveis diferentes como sendo as mais importantes, foi necessário definir quais seriam as mais relevantes, devido à dificuldade de se criar um experimento personalizado para cada grupo.

Assim, definiu-se que as variáveis mais relevantes seriam definidas a partir dos grupos que tivessem o maior poder de decisão na conversão de seus veículos. A partir daí foi-se dando pesos para cada grupo, aonde o grupo dos taxistas e das locadoras tiveram 50% do peso, o dos tomadores de decisão 35% e o dos motoristas 15%, sendo as variáveis selecionadas como mais relevantes: Custo com Abastecimento, Segurança e Desempenho (Potência). Essas

variáveis, selecionadas, também se mostraram relevantes em estudos realizados por Brownstone, 1994; Dagsvik, 1999; Chiua, 1999, sobre veículos e combustíveis alternativos. Destes trabalhos também foi selecionada a variável custo de aquisição, que apesar de não ter sido percebida pelos indivíduos das frotas como relevante, sua presença é de essencial importância no experimento, sendo apresentada neste trabalho como custo de conversão.

A partir das quatro variáveis definidas e das características dos grupos, foi montado um experimento o qual é mostrado na seção 4.2, voltado ao usuário geral de veículo de pequeno porte e aos taxistas. Os outros grupos, devido à pequena quantidade de indivíduos aptos a serem entrevistados (tomadores de decisão nas empresas e as locadoras de veículos) ou devido a sua menor expressibilidade na escolha pela conversão ou não, vão ter seus modelos definidos em trabalhos futuros, quando se espera contar com um maior apoio dos superiores das empresas, procurar-se-á empregar técnicas de entrevistas via postagem e utilizar métodos de simulação, aonde o tamanho da amostra não for significativo.

4.2. Montagem do experimento

Para a montagem do experimento foram utilizadas as quatro variáveis definidas no item 4.1, tendo como base a técnica da Preferência Declarada apresentada na seção 3.4. A Tabela 1 apresenta os atributos, descrição e os níveis das variáveis utilizadas.

Tabela 1. Variáveis e níveis a serem utilizados no experimento

ATRIBUTOS E SUA DESCRIÇÃO	NÍVEIS	DESCRIÇÃO DOS NÍVEIS
Custo para aquisição de tecnologia: O custo adicional que vai propiciar a utilização da tecnologia. Seria aqui representado pelo custo de conversão de seu veículo. Aonde, como níveis, foi considerado o custo de conversão Gasolina - Álcool, Gasolina - GNV, e não haver conversão.	0	Sem Custo
	500	500 Reais
	2000	2000 Reais
Custo com Abastecimento: Custo devido ao abastecimento do veículo, que é em função da quantidade de quilômetros que o veículo faz por litro, o preço do litro ou m ³ e da quantidade de quilômetros rodados em uma certa unidade de tempo.	100	100 Reais
	85	85 Reais
	40	40 Reais
Desempenho (Potência): Potência do veículo, que pode ser variável, de acordo com o combustível utilizado.	1	Potência igual ao de um veículo a gasolina
	0,9	90% potência de um veículo a gasolina
	0,75	75% potência de um veículo a gasolina
Segurança: Percepção de segurança que o indivíduo têm do combustível. Basicamente não se considerou que existia algum combustível inseguro, mas apenas uma segurança não conhecida pelo respondente.	1	Reconhecidamente Seguro
	0	Desconhecida, mas sem relatos de acidentes

Os níveis de cada um dos atributos mostrados na Tabela 2 foram definidos a partir da realidade, aonde se têm os níveis das situações representadas por continuar usando a gasolina, converter para álcool e converter para o GNV, aonde cada um dos níveis foram formatados a partir da realidade e da percepção dos indivíduos.

Na montagem do experimento, os atributos e níveis levaram a uma criação de diferentes alternativas representadas pelo fatorial completo de $3^3 \cdot 2^1$, ou seja, 54 combinações possíveis.

Para se diminuir o número de alternativas (combinações) a serem consideradas no experimento, fez-se o uso do plano experimental fracionário, aonde se pode diminuir a quantidade de alternativas para 27 e ainda assim garantir a definição do peso dos atributos isoladamente (seu peso individual) e até a uma interação de segunda ordem, ou seja, o quanto à preferência por uma certa variável, vai influir no peso de outra.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Custo com Conversão	Sem Custo	500 Reais	2000 Reais
Custo com Abastecimento (Cada 500 Km)	100 Reais	85 Reais	40 Reais
Desempenho (Potência)	Potência igual ao de um veículo a gasolina	90% da potência de um veículo a gasolina	75% da potência de um veículo a gasolina
Segurança	Reconhecidamente Seguro	Reconhecidamente Seguro	Desconhecida, mas sem relatos de acidentes

Figura 3: Exemplo de grupo de escolha

Verificou-se que a utilização de um experimento com 27 alternativas seria muito fatigante ao respondente, dentro do citado na seção 3.4, então se dividiu as 27 alternativas em 9 grupos de 3 alternativas, aonde se terá 2 experimentos diferentes, cada um com 4 grupos próprios e 1 grupo que vai ser o mesmo para os dois, o qual irá conter a alternativa dominante (aquela que apresenta os melhores níveis) e a dominada (aquela que apresenta os piores níveis) do experimento, caso um respondente não responda corretamente ao grupo, o seu questionário será desconsiderado. Na Figura 3 tem-se um exemplo de grupo com três alternativas.

O método de coleta de dados utilizado foi o de ordenação (ranking), o qual proporciona a obtenção de 3 escolhas a cada grupo de alternativas e 15 escolhas para cada experimento, já que, cada vez que o indivíduo ranqueia a 1ª opção, ele na verdade realiza duas escolhas, já que a 1ª escolhida será melhor que a 2ª e a 3ª, e quando ele escolher a 2ª opção, está será melhor do que a 3ª, então realizando 3 escolhas por grupo.

5. Conclusões

Nesse trabalho, foram mostradas quais variáveis são as mais relevantes no processo de escolha de um combustível. Essas variáveis foram definidas para os diversos grupos relacionados com frotas e também ao usuário geral de veículo de pequeno porte. A partir da definição dessas variáveis, pode-se verificar que a variável mais relevante seria o custo com abastecimento, a qual vêm a justificar as medidas do governo em relação ao diferencial de preços do GNV, com o intuito de se aumentar às conversões. Também se verificou que cada grupo apresentava uma noção diferente de quais variáveis seriam as mais relevantes, essas representando suas preocupações em relação ao seu dia a dia com o combustível, aonde se observa que taxistas vêm como variável mais relevante o custo com abastecimento; as locadoras de veículos se preocupando especialmente com o custo de manutenção, que é o único vinculado a elas, sendo as demais variáveis (custo com abastecimento, segurança e potência) vistas por eles, como as mais importantes para o público; os motoristas das empresas se preocupam principalmente com a potência e a segurança impostas pelo combustível, já que não precisam se preocupar com o custo de abastecimento; e os tomadores de decisão das empresas, se preocupando principalmente com a segurança dos seus subordinados e depois com o custo com o abastecimento. Também se notou que nenhum grupo percebeu à variável custo com implantação como relevante, apesar de que em todos os estudos que visam determinar a aceitabilidade de um novo combustível ou veículo, trabalhem com tal variável.

6. Considerações Finais

Este trabalho se encontra atualmente na fase de coleta de dados e caminhando para a fase de análise e conclusões. Após a formatação do modelo, espera-se que os benefícios obtidos pelo mesmo sejam: Determinar a probabilidade de indivíduos que utilizem veículos de pequeno porte, escolherem entre a utilização de um dos três combustíveis (gasolina, álcool e GNV), considerando mudanças nos preços dos mesmos; Fornecer uma importante ferramenta de decisão, que possibilitará a determinação de políticas para popularização do GNV, através da determinação dos pontos fracos do produto, que podem ser melhorados através de evolução tecnológica, política de diferencial de preços, ou através de políticas de marketing; Fornecer um modelo que será capaz de comparar os três combustíveis no cenário atual (dentro dos atributos utilizados nesse experimento) e para cenários futuros, levando em conta o aumento nos preços dos combustíveis e a evolução tecnológica e cultural em relação aos mesmos.

7. Referências Bibliográficas

- ANP, *Panorama da Indústria de Gás Natural no Brasil: Aspectos Regulatórios e Desafios*, Nota Técnica 033/2002-SCG Rio de Janeiro, 2002.
- BEN-AKIVA, M., LERMAN, S, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. 7a ed. Cambridge, MIT Press, 1985.
- BROWNSTONE, DAVID. A Demand Forecasting System for Clean-Fuel Vehicles, Department of Economics University of California at Irvine, 1994.
- CHIU, YI-CHANG ; TZENGB, GWO- HSHIUNG, “The market acceptance of electric motorcycles in Taiwan experience through a stated preference analysis”, Department of Civil Engineering, University of Texas, 1999.
- DAGSVIK , JOHN K.; WENNEMO, TOM; WETTERWALD, DAG G; AABERGE ROLF, Potential demand for alternative fuel vehicles, Statistics Norway Research Department, 1999.
- IBP e ABgnv, *Análise dos condicionantes do desenvolvimento do GNV no Brasil*. Documento elaborado para o CIRJ/FIRJAN, 2002a.
- IBP e ABgnv, *Gás Natural Veicular (GNV) Rumo à liderança mundial Propostas para um Plano de Governo*, 2002b.
- KROES, E. P.; SHELDON, R. J. Stated Preference Methods: An Introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, v. XXII, n.1, p.11-25, 1988.
- ÓRTUZAR, J. de D., WILLUMSEN, L.G., *Modelling Transport*. 2a ed. Chichester, John Wiley & Sons, Inc, 1995.