

# **IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS CONDICIONANTES DA ESCOLHA DO GNV PELOS USUÁRIOS DE VEÍCULOS LEVES: UM ESTUDO DE CASO**

**José Expedito Brandão Filho**

**João Bosco Furtado Arruda**

Universidade Federal do Ceará - UFC

Grupo de Estudo e Pesquisa em Infra-Estrutura de Transporte e Logística da Energia

## **RESUMO**

O Gás Natural Veicular – GNV vem se destacando como uma alternativa entre usuários de veículos leves; porém, há ainda sérios obstáculos que impedem a sua franca expansão, relacionados aos atributos que condicionam a escolha dos usuários do referido energético, tais como o preço do combustível, a disponibilidade de postos de abastecimento, o espaço do bagageiro, dentre outros. O conhecimento do grau de importância das principais variáveis que influenciam na escolha do GNV pode ser aplicado na elaboração e priorização de políticas no sentido de mitigar esses problemas. Dessa forma, este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa com usuários e não usuários de GNV, objetivando de detectar, para cada segmento, os atributos mais importantes considerados pelo indivíduo quando analisa a possibilidade de converter seu veículo para consumir gás natural. Os dados foram coletados junto a proprietários de automóveis que abasteceram, durante a pesquisa, nos postos de abastecimento da área de estudo escolhida, uma região no distrito sede do Município de Caucaia, Estado do Ceará. Os questionários apresentam um conjunto de comparações, par a par, de atributos de decisão previamente escolhidos. Os resultados indicam que as percepções dos principais obstáculos ao uso do GNV são consideravelmente diferentes entre os segmentos citados.

## **ABSTRACT**

The use of natural gas as fuel (NGV) has been an increasingly acceptable alternative among light automobiles users worldwide. Notwithstanding, there are serious drawbacks which are disturbing that increase relating to the attributes which guide the consumer's choice for NGV, such as the fuel price, availability of retail suppliers, the vehicle capacity to accommodate luggage, among others. Knowing the level of importance of main variables which have influence in NGV choice can be very useful to elaborate policies and to define priorities aiming to solve the drawbacks. This work presents the results of a research developed using data elicited both from users and non users of NGV and aiming to discover, for each category sampled, the more important attributes as considered for an user when analyzing the possibility to convert his/her vehicle to operate with NGV. Data were elicited in fuel retail suppliers facilities included in the study area: a district of Caucaia, in the metropolitan region of Fortaleza, in the northeastern Brazil. Pairwise comparison questionnaires were used in the data field search and the results indicate that the consumer's perception of the main drawbacks impeding the use of NGV are considerably different for users and non-users segments sampled.

## **1. INTRODUÇÃO**

O conhecimento das principais variáveis de decisão no processo de escolha é o ponto de partida para a elaboração de uma série de estudos que culminam na elaboração de políticas e planos de ação. Para obter uma idéia da importância de um estudo dessa monta, o conhecimento dos atributos de decisão subsidia a elaboração de estudos de demanda, baseados em conceitos comportamentais de escolha, chamados de Modelos de Escolha Discreta (BEN-AKIVA E LERMAN, 1985), estimados a partir de dados de preferência declarada. Os resultados dos modelos, por sua vez, fornecem parâmetros econométricos como disposição a pagar (willingness to pay) e elasticidade de demanda. Esses parâmetros subsidiam a elaboração de estudos de viabilidade econômica e previsão de demanda, dentre outros.

Neste sentido, o Gás Natural Veicular - GNV, apesar dos grandes avanços tecnológicos acontecidos nos últimos anos, ainda tem sofrido sérias limitações no seu processo de expansão de mercado devido a uma série de impedâncias que ainda não foram resolvidas por

completo. SANTOS (2002) cita vários aspectos relacionados com os obstáculos do mercado de GNV, podendo-se citar: a autonomia do veículo, a infra-estrutura limitada, os quais limitam o usuário a trafegar em curtas distâncias com o gás; o processo de conversão do veículo, que, além de oneroso, ocasiona geralmente a redução do preço de revenda do veículo. Além do mais, alguns segmentos da população admitem rejeitar a conversão de seu veículo pela sensação de insegurança, refletida pela presença do cilindro no bagageiro. De acordo com BRANDÃO FILHO (2005), um estudo realizado dentro do município de Caucaia, acerca da opinião dos usuários de veículos, coletou 225 entrevistas com não usuários de GNV, das quais aproximadamente 5% são usuários de GNV, e detectou que 15% dos entrevistados acham o GNV seguro. Isso mostra a necessidade de uma política que vise mitigar os problemas mais sensíveis percebidos pelos usuários e não usuários de GNV.

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta a aplicação e os resultados de uma metodologia utilizada para verificar quais os atributos de maior relevância, na percepção dos consumidores, na escolha pelo GNV.

## **2. METODOLOGIA DO ESTUDO**

A metodologia do estudo realizado é formada pelas seguintes etapas:

- a) Levantamento dos Atributos através de referências bibliográficas;
  - b) Realização de Triagem dos Atributos;
  - c) Elaboração do questionário de coleta de dados;
  - d) Pesquisa de campo;
  - e) Tratamento e análise dos dados;
- A seguir, estão apresentados os detalhes de cada uma das etapas supracitadas.

### **2.1. Levantamento dos Atributos**

Primeiramente, foi levantado um conjunto de atributos utilizados em outros estudos, tais como BUNCH et al (1993), BROWNSTONE e TRAIN (1999), BROWNSTONE et al (2000). Depois desse levantamento, foi realizada uma primeira triagem dos atributos, considerando-se apenas aqueles mais prováveis de representar efeito considerável na escolha de um usuário médio de veículo em cidades de médio porte do Nordeste Brasileiro. A Tabela 01 apresenta a lista obtida com a primeira triagem.

### **2.2. Segunda Triagem dos Atributos**

Partindo, então, para uma segunda triagem dos atributos, considerando-se apenas o conjunto apresentado na Tabela 1, o critério de seleção dos atributos para a realização da pesquisa era escolher aqueles atributos que representam algum obstáculo à escolha do GNV. Portanto, atributos como “tecnologia do veículo”, “tipo de combustível”, “preço do veículo”, “custo de combustível” “custo de conversão” foram descartados. No que tange ao atributo “Segurança”, apesar do mesmo representar grande polêmica dentre os segmentos de não usuários do gás, não foi considerado neste estudo. No entanto, o estudo de BRANDÃO FILHO (2005) apresenta uma análise mais específica para o referido atributo.

O atributo “disponibilidade do combustível na rede de postos” justifica-se pelo fato deste atributo ser essencial à análise da demanda reprimida de GNV. O atributo “espaço do bagageiro ou carroceria” reflete o impacto da perda de espaço no veículo com a colocação de um cilindro de GNV. Percebe-se que esta impedância é, muitas vezes, o motivo da resistência em escolher uma alternativa com o GNV. Portanto, foi colocado no questionário de seleção.

**Tabela 01:** Lista dos Principais Atributos de Escolha

ATRIBUTOS	DEFINIÇÕES
Tamanho do veículo	Compacto, sub-compacto, médio e grande.
Tecnologia de Veículo (relacionado ao combustível)	Dedicado e bi-combustível.
Preço do veículo	Valor monetário pago para a aquisição do veículo.
Tipo de combustível	Neste estudo, foram considerados a gasolina, o álcool e o GNV.
Autonomia do veículo	Distância percorrida com a capacidade armazenagem de combustível totalmente utilizada.
Custo de Combustível	Valor monetário pago para a aquisição de uma quantidade de combustível.
Custo de Conversão	Valor monetário pago na conversão do veículo para outro combustível.
Custo de Manutenção	Valor monetário pago na manutenção periódica.
Disponibilidade do Combustível na Rede de Postos	Disponibilidade limitada de serviços de abastecimento de um determinado combustível na rede de estações existentes na área de estudo.
Potência do veículo	Performance do veículo, podendo ser medida pelo tempo necessário para adquirir uma determinada velocidade.
Poluição	Nível de Emissões de poluentes ocasionado pela combustão dos energéticos utilizados.
Segurança	Nível de Segurança percebido pelos usuários.
Espaço do bagageiro ou carroceria	Espaço no veículo disponível para o transporte de carga em geral ou objetos pessoais.

Analisando-se a relação entre os atributos “espaço do bagageiro ou carroceria” e “tamanho do veículo”, percebe-se que os efeitos destes atributos, relativos à escolha de um veículo a GNV, são intimamente relacionados, pois, para veículos maiores, os bagageiros ou carrocerias são mais espaçosos, o que diminui, de certo modo, a aversão, por parte dos usuários, a veículos a GNV pela falta de espaço no porta-malas. Por isso, decidiu-se por excluir da etapa de seleção o atributo “tamanho do veículo”, tendo em vista que o atributo “espaço do bagageiro ou carroceria” reflete de modo mais direto o efeito de interesse, além de ser mais fácil de implementar no questionário de PD e de aplicar na modelagem. O atributo “Potência do veículo” é uma variável que reflete certa polêmica a respeito da redução da performance do veículo com a conversão. A sua complexa medição, que depende particularmente de cada veículo, já seria um motivo de sua exclusão nos questionários PD e PR. No entanto, esse atributo foi mantido nesta etapa do estudo, para avaliá-lo na pesquisa de campo de seleção dos atributos pelos usuários.

O atributo “custo de manutenção” foi também incluso para ser avaliado na etapa da pesquisa de seleção em campo, pela sua importância financeira. O atributo “poluição” foi eliminado desta seleção pelo fato desta variável apresentar muitas vezes uma ponderação “aparente”. De acordo com alguns técnicos da área de conversão veicular, é muito raro um usuário revelar-se preocupado com a necessidade de redução de poluentes quando ele decide converter o seu veículo para GNV. Segundo BRADLEY e KROES (1990), a utilização, na modelagem de escolha discreta, de atributos que representam algum assunto em destaque e de grande repercussão social, como é o caso da poluição ambiental, pode resultar em modelos distorcidos. Nesses casos, as pessoas entrevistadas se mostram com um ponto de vista simplesmente para sugerir um certo *status* de consciência social, pois, em muitos casos, não apresentam a mesma opinião no momento de escolha de um produto ou serviço. O atributo “autonomia do veículo” está muito relacionado ao atributo “disponibilidade do combustível

na rede de postos” e foi eliminado do conjunto pelo fato de o segundo ser de mais fácil análise, além de representar a importância relativa da acessibilidade do usuário ao combustível.

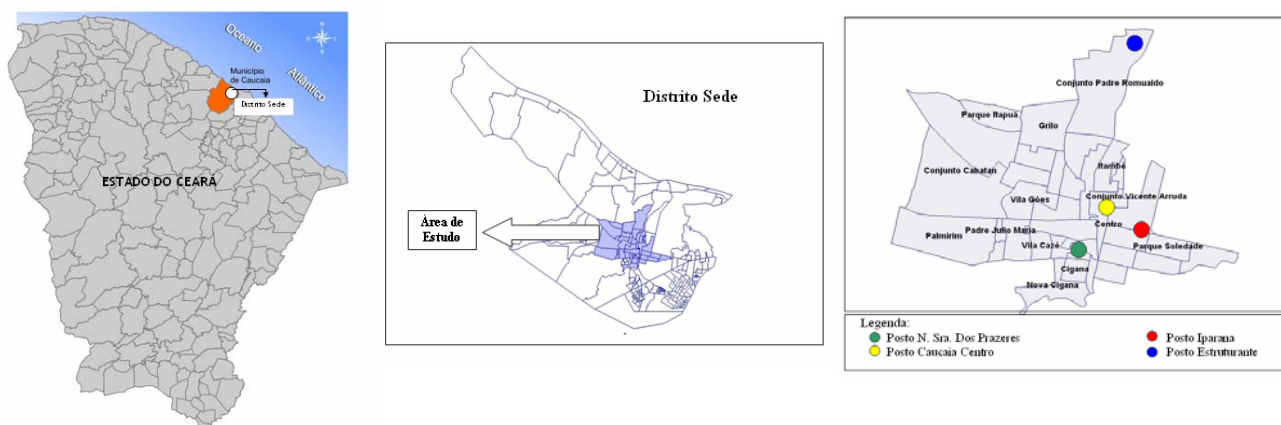
Portanto, a Tabela 02 apresenta os atributos selecionados na segunda triagem.

**Tabela 02:** Atributos Selecionados na Segunda Triagem

ATRIBUTOS ESCOLHIDOS
Espaço no bagageiro ou carroceria
Custo de Conversão
Custo de Manutenção
Disponibilidade do Combustível na Rede de Postos
Potência do Veículo

### 2.3. Pesquisa com os Usuários

Após a segunda triagem, restaram 10 atributos, dentre os quais 05 foram submetidos à pesquisa de campo para seleção dos atributos, realizada com os usuários e não usuários de GNV. Os outros cinco atributos já pré-selecionados, mostrado na Tabela 02, são variáveis de percepção mais fácil e conhecidamente de grande importância na escolha do GNV. As entrevistas foram realizadas com os usuários da área de influência dos quatro postos de abastecimento incluídos na área de estudo, cuja localização está apresentada pela Figuras 01. A área pertence a um distrito sede do município de Caucaia, situado na Região Metropolitana de Fortaleza. Dos quatro postos disponíveis até o período de realização desse estudo, apenas um contém GNV. Nas entrevistas, solicitava-se aos respondentes escolher, dentre cada par de atributos, aquele considerado por ele mais “importante” na conversão de um veículo para gás natural. Além disso, foram incluídas perguntas sobre a origem e destino do indivíduo.



**Figura 01:** Localização do Distrito Sede na Cidade de Caucaia - Estado do Ceará

#### a) Elaboração do Questionário

A princípio, procurando uma forma mais adequada para a coleta de dados, foram montados dois tipos de questionários, submetidos a uma pesquisa piloto: um para os usuários de GNV e outro para os não usuários deste combustível. Para os não usuários de GNV, não foi computado o atributo “custo de manutenção”, pois é de difícil avaliação para aqueles que podem não conhecer os veículos a GNV, o que não ocorre com proprietários de veículos a gás. Dessa forma, o questionário destinado aos não usuários de GNV foi formulado com 06

combinações de atributos, par a par, dentre as quais o entrevistado deveria escolher uma. Para os usuários de GNV, foram computadas as 10 combinações de atributos obtidas.

#### **b) Pesquisa Piloto**

Na realização da pesquisa piloto, não foi constatado, de uma maneira geral, nenhum problema no ato das entrevistas com os não usuários de GNV. No entanto, em relação aos usuários de GNV, constatou-se que as entrevistas eram bastante cansativas, devido ao alto número de combinações que deveriam avaliar. Especificamente, o atributo “custo de manutenção” foi de difícil entendimento, pois o custo de interesse para a pesquisa seria somente a diferença entre custo de manutenção de um veículo original de fábrica e um veículo de mesma especificação convertido para GNV, considerando ambos sob as mesmas condições. Obviamente, poucas pessoas conseguem perceber essa diferença; decidiu-se, então, por excluir o referido atributo.

Por fim, foi aplicado o mesmo questionário para ambos os segmentos (usuários e não usuários).

#### **c) Estratégias de Amostragem e Levantamento de Dados**

A pesquisa de seleção dos atributos foi realizada ao longo de uma semana do mês de agosto de 2004. O tamanho da amostra coletada nesta primeira pesquisa foi calculada admitindo-se um grau de confiança de 95% e um erro amostral de 10%. O tamanho da amostra é calculado da seguinte forma (BEN-AKIVA e LERMAN, 1985):

$$t = \frac{e}{\frac{s_n}{\sqrt{N}}} \Rightarrow N = \left( \frac{t}{e} \right)^2 \times s_n^2 \Rightarrow N = \left( \frac{t}{e} \right)^2 p \times (1 - p) \quad (1)$$

em que

N: tamanho da amostra;

t: estatística “t” assintótica (para um grau de confiança de 95%, t = 1,96);

s<sub>n</sub>: variância assintótica;

p: probabilidade de um evento binomial (assumido igual a 0,5).

De acordo com a expressão 1, o valor de N é 96,04 o que corresponde a um tamanho mínimo de 97 entrevistas. Esse número é, portanto, a quantidade mínima de observações a serem coletadas para cada um dos segmentos (usuários e não usuários) de GNV. A coleta de dados para o segmento de usuários de GNV foi feita apenas no único posto de combustível de Caucaia que abastece veículos a GNV. Com relação à coleta amostral do segmento de não usuários de GNV, foi necessária a realização de uma estratificação da amostra para a coleta nos quatro postos considerados. Essa estratificação partiu de uma pesquisa de contagem volumétrica de veículos leves que abastecem nos postos, realizada no período da hora de pico da manhã (assumiu-se como hora de pico da manhã o período 06:30 - 07:30) em um dia típico (quinta-feira), no mês de agosto de 2004. Das quantidades levantadas, foram estimadas os percentuais de veículos em cada posto, cujos valores foram admitidos para o dia todo e para todos os dias da semana. A Tabela 03 apresenta os volumes em cada posto e seus respectivos percentuais na hora de pico da manhã.

Portanto, de acordo com a Tabela 03, as quantidades de cada sub-amostra dos Postos Estruturante, Iparana, N. Sra. dos Prazeres e Caucaia Centro, considerando um tamanho total

da amostra de 100, são respectivamente 24, 28, 17 e 30. Trabalharam nesta coleta de dados 06 pesquisadores de campo e um supervisor. Dois pesquisadores eram responsáveis pelo segmento de usuários, enquanto que quatro pesquisadores eram responsáveis pelo segmento dos não usuários de GNV, cada um posicionado em um posto.

**Tabela 03:** Percentuais de volume de veículos na Hora de Pico da Manhã

POSTOS	CONTAGEM	PERCENTUAL
Posto Estruturante	20	24%
Posto Iparana	23	28%
Posto N. Sra. dos Prazeres	14	17%
Posto Caucaia Centro	25	30%

#### d) Tratamento dos Dados

No tratamento dos dados, o ranqueamento dos atributos foi feito da seguinte forma: se um determinado atributo fosse escolhido em relação a um outro, o primeiro ganhava 1 ponto. Sendo assim, foram somados os pontos dos atributos em cada questionário respondido e, em seguida, os pontos de todos os questionários de cada um dos atributos. Foram realizadas 131 entrevistas para o segmento de não usuários, dentre as quais foram excluídos 28 questionários, por não terem sido respondidos de modo adequado; restaram 103 questionários válidos para este segmento. Com os usuários de GNV, foram realizadas 135 entrevistas, das quais foram excluídos 34 questionários, restando 101 questionários válidos para este segmento.

A verificação da validade do questionário foi feita considerando-se que um questionário respondido de modo racional contém atributos com número de pontos de 3, 2, 1 e zero pontos. Se um questionário fosse respondido de modo que a dois atributos fossem dados 2 pontos para cada um, então o seu preenchimento não foi feito com atenção. Este critério obedece à seguinte propriedade: se o atributo 1 é mais importante que o atributo 2, e o atributo 2 é mais importante que o atributo 3, então o atributo 1 é mais importante que o atributo 3. As pontuações de cada um dos atributos são mostradas na Tabela 04.

**Tabela 04:** Pontuação Média dos Atributos considerados na Etapa de Seleção

ATRIBUTOS	USUÁRIOS DE GNV	NÃO USUÁRIOS DE GNV
Custo com Conversão	190	221
Potência do Veículo	100	166
Espaço Perdido no Bagageiro ou Carroceria	113	126
Restrição dos Postos de GNV	203	105

### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com relação ao segmento dos não usuários de GNV, o custo de aquisição do kit de GNV é o condicionante mais importante na decisão de conversão do veículo a GNV. Em seguida, esse segmento considerou que a redução da potência do veículo é a segunda maior impedância. O fato do atributo “Potência do Veículo” ter sido tão bem votado pode ter duas explicações:

- As altas reduções de potência ocasionadas em muitos casos pelo processo de conversão inadequado, funcionando como um anti-*marketing* para o mercado de GNV;
- O segmento dos não usuários de GNV ainda não tem uma noção exata da grandeza de redução da força do motor original do veículo após a conversão.

Ainda a respeito do segmento dos não usuários de GNV, os atributos “espaço perdido no bagageiro ou carroceria” e “restrição dos postos de GNV” aparecem como os menos pontuados. Por outro lado, a amostra dos usuários de GNV apresentou resultados bastante diferentes daqueles observados no outro segmento. Eles elegeram como atributo mais importante a “Restrição dos Postos de GNV”, ao contrário do segmento dos não usuários, que considerou este atributo como menos importante. Os resultados indicam que os usuários de GNV ainda se queixam da limitada infra-estrutura de abastecimento de gás. O custo de conversão aparece em segundo lugar, com pontuação próxima da pontuação do primeiro colocado.

Uma das explicações sobre a importância dada ao atributo “Restrição dos Postos de GNV”, pelos usuários de GNV, pode ser referente à origem e destino de grande parte dos entrevistados. Constatou-se que 27% dos entrevistados usuários de GNV residem no interior do Estado – litoral oeste – onde não há infra-estrutura de abastecimento de GNV. Essas pessoas que converteram seus veículos têm a característica de fazer viagens constantes para Fortaleza, o que justifica a colocação do *kit*. No entanto, o consumo de GNV fica restrito quando este indivíduo viaja para a RMF. Além disso, outros 36% dos entrevistados do segmento de GNV moram e trabalham no município de Caucaia, onde havia, na data da pesquisa, somente 1 posto de abastecimento de GNV.

Ainda com relação ao segmento dos usuários de GNV, os atributos “Espaço Perdido no Bagageiro” e “Potência do Veículo” aparecem em terceiro e quarto lugar, respectivamente, com pontuações bem inferiores às dos dois primeiros colocados. Acerca da potência do veículo, alguns entrevistados afirmavam que “*a redução da força do veículo não é considerável*” ou ainda que “*a redução da potência não faz falta para mim*”. Em respeito ao atributo “Espaço Perdido no Bagageiro”, os benefícios provenientes do uso do GNV compensam o possível inconveniente oriundo da perda de espaço no porta-malas ou na carroceria.

Diante das informações adquiridas com a análise dos dados dessa primeira pesquisa de campo, foi possível adquirir um conhecimento prévio sobre o comportamento de escolha e das variáveis-chaves no processo de decisão, que foi aprofundado em análises posteriores. Além disso, serviram como base para as estratégias de coleta de dados com os questionários de preferência declarada e preferência revelada, cujas informações obtidas permitiram aprofundar, do ponto de vista econométrico, a análise realizada na pesquisa. Os resultados das análises dessa coleta de dados estão apresentados em Brandão Filho (2005).

#### **4. CONCLUSÕES**

De acordo com as informações e dados observados durante a revisão literária, e ao longo das pesquisas de campo realizadas, percebe-se que o mercado do Gás Natural Veicular possui grande potencial de ascensão em vários nichos de mercado. Porém, a sua ampla expansão somente será possível se algumas ações forem tomadas. Em primeiro lugar, é necessária a implementação de programas de marketing que mostrem à população os reais benefícios oriundos da utilização do GNV, direcionados para combater os preconceitos que grande parte da população não usuária do energético ainda possui. Os principais preconceitos dizem respeito às percepções negativas de alguns indivíduos relacionadas à falta de segurança, aos altos custos de manutenção e ao baixo rendimento do veículo.

Aliados aos programas de marketing, necessita-se, dentre uma série de planos de ação, de um amplo e rigoroso processo de fiscalização, fundamentado em legislações claras que protejam o bem-estar dos usuários de GNV. A fiscalização não se deve restringir apenas às convertedoras, exigindo-se todos os processos técnicos cabíveis, sobre os veículos convertidos, verificando-se se as instalações dos kits estão dentro dos requisitos técnicos.

É necessário expandir o planejamento da fiscalização da indústria de GNV em conjunto com a fiscalização de outros veículos, pois é possível que alguns usuários liguem eventos negativos aos veículos a GNV. Por exemplo, era comum até há pouco tempo, sobretudo em cidades interioranas do Nordeste brasileiro, a ocorrência de veículos convertidos a GLP clandestinamente, gerando numerosos acidentes. Dessa forma, desenvolveu-se uma impressão de que os veículos a GNV, por passarem também por um processo de conversão, se comporta da mesma maneira.

Além disso, a ocorrência de alguns acidentes com carros a GNV, por causa de irregularidades, contribuiu para a proliferação dessa má impressão. Todas essas impressões negativas podem ter contribuído para a percepção de insegurança sentida por alguns entrevistados na pesquisa de campo, totalizando 15% da amostra.

Por fim, destaca-se que os resultados desta pesquisa são de grande valia na formulação de políticas de massificação do uso do GNV.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEN-AKIVA, M., LERMAN, S. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. 7a ed. Cambridge, MIT Press, USA, 1985.
- BRANDÃO FILHO, J.E. Previsão de Demanda por Gás Natural Veicular: Uma Modelagem Baseada em dados de Preferência Declarada e Revelada. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Fortaleza-CE, 2005.
- BRADLEY, M; KROES, E.P. Simultaneous Analysis on Stated Preference and Revealed Preference. PTRC 18th Summer Annual Meeting Seminar on Transportation Planning Methods. September, University of Sussex, England, 1990.
- BROWNSTONE, D; BUNCH, D.; TRAIN, K. Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative-fuel vehicles. Transportation Research, Part. B, p.315-338,2000.
- BROWNSTONE, D; TRAIN, K. Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns. Journal of Econometrics, 89, 109-129,1999.
- SANTOS, E. M. Gás natural – Estratégias para uma Energia Nova no Brasil. Editora Annablume. 1a ed. Rio de Janeiro/RJ, 2002.

---

José Expedito Brandão Filho (ebrandao@glen.ufc.br)

João Bosco Furtado Arruda (barruda@glen.ufc.br)

Grupo de Estudo e Pesquisa em Infra-Estruturas de Transporte e Logística da Energia  
Campus do PICI, bloco 724, bairro PICI  
Fortaleza-CE