



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**A EXPERIÊNCIA DO GÁS NATURAL VEICULAR NO
BRASIL: ANÁLISE EMPÍRICA DOS EFEITOS DE
POLÍTICAS DE INCENTIVO**

RAFAEL CANCELLA MORAIS

Matrícula nº: 108019818

E-mail: cancella.rafael@gmail.com

ORIENTADOR: Prof. Edmar Luiz Fagundes de Almeida

CO-ORIENTADOR: Prof. Luciano Dias Losekann

JANEIRO 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**A EXPERIÊNCIA DO GÁS NATURAL VEICULAR NO
BRASIL: ANÁLISE EMPÍRICA DOS EFEITOS DE
POLÍTICAS DE INCENTIVO**

RAFAEL CANCELLA MORAIS

Matrícula nº: 108019818

ORIENTADOR: Prof. Edmar Luiz Fagundes de Almeida

CO-ORIENTADOR: Prof. Luciano Dias Losekann

JANEIRO 2013

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor.

Agradecimentos

Este trabalho é resultado dos conhecimentos adquiridos no Programa de Formação de Recursos Humanos, fomentados pelas instituições ANP e Petrobrás, que forma profissionais especializados na área de petróleo e gás natural. Esse programa engloba disciplinas eletivas que fornecem uma visão geral sobre as características das indústrias de energia em um adequado nível de profundidade para a graduação. Além disso, os alunos participam de congressos, seminários e workshops sobre assuntos relacionados à energia, o que os aproxima das empresas do setor. Nada mais justo do que começar os agradecimentos lembrando-se do Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP e da Petrobrás, especialmente do PRH-21 por essa ótima oportunidade de agregar conhecimentos que resultaram nesse trabalho de conclusão de curso.

Gostaria de agradecer a todos os funcionários do instituto de economia da UFRJ que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e formação crítica, principalmente aos professores. Agradeço especialmente a todos os integrantes do Grupo de Economia da Energia, do qual faço parte. Eles me ajudaram muito, transmitindo conhecimento a todo instante.

Durante a elaboração desse trabalho tive contato constante com o meu orientador, Edmar Almeida e meu co-orientador, Luciano Losekann, que contribuiu com ideias, comentários, correções e sugestões fundamentais para que esse trabalho fosse realizado com êxito. Agradeço também ao meu colega de grupo e amigo, Gustavo Rabello, pelas ideias e sugestões enriquecedoras. Devo um agradecimento especial às secretárias do grupo, Daisy e Joseane, que sempre estão disponíveis para ajudar a todos.

Por fim, agradeço de coração a toda a minha família, meu pai, mãe, irmã, avó e namorada, além de todos os meus amigos, que sempre compreenderam meus momentos de ausência e sempre apoiaram as minhas decisões.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO I – ESCOLHA DO CONSUMIDOR E CARACTERÍSTICAS DA FROTA BRASILEIRA.....	11
I.1 – PRODUTOS SUBSTITUTOS E ESCOLHA DO CONSUMIDOR.....	11
I.1.A – A teoria microeconômica: preferências dos consumidores.....	11
I.1.B – Considerações sobre a escolha do consumidor.....	12
I.1.C – O fluxo de caixa.....	13
I.1.D – Indicadores de atratividade de investimentos.....	14
I.2 – EVOLUÇÃO DA FROTA BRASILEIRA E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	17
CAPÍTULO II – A ABORDAGEM DE FLUXO DE CAIXA APLICADA AO GNV.....	24
II.1 – COMPARAÇÃO ENTRE GASOLINA, ETANOL E GÁS NATURAL VEICULAR (GNV).....	24
II.2 – DETERMINAÇÃO DE INCENTIVOS AO CONSUMO DE GNV.....	26
II.2.A - Chevrolet Zafira 2.0 Flex.....	27
II.2.B - Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex.....	29
II.2.C - Fiat Palio 1.0.....	30
II.2.D - Considerações sobre os resultados.....	31
II.3 – ANÁLISE DO PADRÃO DE UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO.....	31
II.3.A – 1500 quilômetros por mês.....	31
II.3.B – 750 quilômetros por mês.....	32
II.3.C – 500 quilômetros por mês.....	32
II.3.D – Considerações sobre os resultados.....	33

II.4 –COMPARATIVO DA ATRATIVIDADE POR ESTADO.....	33
CAPÍTULO III – ANÁLISE EMPÍRICA.....	37
III.1 – CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS.....	37
III.2 – MODELOS: RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES.....	42
CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

Índice de figuras

Figura 1.1 – Postos de abastecimento de GNV no Brasil em 2004 e em 2012.....	21
Figura 3.1 - Rede de gasodutos no Brasil.....	41

Índice de gráficos

Gráfico 1.1 – Evolução da conversão de GNV no Brasil.....	18
Gráfico 1.2 – Evolução da demanda de GNV no Brasil.....	19
Gráfico 1.3 – Estrutura do consumo no setor de transporte no Brasil.....	21
Gráfico 2.1 – Preços Médios ao consumidor Combustíveis 2002 a 2011.....	25
Gráfico 3.1 – Efeito fixo: diferencial de preço por período.....	40

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Informações relevantes sobre os veículos.....	27
Tabela 2.2 – Fluxo de caixa Zafira 2.0 Flex.....	28
Tabela 2.3 – Fluxo de caixa Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex.....	30
Tabela 2.4 – Fluxo de caixa Fiat Palio 1.0.....	30
Tabela 2.5 – Indicadores de atratividade para cada veículo.....	31
Tabela 2.6 – Fluxo de caixa Corsa com 1500 km/mês.....	32
Tabela 2.7 – Fluxo de caixa Corsa com 750 km/mês.....	32
Tabela 2.8 – Fluxo de caixa Corsa com 600 km/mês.....	32
Tabela 2.9 – Indicadores de atratividade por padrão de consumo.....	33
Tabela 2.10 – Preços dos combustíveis em janeiro de 2012.....	34
Tabela 2.11 – Alíquotas de IPVA por Estado.....	34
Tabela 2.12 – Indicadores de atratividade por Estado.....	35
Tabela 3.1 – Incentivos ao consumo de GNV por estado.....	38
Tabela 3.2 – Análise exploratória.....	39
Tabela 3.3 – Consumo explicado por preço do GNV e dummies.....	42
Tabela 3.4 – Consumo em função das dummies de incentivo separadamente.....	43
Tabela 3.5 – Consumo em função das dummies de incentivo conjuntamente.....	44
Tabela 3.6 – Consumo em função dos preços por efeitos fixos.....	45
Tabela 3.7 – Consumo em função dos preços (variáveis sem logaritmo).....	45
Tabela 3.8 – Consumo em função dos preços (variáveis em logaritmo).....	46
Tabela 3.9 – Consumo em função dos preços e da renda.....	47
Tabela 3.10 – Consumo como função da renda (variáveis em logaritmo).....	47
Tabela 3.11 – Consumo em logaritmo em função da renda absoluta.....	48
Tabela 3.12 – Consumo em função da renda (valores absolutos).....	48
Tabela 3.13 – Consumo em função dos preços em logaritmo e da renda em valores absolutos.....	49
Tabela 3.14 – Consumo em função do preço do GNV (em log) e dummies do RJ e de SP.....	50

Tabela 3.15 – Consumo em função dos preços da gasolina e do etanol (variáveis em log).....	50
Tabela 3.16 – Consumo RJ e SP em função das dummies.....	51
Tabela 3.17 – Consumo RJ e SP em função do preço GNV e das dummies.....	51
Tabela 3.18 – Resumo dos modelos.....	52

Introdução

O gás natural é formado quimicamente por uma mistura de hidrocarbonetos leves, que pode ser associada ou não ao petróleo. Quando utilizado como combustível automotivo, recebendo a denominação Gás Natural Veicular (GNV) apresenta vantagens ambientais e econômicas quando comparado aos seus concorrentes, gasolina e etanol hidratado. O GNV emite menos gás carbônico e, praticamente, nenhum componente particulado nem enxofre, o que justifica sua promoção por meio de políticas públicas. O preço relativo é favorável e a recuperação do investimento de conversão do veículo para GNV é proporcional à distância percorrida.

Nesse contexto, o presente trabalho busca analisar a decisão de consumo de GNV e o impacto de políticas públicas de incentivo ao consumo. O primeiro capítulo apresenta a teoria microeconômica sobre preferências dos consumidores e classificação dos bens, instrumental do fluxo de caixa e indicadores de atratividade do investimento e uma visão sobre a evolução da frota brasileira e perspectivas futuras.

O segundo capítulo determina os incentivos à conversão do veículo e comparação entre os combustíveis. Isso ocorre porque, diferentemente da gasolina e do etanol hidratado, a escolha pelo GNV não ocorre “na bomba” e sim no momento anterior, quando se resolve instalar o kit GNV. Sendo assim, serão calculados indicadores financeiros de atratividade, Valor presente líquido, Taxa interna de retorno e *Pay-back* descontado em duas situações e analisados os resultados. Após isso, eles serão calculados para nove Estados da federação, os quais apresentam algum tipo de incentivo ao consumo de GNV. O incentivo mais significativo é o do Estado do Rio de Janeiro, que fornece 70% de desconto no valor do IPVA.

O último capítulo é uma análise empírica que busca sugerir um modelo para explicar o consumo de GNV no país e avaliar os impactos das políticas de incentivo sobre essa variável. Esse capítulo contém também uma sessão de considerações sobre os dados, em que se explicam características e detalhes da estimação com dados em painel.

A ideia é que o presente trabalho dê uma visão completa sobre o mercado de GNV no Brasil e a decisão de consumir GNV através da conversão do veículo.

I. Escolha do consumidor e características da frota brasileira

A teoria microeconômica oferece instrumentos para se entender o comportamento dos consumidores. Esse instrumental pode ser usado para entender a escolha de combustíveis automotivos. A escolha do combustível é condicionada pelo perfil da frota automotiva. O capítulo é encerrado com a apresentação do caso brasileiro.

I.1. Produtos substitutos e escolha do consumidor

I.1.A Teoria microeconômica: preferências dos consumidores

A teoria econômica, baseada nos princípios da otimização e do equilíbrio, determina a escolha do consumidor, isto é, a cesta de bens que será consumida. De acordo com Varian (2006), o princípio da otimização afirma que as pessoas buscam o melhor padrão de consumo ao seu alcance.

A partir daí, a teoria supõe que existem cestas de bens e serviços que o consumidor pode escolher. Porém, a quantidade de cada bem é limitada pela sua restrição orçamentária, isto é, a renda que o consumidor tem para gastar. Por exemplo, se o consumidor escolher dois bens, a restrição orçamentária fica assim definida: $x_1p_1 + x_2p_2 = m$, onde x_1 e x_2 representam a quantidade dos bens, p_1 e p_2 representam os preços dos bens e m representa a quantidade monetária disponível para consumir. Sendo assim, x_1p_1 equivale ao valor monetário da quantidade consumida do bem 1.

Um detalhe que cabe analisar é que o mesmo bem pode ter valoração diferente para o consumidor, dependendo do contexto em que ele está inserido. Por exemplo, alguém aceitaria pagar muito mais por um copo de água no deserto do que o mesmo copo em um lugar com grande disponibilidade de água.

Além disso, existem três suposições que dão consistência às preferências dos consumidores. A primeira afirma que elas são completas. Isto significa que o consumidor pode comparar duas cestas. A segunda suposição afirma que as preferências são reflexivas, isto é, qualquer cesta de bens é tão boa quanto uma cesta idêntica. A terceira trata da transitividade das preferências. Isto significa que se uma cesta X é preferida a uma cesta Y e essa cesta Y é preferida a uma cesta Z, então se deduz que o consumidor prefere a cesta X à cesta Z. Essas preferências podem ser representadas por gráficos no R^2 , onde são chamadas de curvas de indiferença. A curva de indiferença contém as combinações entre os dois bens que deixam o consumidor indiferente.

Os bens podem ser classificados de acordo com os tipos de preferências dos consumidores. Por exemplo, bens substitutos perfeitos são aqueles em que o consumidor aceita substituí-los a uma taxa constante. Os combustíveis veiculares podem se encaixar nesse tipo. Para consumir um litro a mais de etanol, o consumidor abre mão de 0,7 litros de gasolina. Chega-se a esse valor pelo estudo dos rendimentos dos automóveis. Existem também os bens complementares perfeitos. São consumidos juntos e em proporções fixas. Por exemplo, lentes de contato, par de sapatos. Os bens maus são bens que o consumidor não gosta, mas aceita em troca de uma quantidade maior de um bem que lhe atrai. Por exemplo, uma pizza de queijo, presunto e azeitonas. Se o consumidor não gosta de azeitonas, elas representam um bem mau. Além desses, existe o bem neutro, aquele em que o consumidor não se importa. Sendo assim, um aumento na quantidade desse bem não o afeta positiva nem negativamente.

Tendo em mente a sua restrição orçamentária, o consumidor compara as opções que tem de acordo com as suas preferências e escolhe qual bem consumir e a quantidade a ser consumida visando maximizar o seu bem-estar. No caso da escolha dos combustíveis, esse processo é um pouco mais sofisticado. Apesar do GNV encaixar-se na definição teórica de substituto perfeito da gasolina e do álcool, a escolha não se dá na bomba. Para optar pelo GNV, o consumidor deve fazer um cálculo de fluxo de caixa, comparar os custos e os benefícios de cada um dos combustíveis durante o horizonte de tempo de uso do veículo e assim determinar se é viável converter seu automóvel para GNV. O fato dos benefícios serem projetados justifica o cálculo do fluxo de caixa, que será detalhado na seção.

I.1.B Considerações sobre a escolha do consumidor

No processo de decisão entre converter ou não o veículo, o consumidor considera fatores incluídos e não incluídos na modelagem de fluxo de caixa. Dentre os fatores incluídos estão o preço do veículo, preço do kit de GNV, desconto do IPVA, preço dos combustíveis e gastos com manutenção do kit. Dentre os fatores não incluídos estão número de postos de abastecimento (comodidade, custo de enfrentar filas para abastecer), redução do tamanho da bagagem, segurança (risco de explosão), conscientização ambiental, entre outros.

I.1.C O fluxo de caixa

O que leva o consumidor a converter seu veículo para GNV é o cálculo econômico-financeiro de seu impacto, ou seja, na aplicação do conceito de fluxo de caixa.

De acordo com Samanez (2007, p.223), o fluxo de caixa é o resumo das entradas e saídas efetivas de dinheiro ao longo do período estudado, permitindo conhecer a rentabilidade e a viabilidade econômica do projeto. Elas são conhecidas através de métodos de cálculo variados, entre eles o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o *pay-back* descontado. A idéia por trás disso é que os ganhos futuros compensem os gastos realizados com o investimento com uma taxa de remuneração adequada. Esses benefícios são projetados, através de estimativas de fluxos de caixa futuros.

A primeira informação a ser considerada na construção do fluxo é o investimento inicial. Ele representa os primeiros gastos necessários para a implantação do projeto. Em outras palavras, é o valor monetário que representa uma saída de caixa e inicia o investimento. Por exemplo, suponha que o projeto analisado é a implantação de uma nova máquina em uma fábrica, o investimento inicial corresponde não apenas ao preço de mercado da máquina, mas também aos valores gastos com transporte e instalação. No caso da conversão do veículo para GNV, o investimento inicial corresponde a compra e instalação do kit GNV, que é composto por um cilindro de alta pressão de gás natural comprimido, tubos de alta e baixa pressão, dispositivo regulador de pressão, válvula de abastecimento, dispositivo de troca de combustível e indicadores de condição do sistema.

As entradas e saídas relevantes para a tomada de decisão são chamadas de fluxos de caixa incrementais. Eles são provocados estritamente devido ao investimento analisado e determinam se o projeto deve ou não prosseguir (Samanez, 2007). Por exemplo, se em uma empresa ocorre uma saída mensal para pagar um funcionário, então ela não é considerada na decisão da compra de uma nova máquina, pois esse fluxo não afeta a compra da máquina.

“A análise econômica é um processo relativo, e não absoluto. Está vinculada às alternativas e às diferenças entre elas. Caso um investimento resulte em novas receitas, mas ao mesmo tempo reduza algumas receitas já existentes, apenas o impacto líquido será relevante na análise econômica. Qualquer custo ou despesa que permaneça constante antes e depois que o

investimento tenha sido feito, mas que não afete os fluxos de caixa, não terá relevância, pois não é incremental.” (SAMANEZ, 2007, p. 224)

Outro conceito importante é o fluxo de caixa residual. Ele corresponde ao valor do equipamento ao final do horizonte do investimento. Para chegar a esse valor, deve-se considerar a depreciação e os possíveis gastos para se desfazer do equipamento. Vale lembrar que as estimativas devem ser feitas após a tributação e não devem considerar despesas com pagamento de juros.

Sendo assim, a estrutura do fluxo de caixa se forma por investimento inicial, fluxos incrementais e fluxo de caixa residual. Para a sua montagem, além dos fluxos incrementais, deve-se considerar que os fluxos relativos ao financiamento não devem ser levados em conta para a avaliação da viabilidade econômica do investimento.

Com relação a forma de abordagem dos custos, primeiramente, o projeto em questão será comparado com a melhor alternativa a ele, que é o custo de oportunidade. Em segundo lugar, como deve-se considerar apenas fluxos incrementais, os custos afundados não entram na sua construção. Samanez (2007) cita esses dois aspectos:

“ Os custos de oportunidade associados a recursos previamente possuídos devem ser alocados com base no melhor uso alternativo do bem.” (...)

“ Os custos passados já gastos (custos afundados) não serão recuperados se o projeto não for empreendido. Logo, por não serem valores incrementais, não devem ser incluídos no fluxo de caixa.”

Uma vez montado, o fluxo de caixa será a base para a análise da viabilidade econômica do projeto de investimento e para compará-lo a outras alternativas. O valor do projeto se baseia na sua capacidade de gerar fluxos de caixa futuros, isto é, renda econômica. A comparação entre as alternativas de investimento deve ser feita em um ponto comum no tempo, considerando sua atualização, uma vez que financiamentos e investimentos costumam apresentar espaçamento entre os fluxos de caixa. (Samanez, 2007, p. 179).

I.1.D. Indicadores de atratividade de investimentos

Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido é um método de avaliação de investimentos que calcula o valor presente dos fluxos de caixa projetados ou gerados ao longo do projeto e o subtrai do

investimento inicial. Esse método tem por finalidade calcular o impacto dos eventos futuros associados a uma alternativa de investimento.

Segundo Klann e Tomasi (2010), o VPL apresenta algumas vantagens, como informar sobre alterações no valor da empresa em função da decisão de investimento tomada, analisar todos os fluxos de caixa oriundos do projeto, considerar o custo de capital e o risco, que está embutido no próprio custo de capital.

A fórmula matemática que define o VPL é

$$VPL = - I + \sum_{t=1}^n FC_t / (1+i)^t, \text{ onde:}$$

I = Investimento inicial;

FC_t = Fluxo de caixa no período t;

t = 1,2,3,4...n;

i = taxa de desconto.

A taxa de desconto converte os valores futuros em valores presentes. Nela está embutido o custo de oportunidade do capital, isto pode ser interpretado como o rendimento da melhor alternativa ao projeto.

Uma vez calculado o VPL, se o valor encontrado for positivo, então o projeto é economicamente viável, isto é, o investimento é recuperado e o investidor ainda recebe o retorno esperado do capital.

Samanez (2007) exemplifica o processo da seguinte forma:

“(...)considerando que uma alternativa de investimento requeira um desembolso inicial de \$200.000 que propiciaria a geração de fluxos de caixa de \$75.000 por ano durante cinco anos, o VPL calculado a um custo de capital de 15% ao ano seria $VPL = - 200.000 + 75.000/1,15 + 75.000/(1,15)^2 + \dots + 75.000/(1,15)^5 = \$51.412 > 0$. O VPL é positivo, indicando a viabilidade econômica da alternativa. O investimento inicial de \$200.000 será recuperado em cinco anos, obtendo-se uma proteção adicional equivalente a \$51.412 unidades de valor presente. (...). Assim, a proteção implícita de \$51.412 é realmente um lucro de valor econômico que excede o padrão de ganhos mínimos exigidos de 15% a.a.” (Samanez, 2007, p.180)”

Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é a taxa que iguala o valor presente líquido a zero. Isso significa que o valor presente das entradas de caixa futuras são igualadas ao investimento inicial e saídas futuras.

Klann e Tomasi (2010) explicam que a TIR deve ser comparada ao custo de capital do projeto, porque se ela for maior, significa que o empreendedor gera caixa suficiente para remunerar os seus custos de acordo com as suas exigências. Nesse caso, o projeto aumenta o valor do seu portfólio. Em outras palavras, o critério de decisão da viabilidade do projeto consiste em comparar a TIR com o custo de capital.

Ela é a taxa que torna verdadeira a equação:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n FC_t / (1+i^*)^t, \text{ onde:}$$

I = Investimento inicial;

FC_t = Fluxo de caixa no período t;

t = 1,2,3,4..n;

i^* = Taxa interna de retorno.

Comparando os dois métodos apresentados, Samanez (2007) afirma que ao contrário do VPL, a TIR não busca medir a rentabilidade absoluta do projeto, mas sim encontrar uma taxa intrínseca de rendimento. Sendo assim, a TIR é dita “interna”, pois depende apenas de valores do fluxo. Não é necessário supor uma taxa para realizar comparações.

Bruni e Famá (2003) tiram três conclusões do método da TIR: i) todos os retornos serão reinvestidos no valor da TIR durante o prazo estudado para o projeto, ii) quando calculados utilizando a TIR, o valor presente das entradas é igual ao valor presente das saídas do projeto e iii) a TIR calcula a rentabilidade do projeto sobre a parte não amortizada do investimento.

Samanez (2007) fornece um exemplo do método:

“Tomando o mesmo exemplo anterior, a TIR da alternativa de investimento será:

$$VPL = -200.000 + 75.000/(1+TIR)^1 + \dots + 75.000/(1+TIR)^5 = 0 \Rightarrow TIR = 25,42\% \text{ a.a.}$$

A TIR (25,42%) é maior que o custo do capital (15%), indicando a viabilidade econômica da alternativa.” (samanez, 2007, p.181)

Pay-back descontado

O método do *pay-back* descontado fornece o tempo de recuperação do investimento. Em outras palavras, quanto tempo passa até que o valor presente dos fluxos de caixa se

iguale ao investimento inicial. O objetivo é encontrar o valor de T que resolva a equação:

$$I = \sum_{t=1}^T FC_t / (1+K)^t, \text{ onde:}$$

I = Investimento inicial;

FC_t = Fluxo de caixa no período t;

t = 1,2,3,4..n;

K = Custo do capital.

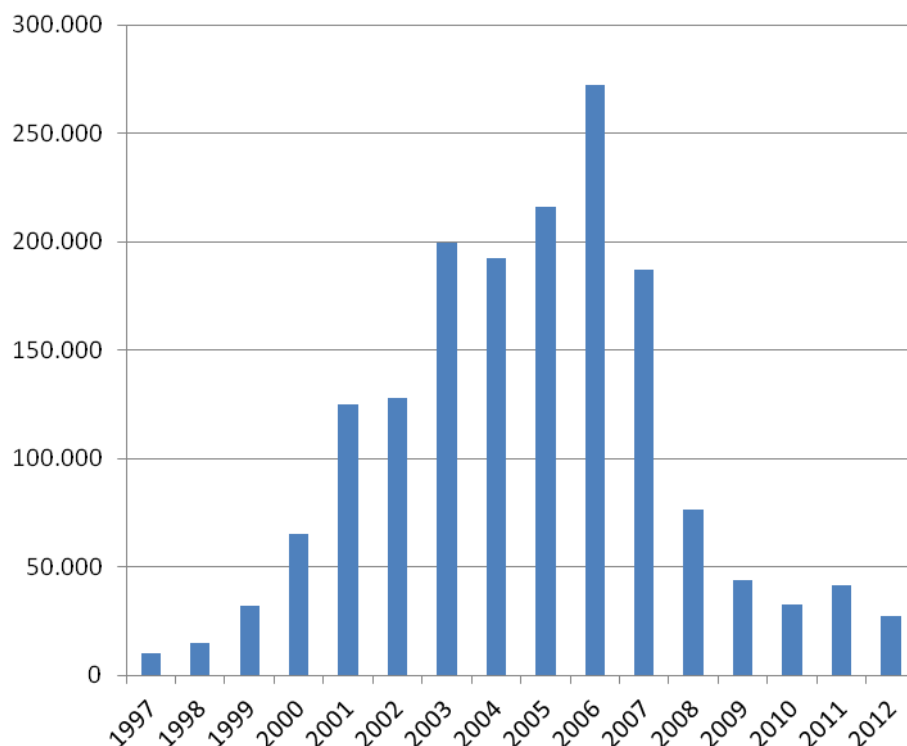
Vale observar que o tempo pode ser em dias, meses, anos, entre outras unidades. A mais comum é número de anos.

I.2 Evolução da frota brasileira e perspectivas futuras

O GNV começou a ser utilizado no setor de transportes brasileiro no final da década de 1990 com políticas de incentivos por parte dos governos federais e estaduais. Entre elas destacam-se a isenção de parte do IPVA para veículos convertidos. Em concomitância, nos anos seguintes o aumento de trabalhadores autônomos no setor de transporte e do número de frotas de taxistas contribuiu para o crescente número de conversões. Outro fator importante foi o crescimento do número de postos de abastecimento nos Estados.

As conversões apresentaram queda a partir de 2007, quando o país experimentou uma conjuntura de escassez de gás natural.

Gráfico 1.1 – Evolução da conversão de GNV no Brasil (veículos)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Raio-X do setor IBP

No gráfico 1.1, observa-se um movimento de crescimento do número de conversões até 2006. De acordo com a Gas Energy (2011), as duas principais razões para a brutal redução no número de conversões são o aumento da frota de veículos flexfuel, que intensifica a concorrência com o etanol e a redução da confiança dos consumidores decorrente das ações contrárias do governo federal aos programas de incentivo de GNV no país. A posição do governo se refletiu na política de preços e o GNV perdeu competitividade frente aos combustíveis alternativos. Associada a elas, encontra-se a maturidade da frota.

O aumento da frota flexfuel aumenta a competitividade do etanol hidratado na medida em que o consumidor tem a segurança de que caso falte etanol ou seu preço aumente, ele pode abastecer seu veículo com gasolina. Isso foi um problema no passado, quando o veículo era exclusivamente a etanol (o etanol hidratado).

Os governos começaram a se posicionar contrariamente ao GNV quando, em 2007, o Brasil passou pela já citada crise de abastecimento, decorrente de problemas com a Bolívia e da oferta doméstica de gás. Nesse ano a operação das termelétricas foi necessária e ficou claro que, mesmo importando a totalidade da capacidade do gasoduto,

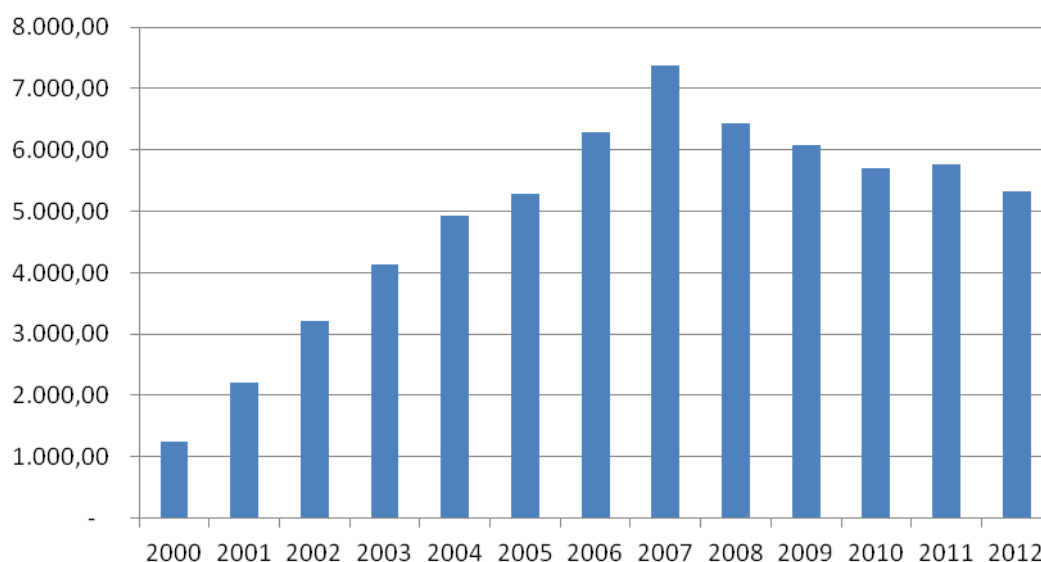
ainda faltava gás para abastecer a demanda. Nesse contexto, o GNV passou a ficar em segundo plano. Em alguns momentos, o governo federal até criticou políticas estaduais de incentivo ao consumo de GNV (Gas Energy, 2011). O resultado foi a queda considerável no número de conversões de 240 mil aproximadamente em 2006 para aproximadamente 7 mil em 2010. Esse valor de 2010 se assemelha ao número de conversões de 1997, primeiro ano da série.

Vale notar que o Rio de Janeiro é o Estado com o maior número de conversões, seguido de São Paulo. Isso pode ser explicado pelas políticas de incentivo: no primeiro, a isenção de IPVA para veículos convertidos chega a 70%, enquanto o segundo apresenta um desconto de 25%. Atualmente, o Rio de Janeiro representa 45% dos veículos convertidos no Brasil e São Paulo, 23%.

Além disso, a maturidade da frota dos principais Estados também contribuiu para a redução do número de conversões. Nos Estados com as maiores frotas, a maioria dos veículos interessados já foi convertida. Sendo assim, a partir de um determinado ponto torna-se necessária uma nova expansão da frota para que as políticas de incentivo possam agir e gerar resultados positivos sobre o número de conversões.

A trajetória do consumo de GNV acompanha o número de conversões, como mostra o gráfico 1.2:

Gráfico 1.2 – Evolução da demanda de GNV no Brasil (m³/d)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Abegás

O consumo cresceu a uma taxa anual de 49% desde 1997 até 2007, saindo de 0,1 Mm³/d em 1997 e chegando a 7 Mm³/d em 2007 (Gas Energy, 2011). A crise econômica de 2008 também contribuiu para que o consumo caísse de 7 Mm³/d em 2007 para aproximadamente 5,5 Mm³/d em 2010, terminando 2012 em 5,2 Mm³/d (Abegas, 2012).

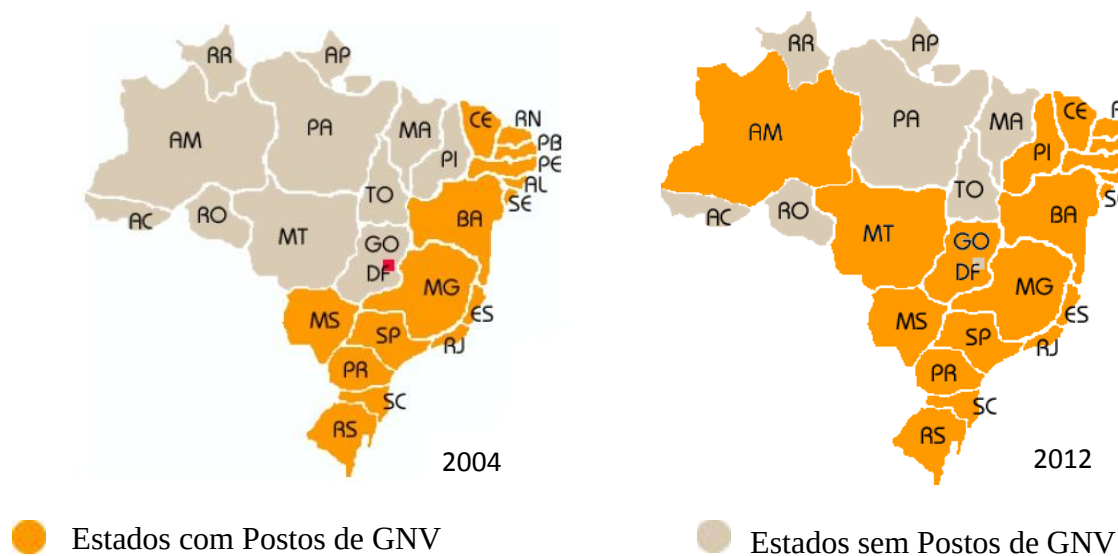
Outro elemento fundamental para a evolução da frota de veículos movidos a GNV são os postos de abastecimento. Isso ocorre porque o consumidor leva em consideração a comodidade para abastecer seu veículo. Sendo assim, enfrentar longas filas e ter que se deslocar longas distâncias para abastecer é um custo que afeta diretamente o bem-estar do consumidor.

Além disso, existe uma resolução, elaborada pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), que determina as condições para se instalar um posto de abastecimento. De fato, são muitas condições e por vezes até complexas de serem atendidas. Sem contar que existe um grande custo de capital para instalação e montagem de um posto de GNV. O investimento para a instalação do posto de GNV é quatro vezes maior do que o posto de gasolina ou etanol hidratado (Barros, 2001).

O posto deve ser localizado o mais próximo possível do gasoduto. A rede que transporta o gás até o posto deve apresentar alta pressão. Em caso de baixa pressão, o compressor, além de mais caro, deve ser maior e isso demanda mais energia.

Mesmo com altos custos, a infra-estrutura de abastecimento vem melhorando nos últimos anos. De acordo com a GasNet, existiam 882 postos cadastrados no Brasil em outubro de 2004, distribuídos por 15 Estados. Já em janeiro de 2012, esse número é de 1832, distribuídos por 19 Estados da federação. Essa trajetória representa um crescimento de 107% do número de postos. A figura 1 ilustra essas informações.

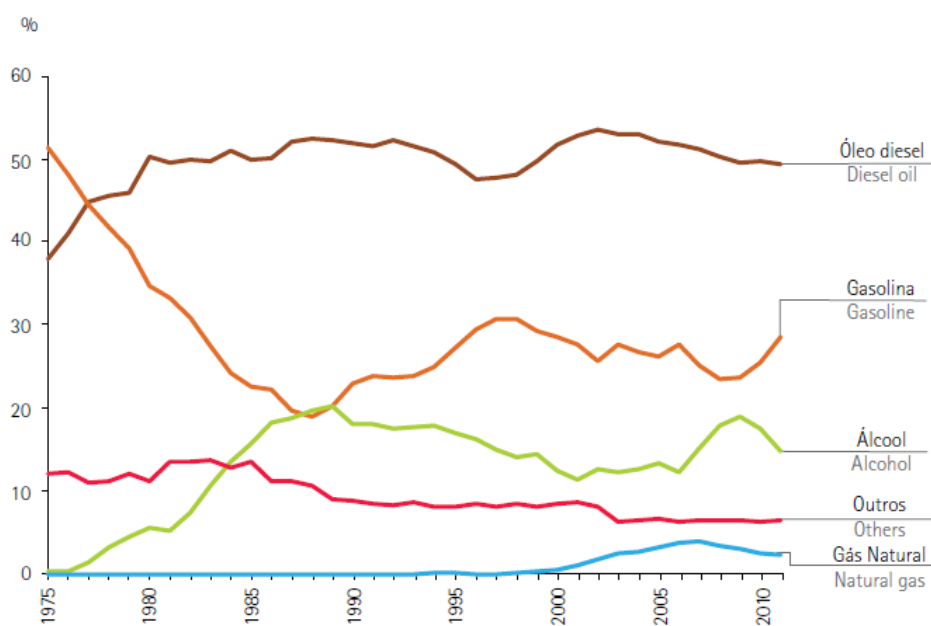
Figura 1.1 – Postos de abastecimento de GNV no Brasil em 2004 e em 2012



Fonte: GasNet

Dito isso, pode-se analisar o peso do GNV na estrutura do consumo no setor de transporte brasileiro. O gráfico 1.3 ilustra essa informação:

Gráfico 1.3 – Estrutura do consumo no setor de transporte no Brasil



Observa-se que a participação do GNV na matriz energética ainda é marginal, mesmo com um grande crescimento em termos absolutos. A dominância é do óleo diesel, seguido pela gasolina. Isso se explica pela grande frota de veículos pesados que transporta mercadorias pelo país e pela frota de veículos leves que abastece com gasolina.

Apesar da pequena participação na matriz energética e do relativamente reduzido número de conversões nos últimos anos, a conjuntura atual se apresenta favorável: problemas nas lavouras de cana-de-açúcar aumentam o preço do etanol e o preço do petróleo segue elevado, o que reflete no preço da gasolina. Além disso, o preço do GNV foi reduzido por conta dos leilões de gás natural organizados pelo governo federal em 2011.

Outro fato que alavanca as possibilidades de expansão do GNV é a descoberta de petróleo na camada do Pré-sal. Ela representa um incremento significativo na oferta doméstica de gás natural para os próximos anos. O GNV se encaixa como um elemento criador de demanda para esse aumento de oferta. Idéias mais otimistas citam a hipótese do aumento do consumo de GNV liberar os combustíveis concorrentes para a exportação, uma vez que eles apresentam um menor custo de transporte. Isso representaria ganhos econômicos para o Brasil (Gas Energy, 2011).

No entanto, para aproveitar a conjuntura favorável, o mercado de GNV necessita de políticas governamentais de incentivos. Considerando que a conversão do veículo para gás natural tem um custo inicial relativamente elevado, o governo deve ser atuante para estimular a conversão. Entre as ações do governo, cita-se intervenção no preço, de forma a estabilizá-lo em um patamar competitivo com os preços dos combustíveis concorrentes e políticas de isenção de impostos, de forma a contribuir para a amortização do investimento inicial de conversão do veículo. A decisão econômico-financeira de converter o veículo será analisada com detalhes no segundo capítulo.

Portanto, percebe-se que o GNV se apresenta como uma boa alternativa aos combustíveis concorrentes. Apesar da redução do consumo e do número de conversões nos últimos três anos, o cenário futuro se mostra promissor. Além disso, verificou-se um número expressivo de conversões até 2006, isto é, enquanto havia políticas

governamentais voltadas para esse mercado. Dessa forma fica clara a necessidade de participação dos governos para alavancar esse potencial mercado.

No próximo capítulo será analisada a decisão de conversão de um veículo para gás natural do ponto de vista do consumidor. Será possível estimar em quanto tempo o consumidor recupera o investimento baseado em algumas premissas sobre rodagem mensal, rendimento do veículo e preços relativos dos combustíveis.

II. A abordagem de fluxo de caixa aplicada ao GNV

O segundo capítulo expõe os instrumentos utilizados como base para a realização do exercício de definição de estímulos ao consumo de GNV. Para isso torna-se necessário explicar a metodologia de construção do fluxo de caixa, bem como a sua definição. Feito isso, é possível construir exemplos baseados em premissas sobre rodagem mensal, modelos e rendimentos de veículos e preço relativo dos combustíveis no Estado do Rio de Janeiro.

II.1. Comparação entre gasolina, etanol e gás natural veicular (GNV)

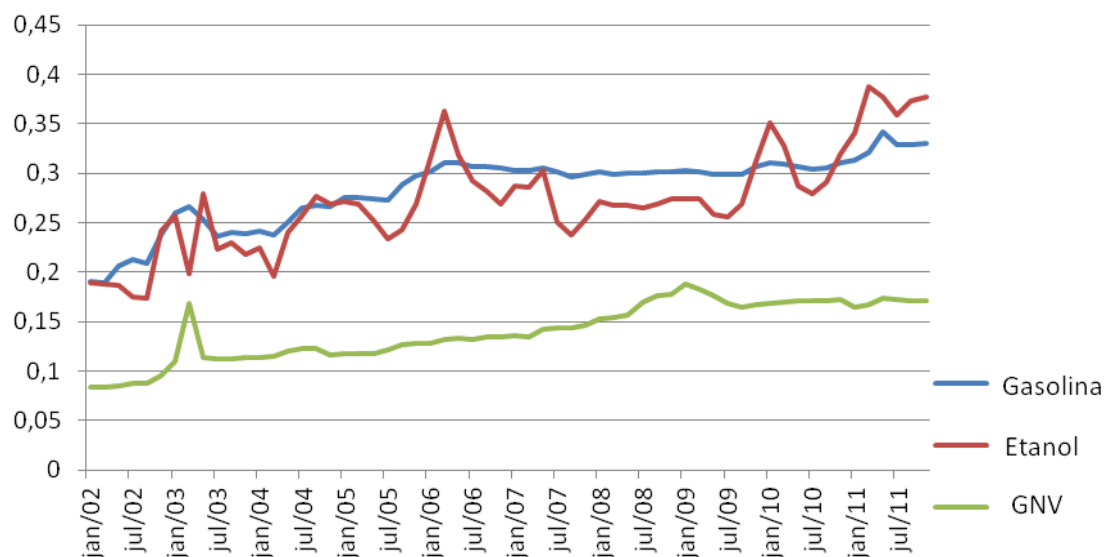
O mercado de combustíveis para veículos leves no Brasil apresenta três opções: gasolina, etanol e GNV. A mais antiga é a gasolina. Ela constitui-se de uma mistura de hidrocarbonetos inflamáveis, derivados do petróleo. As características que a tornam um bom combustível são alta energia de combustão, alta volatilidade e alta razão de compressibilidade (capacidade do fluido em variar seu volume de acordo com a pressão exercida sobre ele). O principal problema desse combustível é que sua queima gera gases poluentes a atmosfera, como CO₂ e enxofre por exemplo.

O etanol é uma substância química no estado líquido, incolor e miscível em água. É derivado do processo de fermentação do açúcar, entre outras formas. Pode ser utilizado na forma hidratada, misturado com água nos motores a álcool ou na forma anidro, misturado com a gasolina, quando aumenta a octanagem. Apesar da discussão sobre os impactos ambientais do processo de produção do etanol, uma característica que o diferencia da gasolina é a menor poluição do ar, uma vez que sua emissão de gás carbônico é compensada pelo processo de fotossíntese da cana-de-açúcar.

O GNV é uma mistura de hidrocarbonetos leves, que pode ser associada ou não ao petróleo, utilizada como combustível para a propulsão de veículos. De acordo com a Gas Energy (2011), entre as características que o tornam competitivo em relação aos substitutos tem-se o fato de ser um combustível mais limpo (sem impurezas), emitindo menos gás carbônico e menos componentes particulados, além de preservar o motor. Outra característica é a segurança. Como é um combustível menos inflamável que a gasolina, em contato com o ar, ele se dissipa. Além disso, é mais difícil passar por manipulações e adulterações. A característica mais importante é o menor preço relativo. Na verdade, para que o GNV seja usado no veículo é necessário um investimento inicial. Ele contempla a instalação de um cilindro de alta pressão para armazenar o combustível e outras peças como tubos de alta e baixa pressão, válvula de

abastecimento, dispositivo regulador de pressão, indicadores de condição do sistema e dispositivo de troca de combustível. Isso se reflete como um custo para o consumidor inicialmente. Porém, considerando que o preço do m³ de GNV é significativamente menor do que o litro de gasolina e de etanol (gráfico 2.1), esse investimento pode ser recuperado e o uso do GNV pode tornar-se economicamente viável, como será detalhado no próximo capítulo.

Gráfico 2.1 – Preços Médios ao consumidor Combustíveis 2002 a 2011
(R\$/Kcal)



Fonte: Elaboração própria com dados da ANP.

Através do gráfico 2.1 observa-se que o preço da gasolina evolui de forma mais constante do que o etanol. Os fatores que determinam a volatilidade do etanol são variações climáticas e seus impactos na produção de cana-de-açúcar, mudança nos preços do açúcar no mercado internacional e variação cambial (Almeida, 2004). Além disso, observa-se que o GNV evolui sempre em um patamar menor do que os seus combustíveis concorrentes.

No início de 2003, percebeu-se uma redução no preço do etanol enquanto os outros combustíveis aumentavam de preço. Isso pode ser explicado pelo fator climático. As condições estavam favoráveis e os canaviais foram renovados, o que permitiu um incremento de produtividade na produção de cana e como consequência, um forte aumento na produção de etanol. Já em 2004, observa-se um aumento no preço do etanol, decorrente de fortes chuvas no verão daquele ano e do aumento do preço do açúcar (Almeida, 2004). Enquanto isso, o GNV teve um aumento no seu preço em 2003 e depois evoluiu de forma praticamente constante até 2007. Nesse ano, o mercado de

GNV conheceu uma crise, decorrente da escassez de gás. Isso ocorreu porque o Brasil importou tudo que foi permitido da Bolívia e a demanda de gás para a geração termoelétrica se elevou consideravelmente.

Portanto, é visível que tanto a produção de etanol quanto a produção de GNV estão atreladas a outras atividades. No caso do etanol, sua produção é diretamente proporcional à produção de açúcar. Já o GNV é um “concorrente” da produção termoelétrica, já que os dois segmentos necessitam de gás natural.

II.2. Determinação de incentivos ao consumo de GNV

Este tópico busca aplicar as definições estudadas acima para definir os incentivos a conversão do veículo para GNV. A região estudada será o Estado do Rio de Janeiro, responsável por 47% dos veículos convertidos no Brasil de acordo com o IBP (2012). Em segundo lugar vem São Paulo com 22%. Esses dados servem como base para a hipótese de que preços relativos dos combustíveis favoráveis e políticas de isenção de impostos incentivam o consumo de GNV. O foco da análise é a classe dos taxistas, amplamente consumidora. Esse consumo se justifica pela alta rodagem mensal da classe. O modelo elaborado verifica qual é a relação entre a rodagem média e o grau de atratividade do investimento.

As hipóteses aqui elaboradas se baseiam em pesquisa de campo e comparações com outros trabalhos, como o de Klann e Tomasi (2007). A pesquisa de campo, elaborada no período de 15 de dezembro de 2011 a 10 de janeiro de 2012, consistiu no diálogo com cooperativas e taxistas em busca de informações de cunho prático como rodagem média, satisfação, rendimento do veículo, modelos de carros mais utilizados como táxi, entre outras. Essas informações são comparadas com aquelas obtidas nos trabalhos sobre o assunto e, a partir daí, formuladas as hipóteses.

O estudo foi feito para três modelos de automóveis: Chevrolet Zafira 2.0 Flex, Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex e Fiat Palio 1.0 Fire Economy. Suponha que a rodagem média seja de 3.000 km por mês no transporte de passageiros pela cidade (hipótese será modificada na próxima seção). A tabela abaixo mostra as informações relevantes para os três veículos:

Tabela 2.1 - Informações relevantes sobre os veículos

Veículo	Chevrolet Zafira 2.0 Flex	Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex	Fiat Palio 1.0
Preço do veículo (R\$)	35.000	25.000	18.000
Rodagem média (km/mês)	3000	3000	3000
Km médio com 1 litro de gasolina equivalente	8	10	12
Km médio com 1 m³ de GNV	11	13	15
Valor médio do litro de gasolina equivalente (R\$/l)	2,85	2,85	2,85
Valor médio do m³ de GNV (R\$/m³)	1,66	1,66	1,66

Fonte: elaboração própria

O valor médio do litro de gasolina equivalente foi encontrado por meio da comparação entre o preço do etanol hidratado e o da gasolina. Esse cálculo utilizou pesos 1 para gasolina e 0,7 para etanol e considerou o menor. Isso é necessário porque a maioria da frota é de carros flex. Por isso, o racional é utilizar o mínimo entre o preço da gasolina e o preço do etanol ponderado. Os preços ao consumidor foram extraídos do levantamento feito pela ANP para o mês de janeiro de 2012 e são 2,85 R\$/L para a gasolina e 2,26 R\$/L para o etanol. Em outras palavras, o custo de oportunidade de abastecer com GNV é abastecer com gasolina ou etanol hidratado.

Os valores de rendimento foram extraídos do Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO. Em seguida, apresenta-se a metodologia do cálculo do fluxo de caixa para os três casos em um horizonte de oito anos.

II.2.A. Chevrolet Zafira 2.0 Flex

O primeiro fator a ser considerado é o investimento inicial. De acordo com Klann e Tomasi (2007) e a pesquisa de campo, o valor estimado é de R\$ 4.000,00, incluindo o preço de mercado do kit novo, mão de obra para instalação, vistoria do INMETRO e

gastos com mudança na documentação do veículo. Em seguida é necessário calcular os gastos com combustíveis. Ele é obtido através da multiplicação entre a rodagem média mensal e o preço médio do litro do combustível dividido pelo consumo do veículo. Veja:

Gasto mensal com combustíveis (R\$/mês) = [Rodagem mensal (Km/mês) * Valor médio do litro de combustível (R\$/L)] / quilômetro médio com um litro de gasolina (km/L).

Os valores são R\$ 1.068,75 para gasolina equivalente e R\$ 452,73 para GNV. Para obter a economia anual basta fazer a diferença entre esses valores e multiplicá-la por doze, obtendo R\$ 7.392,27. Dessa forma, 7.392,27 reais são economizados por ano no carro abastecido por GNV.

No Estado do Rio de Janeiro, os gastos anuais são impostos sobre propriedade de veículos automotores (IPVA), vistoria anual, revisão do sistema e a troca eventual de algumas peças. Suponha que no primeiro ano, o consumidor gaste apenas o equivalente ao IPVA e a vistoria (245 + 90 = R\$ 335,00). A pesquisa de campo nos fornece que, entre o segundo e quarto ano, ele tem despesa adicional correspondente à revisão do sistema (R\$ 100,00). Do quinto ao oitavo ano, ele tem despesas adicionais com a troca de algumas peças (R\$ 200,00).

O valor a ser pago de IPVA levou em conta 1% do valor do veículo, considerado R\$ 35.000, uma vez que os taxistas são isentos de IPI e ICMS. Sobre esse valor incidiu o desconto de 70% do IPVA, dado pelo Estado do Rio de Janeiro aos veículos convertidos. Daí chega-se ao valor de R\$ 105,00. Subtraindo do IPVA integral (R\$ 350,00), têm-se IPVA incremental no valor de R\$ 245,00.

Em posse desses números já é possível construir o fluxo de caixa:

Tabela 2.2 – Fluxo de caixa Zafira 2.0 Flex

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Economia anual	---	7.392,27	7.392,27	7.392,27	7.392,27	7.392,27	7.392,27	7.392,27	7.392,27
Gastos (-)	4.000,00	335,00	435,00	435,00	435,00	635,00	635,00	635,00	635,00
Fluxo de	-	7.057,27	6.957,27	6.957,27	6.957,27	6.757,27	6.757,27	6.757,27	6.757,27

Prosseguindo, deve-se estimar o fluxo de caixa residual, que equivale ao valor obtido no final do investimento. Suponha que o consumidor venda o carro com o kit instalado. Ao final do oitavo ano, o valor de um kit usado é estimado em R\$ 700,00 de acordo com Klann e Tomasi (2007).

Para analisar a viabilidade econômica do investimento, utilizam-se as três abordagens expostas na seção anterior: valor presente líquido, taxa interna de retorno e *pay-back* descontado. Para o cálculo do VPL é necessário uma estimativa do custo de oportunidade do investimento, isto é, uma taxa que represente o rendimento do melhor ativo alternativo. Suponha que exista uma alternativa que renda 13% ao ano. Com isso, chega-se a um valor presente líquido de R\$ 25.528,02 e uma taxa interna de retorno de 175,38% ao ano. Esses resultados significam que o investimento é altamente viável. Pelo VPL, por exemplo, observa-se que descontado o custo de oportunidade, ainda sobrou para o investidor o montante líquido de R\$ 25.528,02. Lembrando que para o investimento ser viável, o VPL tem que ser maior que zero e a TIR tem que ser maior do que o custo de oportunidade. Pelo *pay-back* descontado, o consumidor recupera o investimento já no primeiro ano, quando o fluxo descontado apresenta um valor maior do que o investimento inicial. Em números, utilizando o fluxo do primeiro ano (R\$7.057,27) dividido pela taxa que representa o custo de oportunidade do primeiro ano (1,13% a.a) obtém-se R\$ 6.245,37, valor maior do que os R\$ 4.000,00 de investimento inicial.

Portanto, verifica-se que para as dadas hipóteses de rodagem média, custo de oportunidade, rendimento do veículo e gastos anuais, a conversão para GNV é viável para o Zafira 2.0 Flex e outros carros da mesma categoria que apresentem rendimentos semelhantes. A próxima sessão faz a mesma análise para outra categoria de veículos: o Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex.

II.2.B. Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex

O mesmo procedimento utilizado na sessão anterior deve ser aplicado para este caso. As diferenças estão nos valores bases de cálculo. O preço considerado do veículo foi R\$

25.000,00 para o táxi a gás natural. Os rendimentos considerados foram de 10 km/Litro de gasolina equivalente e 13 km/ m³ de GNV, como mostra a tabela 2.1. Os outros fatores, como custo de oportunidade, fluxo de caixa residual e gastos anuais foram considerados constantes. A economia anual com combustíveis foi calculada em R\$ 5.663,08. Sendo assim, é possível montar o fluxo de caixa para o modelo Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex:

Tabela 2.3 – Fluxo de caixa Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Economia anual	---	5.663,08	5.663,08	5.663,08	5.663,08	5.663,08	5.663,08	5.663,08	5.663,08
Gastos (-)	4000,00	265,00	365,00	365,00	365,00	565,00	565,00	565,00	565,00
Fluxo de caixa	- 4000,00	5.398,08	5.298,08	5.298,08	5.298,08	5.098,08	5.098,08	5.098,08	5.098,08

Fonte: elaboração própria

O VPL é de R\$ 18.481,94, a TIR é de 133,54% ao ano e o *pay-back* descontado é um ano, caracterizando alta viabilidade para o investimento, porque o VPL é positivo, a TIR é maior que o custo de oportunidade e a recuperação do investimento inicial ocorre já no primeiro ano.

II.2.C. Fiat Palio 1.0

O último caso é a análise da viabilidade econômica da conversão para o Fiat Palio 1.0, um carro mais econômico, no sentido que consome menos combustível por litro. Assim como nos casos anteriores, os valores para gastos anuais, preço dos combustíveis, fluxo de caixa residual e custo de oportunidade foram considerados constantes. O preço do veículo para efeito de cálculo do IPVA foi R\$ 18.000,00. A economia anual é de R\$ 4.566,00. Dito isso, tem-se o fluxo de caixa:

Tabela 2.4 – Fluxo de caixa Fiat Palio 1.0

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Economia anual	---	4.566,00	4.566,00	4.566,00	4.566,00	4.566,00	4.566,00	4.566,00	4.566,00
Gastos (-)	4000,00	216,00	316,00	316,00	316,00	516,00	516,00	516,00	516,00

Fluxo de caixa	- 4000,00	4.350,00	4.250,00	4.250,00	4.250,00	4.050,00	4.050,00	4.050,00	4.050,00
-----------------------	--------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Fonte: elaboração própria

O VPL correspondente ao fluxo é R\$ 14.031,06, a TIR é 106,91% ao ano e o *pay-back* descontado é um ano aproximadamente. Esses resultados apontam para um investimento altamente viável.

II.2.D. Considerações sobre os resultados

A tabela a seguir resume os resultados, confirmando a ideia de que quanto maior o consumo do veículo, mais viável se torna a conversão.

Tabela 2.5 – Indicadores de atratividade para cada veículo

Indicador \ Veículo	Zafira 2.0	Corsa Sedan 1.4	Palio 1.0
VPL	R\$ 25.528,02	R\$ 18.481,94	R\$ 14.031,06
TIR	175,38%	133,54%	106,91%
PBD	1 ano	1 ano	1 ano

Fonte: elaboração própria

O próximo exercício é modificar a hipótese de rodagem mensal e buscar responder à pergunta: a conversão continua viável?

II.3. Análise do padrão de utilização do veículo

Imagine que o padrão do veículo se modifica e a rodagem mensal vai diminuindo. Analisaremos três casos: 1500, 750 e 700 quilômetros por mês. O veículo usado para a análise é o modelo intermediário, Corsa 1.4 flex.

II.3.A. 1500 quilômetros por mês

Utilizam-se as informações da tabela 2.1 e modifica-se a rodagem mensal para 1500 quilômetros por mês chegando a economia anual é de R\$ 2.831,54. O fluxo de caixa segue:

Tabela 2.6 – Fluxo de caixa Corsa com 1500 km/mês

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Economia anual	---	2.831,54	2.831,54	2.831,54	2.831,54	2.831,54	2.831,54	2.831,54	2.831,54
Gastos (-)	4.000,00	265,00	365,00	365,00	365,00	565,00	565,00	565,00	565,00
Fluxo de caixa	- 4000,00	2.566,54	2.466,54	2.466,54	2.466,54	2.266,54	2.266,54	2.266,54	2.266,54

Fonte: elaboração própria

Esse fluxo de caixa traz como resultado o valor presente líquido de R\$ 6.457,24, a TIR de 60,31% ao ano e o *pay-back* descontado é 2 anos. A conclusão é conversão viável.

II.3.B. 750 quilômetros por mês

Mesmo procedimento é realizado para rodagem de 750 quilômetros por mês, apresentando uma economia anual de R\$ 1.415,77 e o seguinte fluxo de caixa:

Tabela 2.7 – Fluxo de caixa Corsa com 750 km/mês

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Economia anual	---	1.415,77	1.415,77	1.415,77	1.415,77	1.415,77	1.415,77	1.415,77	1.415,77
Gastos (-)	4.000,00	265,00	365,00	365,00	365,00	565,00	565,00	565,00	565,00
Fluxo de caixa	- 4000,00	1.150,77	1.050,77	1.050,77	1.050,77	850,77	850,77	850,77	850,77

Fonte: elaboração própria

O valor presente líquido é de R\$ 444,89, a TIR é 17,13% e o *pay-back* descontado é 6 anos, ou seja, investimento ainda viável.

II.3.C. 700 quilômetros por mês

A economia anual é de R\$ 1.321,38. O fluxo de caixa é o seguinte:

Tabela 2.8 – Fluxo de caixa Corsa com 700 km/mês

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Economia anual	---	1.321,38	1.321,38	1.321,38	1.321,38	1.321,38	1.321,38	1.321,38	1.321,38

Gastos (-)	4.000,00	265,00	365,00	365,00	365,00	565,00	565,00	565,00	565,00
Fluxo de caixa	-	778,85	678,85	678,85	678,85	478,85	478,85	478,85	478,85
	4.000,00								

Fonte: Elaboração própria

O valor presente líquido é negativo em R\$ 44,05, a TIR é 13,42% ao ano e *pay-back* descontado é aproximadamente 8 anos. Este é o ponto em que o consumidor seria quase indiferente à conversão.

II.3.D. Considerações sobre os resultados

Após esse exercício verifica-se que a conversão só se viabiliza quando o padrão de utilização do veículo for intenso. Por isso a conversão é tão atraente para motoristas de táxi, por exemplo. Também por esse motivo políticas estaduais de incentivo ao consumo de GNV são importantes para tornar o investimento viável.

Tabela 2.9 – Indicadores de atratividade por padrão de consumo

Indicador \ Padrão			
de utilização	1500	750	700
(km/mês)			
VPL (R\$)	6.457,24	444,89	44,05
TIR (ao ano)	60,31%	17,13%	13,42%
PBD (anos)	2	6	8

Fonte: elaboração própria

II.4. Comparativo da atratividade por Estado

Utilizando a mesma metodologia das sessões anteriores é possível calcular os indicadores de atratividade para cada Estado. Relembrando que o veículo utilizado é o Chevrolet Corsa Sedan 1.4 Flex e a rodagem mensal é de 1500 km. Além disso, o preço do kit é R\$ 4.000,00 de acordo com Klann e Tomasi (2007), o preço da gasolina equivalente é o mínimo entre preço da gasolina e o preço do etanol ponderado por 0,7 e os gastos com manutenção são os mesmos (R\$ 100,00 entre o segundo e quarto anos e R\$ 200,00 entre o quinto e oitavo anos). O preço do veículo foi suposto em R\$

25.000,00 e os rendimentos são de 10 km/l de gasolina equivalente e 13 km/m³ de GNV, conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO.

Os preços em cada Estado para o mês de Janeiro de 2012 encontram-se na tabela abaixo:

Tabela 2.10 – Preços dos combustíveis em janeiro de 2012

Estado/Preço	Gasolina Equivalente	GNV
Alagoas	2,785	1,661
Bahia	2,786	1,641
Minas Gerais	2,824	1,629
Paraíba	2,607	1,769
Rio de Janeiro	2,850	1,666
Rio Grande do Sul	2,792	1,903
Santa Catarina	2,743	1,879
São Paulo	2,649	1,408
Sergipe	2,739	1,826

Fonte:ANP

Em posse desses dados e considerando os incentivos estaduais expostos na tabela 3.1, é possível calcular os indicadores de atratividade para cada Estado, com exceção de Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sergipe, pois os incentivos não são quantificáveis.

Com relação aos incentivos quantificáveis, eles foram abatidos do investimento inicial. O IPVA de cada Estado foi calculado de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 2.11 – Alíquotas de IPVA por Estado

Estado	Alíquota
---------------	-----------------

Alagoas	2,5%
Bahia	2,5%
Minas Gerais	4,0%
Paraíba	2,0%
Rio de Janeiro	4,0%
Rio Grande do Sul	3,0%
Santa Catarina	2,0%
São Paulo	3,0%
Sergipe	2,0%

Fonte: Sites dos governos Estaduais

Multiplicando o valor de venda pela alíquota tem-se quanto se deve pagar de imposto anualmente. A partir disso, é possível calcular os indicadores e montar a tabela 2.12.

Tabela 2.12 – Indicadores de atratividade por Estado

Estado/Indicador	VPL (R\$)	TIR (ao ano)	PBD (anos)
Alagoas	5.494,13	56,11 %	2,3
Bahia	5.576,65	56,00 %	2,3
Minas Gerais	4.578,86	56,28 %	2,3
Paraíba	4.210,56	46,57 %	3
Rio de Janeiro	6.257,24	60,31%	2
Rio Grande do Sul	NC	NC	NC
Santa Catarina	NC	NC	NC
São Paulo	5.268,33	57,00 %	2,3

Sergipe	NC	NC	NC
----------------	----	----	----

Fonte: elaboração própria, NC: não calculado

Os resultados mostram que o Rio de Janeiro é o Estado mais atrativo para a conversão. Ele apresenta o maior VPL, R\$ 6.257,24, a maior TIR, 60,31% ao ano e o menor tempo de recuperação do investimento (2 anos). Isso se deve ao preço relativo favorável do GNV e à política de incentivo do governo federal, que isenta em 70% o IPVA de veículos convertidos nesse Estado.

O Estado que apresenta o segundo maior incentivo é São Paulo, com 25% de desconto no valor do IPVA. Porém, seu resultado é próximo de outros Estados que não apresentam esse incentivo. Isso é justificado pelo baixo preço do etanol no Estado paulista. Sendo assim, o preço relativo do GNV é menos favorável do que nos outros Estados. Mesmo assim, é o Estado em segundo lugar no número de conversões. Os demais Estados apresentam resultados condizentes com o cenário atual de preços relativos e incentivos de cada região.

O próximo passo é manipular os dados estatísticos e sugerir um modelo que explique o consumo de GNV nos Estados estudados.

III. Análise empírica

O terceiro capítulo busca avaliar empiricamente os resultados obtidos no capítulo anterior. O objetivo é verificar se as políticas estaduais de incentivo associadas aos preços relativos favoráveis do GNV explicam a conversão dos veículos e quais outros fatores podem explicar o consumo.

III. 1. Considerações sobre os dados

Os dados se apresentam em painel. De acordo com Wooldridge (2006), isso significa que os mesmos indivíduos são acompanhados ao longo do tempo. Em outras palavras, dados em painel apresentam informações sobre indivíduos em duas dimensões diferentes (por exemplo, tempo e espaço). Sendo assim, esses dados expõem características tanto de cortes transversais quanto de séries temporais. Corte transversal porque capta um conjunto de indivíduos e séries temporais porque os observa durante alguns períodos de tempo.

Entre as vantagens dos dados em painel está o controle da heterogeneidade dos indivíduos, identificação de efeitos de variáveis não observadas e melhoria na inferência. A heterogeneidade é gerada por fatores que influenciam as variáveis explicativas, mas não são incluídos no modelo devido ao fato de não serem diretamente observáveis ou mensuráveis. Ao corrigi-la, é possível observar o efeito dessas variáveis sobre o modelo. A melhoria na inferência se verifica pela grande quantidade de informação. Os dados apresentam alto número de observações, diminuindo a colinearidade e permitindo que os estimadores sejam assintoticamente consistentes. Wooldridge (2006) lembra também que, assim como nos dados de corte transversais, as observações da amostra são coletadas independentemente, o que elimina a correlação nos erros entre as diferentes observações.

Entre as desvantagens está o fato de ser necessário grande número de observações. As pesquisas estatísticas são custosas e, algumas vezes, é difícil de adquirir informações. Por exemplo, um indivíduo que respondeu à pesquisa em um ano, pode não se interessar em responder no ano seguinte, gerando falta de informação para a construção do painel. Outra desvantagem é que para que o modelo esteja correto, a tendência de evolução entre as variáveis observadas seja a mesma ao longo do tempo e isso dificilmente se verifica (Duarte, 2007).

O painel em questão capta dados mensais referentes ao período de Julho de 2001 a Junho de 2012 para nove estados da federação. São eles: Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe. A escolha se baseou no critério de ter algum tipo de política de incentivo ao consumo de GNV, de acordo com a Abegás (2012). Os incentivos apresentados por cada estado aparecem na tabela abaixo. A variável explicada é o consumo de GNV. As variáveis explicativas são preços dos combustíveis (GNV, etanol hidratado e gasolina) e arrecadação do imposto de renda estadual.

Tabela 3.1 – Incentivos ao consumo de GNV por estado

Estado	Incentivo	Período de vigência
Alagoas	Instalação de Kit GNV ou compra de um veículo a GNV de fábrica dá direito a 300 m ³ de GNV.	01/08/2011 a 31/05/2012
Bahia	Bônus de R\$ 450,00 para veículos convertidos.	01/04/2010 a 01/06/2012
Minas Gerais	Conversão do veículo dá direito a 600 m ³ de GNV.	01/08/2011 a 31/06/2012
Paraíba	Bônus de R\$ 450,00 para veículos convertidos	20/04/2012 a 01/06/2012
Rio de Janeiro	Desconto de 70% no valor do IPVA	01/07/2001 a 31/06/2012
Rio Grande do Sul	Criação de uma plataforma on line com informações sobre as vantagens do GNV e divulgação dessas informações	01/07/2009 a 31/12/2010
Santa Catarina	Projeto de aproximação entre a demanda de GNV e as instaladoras	Fase de desenvolvimento dos memoriais.
São Paulo	Desconto de 25% no valor do IPVA	01/12/2007 a 31/06/2012
Sergipe	Propaganda na mídia local divulgando os incentivos ao consumo de GNV	01/11/2011 a 01/06/2012

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Abegás

Ainda sobre o painel em questão, a tabela 3.2 apresenta um resumo das informações relevantes:

Tabela 3.2 – Análise exploratória

	Consumo GNV	Preço GNV	Preço Etanol	Preço Gasolina
Período	Julho 2001 a Junho 2012	Julho 2001 a Junho 2012	Julho 2001 a Junho 2012	Julho 2001 a Junho 2012
Número de observações	1188	1173	1188	1188
Média	486,74	1,384	1,650	2,377
Desvio padrão	725,277	0,335	0,371	0,337

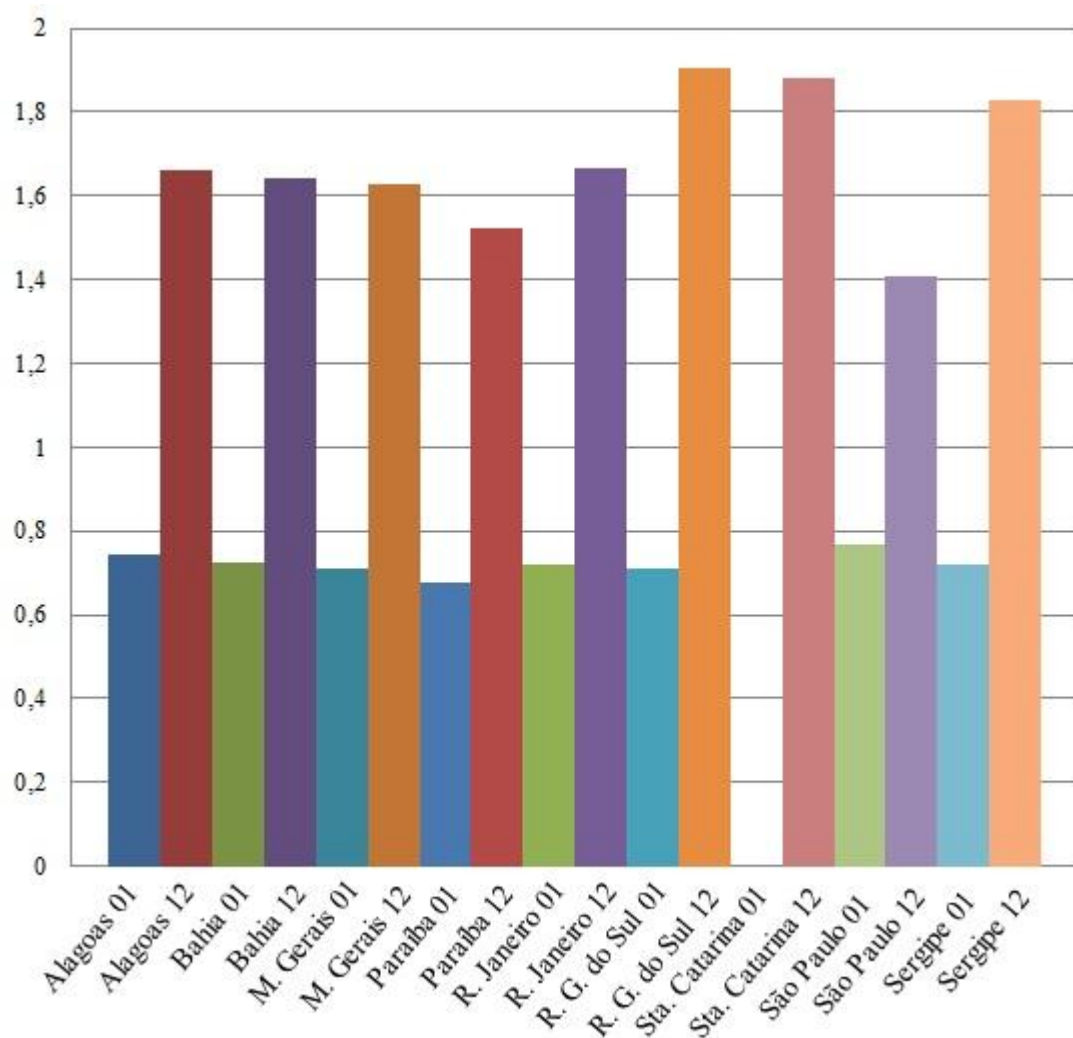
Fonte: Elaboração própria

Considerando a existência de efeitos fixos, isto é, patamares iniciais diferentes entre os estados, efeitos exógenos sobre a atividade econômica, entre outros fatores e também efeito temporais, foram introduzidas variáveis de controle. O objetivo é neutralizar o impacto desses efeitos sobre o modelo. Especificamente, esses efeitos são diferenças iniciais de renda entre os estados, escassez de gás natural em 2007, crise econômica de 2008, correlações entre alguma variável explicativa e o erro.

As variáveis de controle são dummies unitárias e temporais. As unitárias são uma para cada estado com o intuito de tirar os efeitos fixos já citados. As temporais são uma para cada observação de tempo (132 ao todo).

Os efeitos fixos, nesse caso, são os diferenciais de preço e renda entre os Estados analisados e a oferta de gás de cada região. As companhias estaduais dos Estados que apresentam uma boa oferta de gás devem procurar alternativas para diluir seus investimentos com o transporte do gás. Uma delas é o incentivo ao consumo de GNV, como por exemplo o desconto no IPVA.

Gráfico 3.1 – Efeito fixo: diferencial de preço por período



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP

O gráfico ilustra o efeito fixo. Para cada Estado, foram observados os preços em Julho de 2001 e em Janeiro de 2012. Em todos eles os preços de 2001 são menores do que os de 2012, isto é, existe uma diferença de nível entre os preços nos dois períodos que afetam todos os Estados. Outro efeito fixo semelhante é encontrado nos dados de renda.

Além disso, outro fator pode ser considerado como efeito fixo: a oferta de gás em cada Estado. Considerando que a malha de gasodutos do Brasil não é integrada, nos locais onde chega gás, existe um estímulo natural ao consumo (figura 3.1).

Figura 3.1 – Rede de gasodutos no Brasil



Fonte: Abegás

A região Nordeste é pouco integrada quando comparada a região Sudeste. O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE,2012) da EPE afirma que a região Nordeste apresenta balanço negativo de oferta de gás, que deverá ser atendida pelo Sudeste através do gasoduto GASENE e da importação de GNL por meio do terminal de regaseificação, previsto para 2014 na Bahia. Já a previsão para a demanda de gás é de aumento considerável para os próximos anos, tanto no segmento termelétrico quanto no não termelétrico

Com relação à região Sudeste, o PDE destaca uma expectativa de aumento na oferta, que já apresenta balanço positivo. Isso se deverá à entrada de novas unidades de produção de petróleo e gás nas bacias do Espírito Santo, Campos e Santos, além de uma unidade de regaseificação no Rio de Janeiro. Além disso, o gasoduto Brasil Bolívia também apresenta um papel importante no suprimento dessas duas regiões e continuará apresentando como afirma o documento da EPE. Por parte da demanda, a expectativa é crescimento nos segmentos termelétrico e não termelétrico. Mas, mesmo assim, a oferta apresenta uma trajetória de maior crescimento.

Considerando esse contexto de oferta, é de se esperar que incentivos ao GNV sejam mais incisivos nos Estados do Sudeste e Sul, como o desconto de IPVA nos Estados de Rio de Janeiro e São Paulo.

Vale observar que o GNV é apenas um possível uso do gás, que também pode ser aproveitado para gerar energia elétrica nas usinas térmicas, apresenta utilidade industrial, entre outras alternativas.

III. 2 Modelos: Resultados e interpretações

O objetivo dessa sessão é identificar o impacto das políticas estaduais de incentivo sobre o consumo de GNV. Os modelos foram estimados com Rio de Janeiro como intercepto. Isso significa que os resultados dos coeficientes são comparados a esse estado. Essa escolha se baseia no conhecimento empírico de que sua política de incentivos é a mais favorável ao consumo de GNV. O procedimento econométrico consiste na retirada da dummy unitária correspondente a esse estado.

O modelo sugerido apresenta a seguinte forma funcional: $\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log Preço GNV} + c_i \text{ Dui} + d_i \text{ Dti} + u$.

Tabela 3.3 – Consumo explicado por preço do GNV e dummies

Variável	Coeficiente
Constante	8,1334***
Preço GNV	-0,8072***

Fonte: elaboração própria, *** significativo a 1%

A constante representa o consumo médio de GNV e o preço apresenta sinal esperado e significativo a 1%, isto é, quanto menor o preço do GNV, maior o consumo. As dummies unitárias são significativas a 1% e as temporais são significativas até a dummy temporal 49. A partir daí, é possível que haja colinearidade entre essas variáveis de controle e elas passam a não ser mais significativas. Considera-se que esse é o modelo que melhor controla os efeitos fixos e passa ideias condizentes com a análise a priori.

Mesmo assim, foram rodados outros modelos para verificar outros pontos da análise teórica dos dados.

O primeiro modelo consiste no consumo sendo explicado pelo preço de GNV e uma dummy que controla o incentivo. Efetuaram-se nove regressões (uma para cada estado), em que a dummy de incentivo assume o valor um no período de incentivo e zero no restante do período. As variáveis foram estimadas em logaritmo para que seus coeficientes forneçam a elasticidade preço do consumo de GNV, isto é, a variação percentual no consumo de GNV quando da variação percentual no seu preço.

Quase todos esses modelos foram estimados por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A forma funcional é:

$$\text{Log Consumo} = a + b \log \text{Preço GNV} + c_i \text{Dui} + d_i \text{Dti} + e_i \text{Destado} + u$$

Os resultados estão na tabela a seguir:

Tabela 3.4 – Consumo em função das dummies de incentivo separadamente

Estado	Constante	Coefficiente Dummy incentivo	Coefficiente Preço GNV
Alagoas	5,9400***	0,1499	-0,8160***
Bahia	8,1332***	-0,0065	-0,8070***
Minas Gerais	8,1339***	0,0184	-0,8078***
Paraíba	8,2597***	0,0196	-1,3465***
Rio de Janeiro	8,1333***	0,0047	-0,8069***
Rio Grande do Sul	8,0989***	0,2935***	-0,7942***
Santa Catarina	8,1334***	ND	-0,8072***
São Paulo	8,1315***	0,0078	-0,8079***
Sergipe	8,1278***	0,0679	-0,8103***

Fonte: Elaboração própria, *** estatisticamente significativo a 1%, ND não determinada

Os resultados mostram que apenas no Rio Grande do Sul a dummy referente ao período de incentivo é estatisticamente significativa. Um possível motivo para os outros Estados não apresentarem coeficientes significativos é que os incentivos podem ser dados nos momentos em que existe preço relativo favorável de gás naquelas regiões. Assim, o preço está correlacionado com a dummy de incentivo. O efeito já é captado no preço e não na dummy.

Além disso, o coeficiente da Dummy de incentivo de Santa Catarina não foi calculado, pois o incentivo encontra-se em fase inicial.

O segundo modelo busca verificar o impacto das dummies de incentivo introduzidas conjuntamente em uma única regressão. Para isso o consumo foi explicado pelo preço do GNV e por nove dummies de incentivo (uma para cada estado), sem as dummies

temporais e unitárias, para evitar a colinearidade entre elas. Utilizou-se a seguinte forma funcional:

$$\text{Log Consumo} = a + b \log \text{Preço GNV} + c \text{Destado1} + d \text{Destado 2} + \dots + k \text{Destado 9} + u.$$

O modelo estimado por MQO forneceu a tabela 3.5 como resultados.

Tabela 3.5 – Consumo em função das dummies de incentivo conjuntamente

Variável	Coeficiente
Constante	5,2633***
Log Preço GNV	0,5497***
Alagoas	-0,9488**
Bahia	0,2457
Minas Gerais	-0,9282**
Paraíba	-1,1110

Fonte: Elaboração própria, *** estatisticamente significativo a 1%, ** Estatisticamente significativo a 5%

Analisando a tabela, observa-se que a regressão retornou apenas quatro coeficientes referentes à dummies de incentivo, sendo os de Alagoas e Minas Gerais estatisticamente significativos a 5%, mas com os sinais não esperados. A constante e o preço do GNV apresentaram-se significativos a 1% e também com o sinal contrário ao esperado. A omissão das outras cinco dummies pode ter ocorrido por colinearidade entre o preço e as dummies de incentivo, assim como no primeiro modelo.

O terceiro modelo busca verificar os impactos sobre o consumo de variações nos preços apenas. Estimou-se, por efeitos fixos, o seguinte modelo:

$$\text{Log Consumo} = a + b \text{Log Preço GNV} + c \text{Log Preço Gasolina} + d \text{Log Preço Etanol} + e \text{Dui} + u,$$

onde Dui representa a dummy unitária referente ao i-ésimo estado. As dummies temporais foram retidas para evitar colinearidade entre as variáveis de controle. Os resultados são os seguintes:

Tabela 3.6 – Consumo em função dos preços por efeitos fixos

Variável	Coeficiente
Constante	9,0246***
Log Preço GNV	1,0848***
Log Preço Gasolina	0,3350***
Log Preço Etanol	-1,8684***

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%

Os resultados mostram coeficientes significativos, mas nem todos com sinais esperados. Os preços do GNV e etanol apresentam sinais contrários, enquanto o preço da gasolina está de acordo. Isso pode ser explicado pela presença das dummies unitárias. Todas elas se apresentaram significativas ao nível de 1% e com sinais negativos, significando que o consumo em relação ao Rio de Janeiro é menor nos estados pesquisados. Elas podem apresentar correlação com os preços e o efeito podem já ter sido captado por elas.

O quarto modelo analisa as variáveis em valores absolutos, sem considerar seus logaritmos. A diferença é que o resultado não será a elasticidade preço do consumo, mas sim uma simples variação absoluta, medida em unidades das variáveis. O modelo se apresenta da seguinte forma:

Consumo = a + b Preço GNV + c Preço Gasolina + d Preço etanol + Dui + Dti + u, onde Dui e Dti representam as dummies unitárias e temporais.

Tabela 3.7 – Consumo em função dos preços (variáveis sem logaritmo)

Variável	Coeficiente
Constante	2334,87***
Preço GNV	-1562,8***
Preço Gasolina	-30,6825
Preço Etanol	200,15

Fonte: elaboração própria, ***Significativo a 1%

A interpretação é que quando o preço do metro cúbico do GNV aumenta em uma unidade, o consumo de GNV diminui em 1562,80 metros cúbicos em média. Os

resultados são estatisticamente significativos para a constante (Rio de Janeiro) e para o preço do GNV. Apesar de não significativo, o sinal do coeficiente do etanol hidratado está coerente com aquilo que se esperava: um aumento no preço do etanol gera um aumento no consumo do GNV.

Além disso, a utilização das variáveis em valores absolutos considera a relação entre as variáveis linear, restringindo a flexibilidade do modelo em captar relações. A relação logarítmica leva em conta as variações percentuais das variáveis, fornecendo ao modelo maior flexibilidade e informações mais consistentes. O objetivo da formulação em valores absolutos era verificar se os sinais condiziam com a teoria.

O quinto modelo observa o consumo em função dos preços dos três combustíveis em log. O objetivo é observar as variações percentuais, ganhando em qualidade das informações. A forma funcional é

$\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log Preço GNV} + c \text{ Log Preço Gasolina} + d \text{ Log Preço Etanol} + \text{Dui} + \text{Dti} + u.$

A estimação também ocorreu por MQO, fornecendo os seguintes resultados:

Tabela 3.8 – Consumo em função dos preços (variáveis em logaritmo)

Variável	Coefficiente
Constante	9,65***
Log Preço GNV	-0,8324***
Log Preço Gasolina	-1,1921***
Log Preço Etanol	-0,4298**

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%, ** significativo a 5%

Os resultados são estatisticamente significativos, porém somente o coeficiente do preço do GNV apresenta um sinal coerente com a teoria. A diferença entre esse modelo e o terceiro é que esse foi estimado por MQO, enquanto o outro, por efeitos fixos.

O sexto modelo é o primeiro em que se introduz a renda. O consumo de GNV passa a ser explicado pelos preços e a renda. Diante da dificuldade em se obter dados mensais de renda foi utilizada como Proxy a arrecadação mensal do imposto de renda por estado.

O objetivo é introduzir uma variável que contribua para explicar o consumo nos diferentes estados. A forma do modelo, estimado por MQO, é a seguinte:

$$\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log Preço GNV} + c \text{ Log Preço Gasolina} + d \text{ Log Preço etanol} + e \text{ Log Renda} + \text{Dti} + \text{Dui} + u.$$

Os resultados se encontram na tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Consumo em função dos preços e da renda

Variável	Coeficiente
Constante	9,6827***
Log Preço GNV	-0,8328***
Log Preço Gasolina	-1,1970***
Log Preço Etanol	-0,4290**
Log Renda	-0,0013

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%, ** significativo a 5%

Os resultados mostram que o logaritmo da renda não explica significativamente o consumo de GNV, isto é, a elasticidade renda do consumo de GNV não é estatisticamente significativa nesse modelo, mas apresenta o sinal esperado se for considerado que os consumidores que buscam a conversão do veículo detém menor renda em alguns Estados, como Alagoas e Bahia, por exemplo. Vale lembrar que, em se tratando de dados em painel, as variáveis incluídas no modelo são variáveis de controle. Apesar de significativos, novamente os coeficientes da gasolina e do etanol apresentam sinais contrários aos esperados.

O sétimo modelo é o consumo sendo explicado apenas pela renda. Ambas variáveis em logaritmo: $\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log renda} + \text{Dui} + \text{Dti} + u$. O objetivo é verificar em que medida a renda explica as variações de consumo de GNV nos Estados. Os resultados são os seguintes:

Tabela 3.10 – Consumo como função da renda (variáveis em logaritmo)

Variável	Coeficiente
Constante	7,6743***

Log Renda 0,0046

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%

Esse modelo apresenta o coeficiente não significativo e o sinal contrário ao esperado. A ideia é que quanto menor a renda, maior seja o consumo de GNV, como já citado.

O oitavo modelo é o consumo, em logaritmo, sendo explicado pela renda em valores absolutos. Nesse caso, trata-se de um modelo log-lin. Nesse modelo a constante mede a variação percentual ou relativa constante no consumo de GNV para dada variação absoluta no valor do preço de GNV. (Gujarati, 2006).

$$\text{Log Consumo} = a + b \text{ renda} + \text{Dui} + \text{Dti} + u.$$

Tabela 3.11 – Consumo em logaritmo em função da renda absoluta

Variável	Coeficiente
Constante	7,7612***
Renda	6,7933

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%

Como visto na tabela a renda não se apresenta estatisticamente significativa. Verifica-se que a renda, apesar de ser um efeito fixo, não pode ser controlada se introduzida isoladamente.

Prosseguindo, o nono modelo apresenta o consumo em função da renda, ambos em valores absolutos:

$$\text{Consumo} = a + b \text{ renda} + \text{Dui} + \text{Dti} + u.$$

Tabela 3.12 – Consumo em função da renda (valores absolutos)

Variável	Coeficiente
Constante	256,6720
Renda	1,1660***

Fonte: elaboração própria, *** significativo a 1%

A constante equivale ao consumo médio de GNV nos estados no período analisado. O coeficiente da renda significa que, em média quando a renda aumenta em uma unidade monetária, o consumo aumenta em 1,166 metros cúbicos. Esse resultado se apresenta

significativo a 1% e vai de encontro ao coeficiente do sexto modelo, que apresenta um sinal negativo e não significativo. O sinal positivo pode ser compreendido ao se imaginar a hipótese comumente utilizada de que o consumo depende positivamente da renda.

O décimo modelo introduz todas as variáveis explicativas novamente em logaritmo, com exceção da renda, que vem em valores absolutos:

$\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log Preço GNV} + c \text{ Log Preço Gasolina} + d \text{ Log Preço Etanol} + e \text{ renda} + \text{Dti} + \text{Dui} + u.$

O objetivo desse modelo é verificar se essa forma funcional apresenta resultados de acordo com a análise a priori.

Tabela 3.13 – Consumo em função dos preços em logaritmo e da renda em valores absolutos

Variável	Coeficiente
Constante	9,7320***
Log Preço GNV	-0,8297***
Log Preço Gasolina	-1,2735***
Log Preço Etanol	-0,4253**
Renda	-1,0474

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%, ** significativo a 5%

Os resultados apresentam um coeficiente da renda com o sinal negativo, porém não significativo. Os preços já são significativos, mas apenas o preço do GNV com o sinal esperado. Relembrando que as variáveis analisadas podem estar correlacionadas com as dummies unitárias e temporais e por isso os sinais diferentes dos esperados pela análise a priori.

O décimo primeiro modelo foi a estimação do consumo de GNV como função das dummies de São Paulo e Rio de Janeiro e preço do GNV. As variáveis se encontram em logaritmo. A estimação foi feita por mínimos quadrados ordinários. O objetivo é verificar a informação de que nesses Estados os incentivos são os mais favoráveis do Brasil. A forma funcional do modelo foi a seguinte:

$$\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log Preço GNV} + c \text{ DRJ} + d \text{ DSP} + u.$$

Tabela 3.14 – Consumo em função do preço do GNV (em log) e dummies do RJ e de SP

Variável	Coefficiente
Constante	8,1311***
Log Preço GNV	-0,8076***
DRJ	0,0065
DSP	0,0088

Fonte: elaboração própria, *** significativo a 1%, ** significativo a 5%

Os coeficientes apresentaram os sinais esperados, porém não significativos. A única variável significativa foi o logaritmo do preço do GNV. Como já citado, isso pode ocorrer porque o preço pode estar correlacionado com a dummy e o efeito do incentivo acaba sendo captado pelo preço.

O décimo segundo modelo apresenta o consumo como função apenas dos preços do etanol e da gasolina. Essa estimação foi apenas para verificar se os sinais são adequados para essas variáveis. Elas estão em logaritmo. Ele se apresenta na seguinte forma:

$$\text{Log Consumo} = a + b \text{ Log Gasolina} + c \text{ Log Etanol} + u.$$

Tabela 3.15 – Consumo em função dos preços da gasolina e do etanol (variáveis em log)

Variável	Coefficiente
Constante	9,6468***
Log Gasolina	-1,4582***
Log Etanol	-0,5773**

Fonte: elaboração própria

Apesar de significativos, os sinais não foram os esperados, pois um aumento percentual no preço da gasolina deveria incentivar o consumo de GNV.

Prosseguindo, um dos motivos para os incentivos não darem significativos é que o cenário de oferta após 2007 sofreu uma queda, devido aos motivos já expostos no capítulo 1 (limite de importação de gás da Bolívia, sinalização negativa por parte do governo federal, falta de gás para atender às térmicas). Além disso, os incentivos na maioria dos Estados são mais recentes. Na prática, tem-se um número de observações referentes aos incentivos pequeno quando comparado ao tamanho da amostra.

Por isso, rodaram-se dois modelos com os dados até 2007. Foi considerado apenas o consumo do Rio de Janeiro e São Paulo, Estados que apresentavam incentivos antes desse ano.

Primeiramente, modelou-se o consumo como função das dummies de incentivo, dummies temporais e unitárias sem a constante, chegando aos seguintes resultados:

Tabela 3.16 – Consumo RJ e SP em função das dummies

Variável	Coeficiente
Dummy RJ	7,916***
Dummy SP	7,264***

Fonte: Elaboração própria, *** significativo a 1%

Os resultados apontam incentivos significativos a 1% nesses dois Estados no período analisado. Pode-se afirmar que o incentivo impacta positivamente o consumo.

O segundo modelo apresenta o consumo como função do preço do GNV, dummies de incentivo e dummies de controle (unitárias e temporais), retornando como resultado a seguinte tabela:

Tabela 3.17 – Consumo RJ e SP em função do preço GNV e das dummies

Variável	Coeficiente
Constante	7,243***
Dummy SP	-0,586***
Preço GNV	0,117

Fonte: elaboração própria, significativo a 1%

Esse modelo apresenta resultados contrários aos esperados. Primeiramente a dummy referente ao Rio de Janeiro foi excluída pelo software, pois apresentava multicolinearidade exata, provavelmente com a constante. A dummy de São Paulo e o preço do GNV apresentam sinais contrários aos esperados. Uma possibilidade para explicar isso é a correlação entre essas variáveis e as dummies de controle. Todos os modelos estão resumidos no quadro abaixo:

Tabela 3.18 – Resumo dos modelos

	Preço GNV	Preço Etanol	Preço Gasolina	Renda	Dummy unitária	Dummy temporal	Dummy incentivo
Modelo sugerido	***	ND	ND	Não contém	Contém	Contém	Não contém
Modelo 1	***	ND	ND	Não contém	Contém	Contém	Contém
Modelo 2	***	ND	ND	Não contém	Não contém Contém	Não contém	Contém
Modelo 3	***	***	***	Não contém	Contém	Não contém	Não contém
Modelo 4	***	NS	NS	Não contém	Contém	Contém	Não contém
Modelo 5	***	**	***	Não contém	Contém	Contém	Não contém
Modelo 6	***	**	***	NS	Contém	Contém	Não contém
Modelo 7	Não contém	Não contém	Não contém	NS	Contém	Contém	Não contém
Modelo 8	Não contém	Não contém	Não contém	NS	Contém	Contém	Não contém
Modelo 9	Não contém	Não contém	Não contém	***	Contém	Contém	Não contém
Modelo 10	***	**	***	NS	Contém	Contém	Não contém
Modelo 11	***	Não Contém	Não Contém	Não Contém	Contém	Contém	Contém (RJ e SP)

Modelo 12	Não contém	**	***	Não contém	Contém	Contém	Não contém
Modelo 13	Não contém	Não contém	Não contém	Não contém	Contém	Contém	Contém (RJ e SP)
Modelo 14	NS	Não contém	Não contém	Não contém	Contém	Contém	Contém (RJ e SP)

Fonte: elaboração própria, *** Coeficiente significativo a 1%,** Coeficiente significativo a 5%, NS Coeficiente não significativo

Estatisticamente, os incentivos produzem impactos reduzidos no consumo de GNV nos Estados analisados, com exceção do Rio Grande do Sul no período de 2001 a 2012 e Rio de Janeiro e São Paulo no período de 2001 a 2007. Era esperado que esses últimos Estados apresentassem incentivos significativos, pois são deles os incentivos mais generosos. Sem contar que o balanço de oferta e demanda de gás na região Sudeste é positivo, o que implica oferta suficiente para atender a demanda da região, principalmente até o ano de 2007.

Além disso, os coeficientes dos combustíveis alternativos apresentaram resultados significativos, mas com os sinais contrários aos esperados. Em se tratando de substitutos perfeitos, um aumento no preço do etanol e/ou da gasolina deveria aumentar o consumo de GNV. Porém, dois pontos devem ser observados aqui. Em primeiro lugar, eles não são combustíveis substitutos perfeitos, pois a decisão de qual combustível consumir ocorre no ato da conversão do veículo, antes de chegar à bomba de gasolina. O segundo ponto é que uma variação no preço do etanol pode gerar um consumo maior de gasolina e vice-versa, devido ao fato da maioria dos veículos da frota brasileira ser *flexfuel*. Em outras palavras, o efeito substituição entre o etanol e a gasolina não é captado nos modelos.

A presença de efeitos fixos pode contribuir para algum outro resultado que vá de encontro às explicações econômicas. Por exemplo, diferenciais de preço, renda e balanço de oferta e demanda de gás afetam o consumo nas diferentes regiões e não estão presentes nos modelos.

Portanto, o maior incentivo ao consumo de GNV é o preço relativo favorável. A economia anual que o consumidor aufer e a rápida recuperação do investimento são as grandes vantagens. Além disso, a grande oferta em alguns Estados, como Rio de Janeiro e São Paulo, associada aos descontos no IPVA, enriquecem ainda mais esse incentivo e

contribuem para explicar o consumo nesses dois Estados. Ao se pensar na expectativa de crescimento da oferta de gás com a exploração da camada Pré-Sal, o estímulo ao mercado de GNV se torna uma boa alternativa para a utilização do gás.

Conclusão

O objetivo geral desta monografia foi estudar o mercado de GNV no Brasil e sua relação com políticas públicas. Mais especificamente, buscou-se analisar os efeitos de políticas de incentivo de preço no consumo de GNV.

Para isso utilizou-se a abordagem econômico-financeira do fluxo de caixa e calcularam-se os indicadores de atratividade para dois cenários inseridos no contexto do Estado do Rio de Janeiro. Primeiramente utilizaram-se três modelos de automóveis que diferem pelo consumo: Chevrolet Zafira 2.0 Flex, Chevrolet Corsa 1.4 Flex e Fiat Palio 1.0. Os indicadores mostram que a conversão é mais atrativa para o Zafira, veículo com maior consumo. Uma conclusão é que quanto maior o consumo, maior é a atratividade do investimento. Em segundo lugar, o padrão de consumo do automóvel foi modificado (de 3000 para 1500, 750 e 500 km mensais) e 700 km mensais foi o ponto de equilíbrio, em que a conversão se tornou quase indiferente. Concluiu-se que a conversão é viável para padrões de utilização intensivos. Por isso taxistas, frotistas e profissionais autônomos apresentam interesse maior na conversão.

Além disso, o cálculo dos indicadores para os nove Estados em questão apresentou o Rio de Janeiro com os melhores resultados, com São Paulo em segundo lugar. Esses resultados são esperados, pois são os dois Estados com os maiores incentivos: desconto de 70 e 25% no IPVA respectivamente.

O terceiro capítulo expôs a análise empírica. Através da análise a priori dos dados, foi possível concluir que a infraestrutura de transportes de gás do país é pouco integrada e devido à dificuldade de transporte, existe a necessidade de consumo do gás na própria região. E ainda os balanços de oferta e demanda de gás natural em cada região do país apresentam resultados diversos: enquanto em uma região existe excesso de oferta, em outra existe excesso de demanda. Por conta dessa análise a priori, percebe-se que o GNV se apresenta como uma boa alternativa de uso do gás, dentre outras possíveis. Além disso, também se conclui que a existência de efeitos fixos, como diferenciais de preço e renda entre dois períodos de tempo, pode dificultar a aquisição de resultados esperados, porque pode existir correlação entre as variáveis explicativas e os efeitos fixos. Por exemplo, nos modelos, os incentivos da maioria dos Estados não se apresentaram significativos. Isso pode ter ocorrido pelo momento em que é dado o incentivo e o preço relativo favorável nesse momento. Assim, o preço relativo já explicaria o consumo. Porém, quando se modifica o período de análise para 2001 até

2007, os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro apresentam incentivos significativos estatisticamente, o que comprova a análise a priori. Portanto, os incentivos contribuem para explicar a conversão nos dois Estados responsáveis por aproximadamente 69% da frota convertida. A outra variável explicativa é o preço relativo favorável.

Os modelos também permitiram concluir que os combustíveis não são substitutos perfeitos entre si, pois os coeficientes apresentaram sinais significativamente contrários aos esperados. Isso é explicado pelo fato da decisão de consumo de GNV ocorrer no momento da conversão do veículo e não “na bomba” como os outros combustíveis. Ainda assim, gasolina e etanol hidratado não podem ser considerados substitutos perfeitos. É sabido que existe uma preferência dos consumidores pela gasolina.

Como conclusão final, vale destacar que o principal incentivo ao consumo de GNV é o preço relativo favorável. A economia anual que o consumidor auferi juntamente com a rápida recuperação do investimento e os descontos de IPVA representam grandes vantagens. Assim, a participação dos governos estaduais é fundamental na determinação dos incentivos ao consumo. Com isso, o mercado de GNV se torna uma boa utilização do gás dentro do cenário de expectativa de aumento da oferta devido à exploração da Pré-Sal.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Edmar de; Macknight, Vivian. Evolução da competitividade do GNV: o álcool pode ser uma ameaça? **Boletim Infopetro: Petróleo & Gás Brasil**, ano 5, n. 05, p. 12-16, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/infopetro/pdfs/petrogas-jun2004.pdf>>. Acessado em: 25 de outubro de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS NATURAL. Abasteça com GNV: Companhias de incentivo. Disponível em: <http://www.abegas.org.br/Site/?page_id=1966>. Acessado em 30 de novembro de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS NATURAL. Gás natural: novo recorde histórico de consumo. Dez. 2012. Disponível em: <<http://www.abegas.org.br/Site/?p=15830>>. Acessado em 10 de janeiro de 2013.

BARROS, F. Gás uma opção pelo futuro. **Nossa Gente**, v.17 n.148. jul/ago 2001.

COSTA L.O.; LOUREIRO, A. O. F. **Uma breve discussão sobre os modelos com dados em painel**. Fortaleza: IPECE, 2009. 15 p.

DUARTE, P.C.; LAMOUNIER, W.M.; TAKAMATSU, R.T. **Modelos econométricos para dados em painel: Aspectos teóricos e exemplos de aplicação à pesquisa em contabilidade e finanças**. Minas Gerais: UFMG, 2007. 15 p.

GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 812 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://200.189.96.211/siee/>>. Acesso em 24 de outubro de 2011.

Klann, R. C. et. al. Análise de viabilidade da instalação de kit de GNV em veículos com a utilização do valor presente líquido e da taxa interna de retorno. **Revista catarinense da ciência contábil**. Florianópolis, v.9, n. 27, p. 9-24, ago/Nov 2010.

Market Report. Gas Energy. 52. ed. Abril de 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2021**. Brasília: MME/EPE, 2012.

QUEIROZ, H. P. J (org). **Economia da Energia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2007. 332 p.

SAMANEZ, C. P. **Matemática Financeira: aplicações à análise de investimentos**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 274 p.

TAKAHASHI, S. **Fonte alternativa de energia para automóveis movidos a gasolina:** análise econômica e ambiental do uso do CNV. 2004. 67 p. Monografia (Especialista em Engenharia Ambiental) – Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade de Curitiba, Curitiba.

VARIAN, H. R. **Microeconomia:** Princípios Básicos. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006. 799 p.

WOOLDRIDGE, J.M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 684 p.