

# ***A Importância da Curva da Demanda e o Comportamento do Setor para uma Política de Determinação de Preços: O Caso do Álcool Hidratado no Brasil.***

***Joilson Dias***

*Professor Titular do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Estadual de Maringá*

***João Celso Sordi***

*Diretor Executivo do Conselho de Desenvolvimento Econômico de Maringá-CODEM e Professor do Centro de Ensino Nobel*

## ***Resumo:***

---

Tem por objetivos determinar o tipo de função de demanda que melhor caracteriza o mercado de álcool hidratado no Brasil e verificar qual o comportamento que melhor descreve o setor no período 1980-1995. A importância do primeiro está em que os impostos ambientais e/ou subsídios impostos sobre o preço afetam, de maneira diferenciada o consumo final, dependendo da curva de demanda. Com relação ao segundo objetivo a sua importância se encontra em conhecer a reação do setor para as diferentes políticas. Os resultados encontrados foram os seguintes: a) o tipo da curva de demanda que melhor se adequou foi a demanda linear, portanto um imposto ambiental seria repassado em somente metade para o preço final do produto, sendo o mesmo efeito para o caso de um subsídio, no qual os consumidores se beneficiariam somente da metade do repasse; b) o comportamento do setor caracteriza-se, apesar de oligopólio, como o de um monopólio sob controle de preço, sendo que a sua curva de reação no tempo é a de eliminar qualquer probabilidade de controle de preço no futuro através do controle de sua oferta.

## ***Palavras-chave:***

---

Curva da Demanda; Política de Preços; Setor Sucro-Alcooleiro; Álcool Hidratado; Imposto Ambiental; Subsídios; Brasil.

## 1 – INTRODUÇÃO

Um dos objetivos deste artigo é o de determinar o tipo de função de demanda que melhor caracteriza o mercado de álcool hidratado no Brasil. Este estudo restringiu-se ao período compreendido entre janeiro de 1980 e dezembro de 1995. A principal característica do período analisado é o controle de preços que foi exercido pelo governo sobre os preços de toda a cadeia produtiva do álcool hidratado. Conhecer os efeitos da liberação total dos preços incluindo o subsídio ainda existente no transporte é uma das motivações deste artigo. Como este efeito é equivalente para o caso em que se aplique um imposto ambiental e/ou um subsídio ambiental, dependendo da óptica em que se analisa este combustível, pode-se afirmar que o estudo permanece atual.

Outro objetivo é testar o comportamento do setor frente ao controle de preços exercido pelo governo em suas etapas de produção. Pretende-se verificar se o comportamento do setor como um todo pode ser descrito como de um monopólio sob controle de preços, conforme DIAS & GUIMARÃES (1997), onde o preço estabelecido pelo governo é abaixo do preço de monopólio ou de um oligopólio cartelizado ou com coordenação tácita. O teste será efetuado através da especificação de equações para testar a endogeneidade da curva de oferta. Caso o modelo mais adequado seja aquele em que a oferta é exógena e a elasticidade demanda é inferior a um estaremos diante de um caso de monopólio sob controle de preços.

## 2 – REVISÃO DE LITERATURA

O impacto de uma medida dessa natureza sobre o consumo, de retirada de subsídio ou de imposição de um imposto, com conseqüente aumento de custo, normalmente é medido na literatura, somente mediante a análise da elasticidade-preço da demanda, não considerando, portanto, o tipo da curva da demanda. Neste trabalho procura-se resgatar a importância do tipo da curva da demanda na determinação do impacto da variação de preços, por meio da apresentação de um modelo teórico e o seu conseqüente teste.

A demonstração da dependência do tipo de função de demanda, de acordo com TIROLE

(1988) e BOLLOW & PFLEIDERER (1983), implica em: 1) se a curva de demanda for linear, o consumidor paga somente metade dos acréscimos dos custos; 2) se for uma curva de demanda exponencial, o consumidor absorverá todo o acréscimo de custo; 3) se for de elasticidade constante, o consumidor absorve um valor menor do que o custo incrementado; e 4) se for uma função potencial, pagará sempre menos do que o aumento do custo.<sup>1</sup>

Uma breve análise da literatura<sup>2</sup> demonstra que o tipo da curva de demanda é o fator preponderante nas mudanças de preços [BOLLOW e PFLEIDERER (1983) e SUMNER (1981)]. A principal conclusão destes autores é de que as mudanças nos preços devido às variações dos custos são independentes da elasticidade e são altamente dependentes do tipo da função de demanda.

Apesar de inexistir estudos específicos para o caso do álcool hidratado, existem vários estudos sobre o seu sucedâneo, a gasolina, e assim, espera-se comportamento similar entre ambos, devido à finalidade com que são usados, ou seja, combustível para veículos.

Um trabalho clássico que efetuou a revisão de mais de uma centena de artigos sobre estimativa de demanda por gasolina foi efetuado por DAHL & STERNER (1991). As técnicas de estimação analisadas foram as mais variadas. Segundo os autores, o tipo de função de demanda que mais sobressaiu foi a demanda de elasticidade constante como a mais popular e, em segundo distante, a curva de demanda linear. Nesses estudos a preocupação maior era com a obtenção das elasticidades e não, conforme aqui, com a definição da curva de demanda.

BENTZEN (1994), teve uma preocupação semelhante ao deste trabalho, ou seja o de aumento de custo ao analisar o impacto do aumento de impostos sobre a gasolina, o chamado imposto do CO<sub>2</sub>, preocupado com a preservação do meio ambiente. Usou séries temporais anuais para a Dinamarca. A especificação da curva de demanda foi simples. Além desta, o autor estimou também

<sup>1</sup> Veja ANEXO I para maiores detalhes.

<sup>2</sup> Para uma revisão mais exaustiva, ver SORDI (1997).

um modelo dinâmico, na forma duplo-log. Em razão de que as variáveis utilizadas são frequentemente não-estacionárias em nível, empregou na estimação o método de co-integração.

No Brasil um estudo aborda a questão do aumento do custo, MOTTA e MENDES (1996). Estes autores utilizam a especificação da função de demanda definida por Ramos (1984), para analisarem o impacto de um imposto de meio ambiente que reduzisse o uso de veículos de transporte individual. Na estimativa das elasticidades, os autores empregaram uma curva de demanda do tipo elasticidade constante. As elasticidades de curto prazo estimadas foram  $-0,259$  para o preço e  $0,899$  para a renda, respectivamente. Com isso, estimaram que um imposto ambiental de 50% levaria a uma redução de curto prazo na demanda de 12,95%. Conforme será mencionado mais adiante, e assumindo que o tipo da curva de demanda seja realmente o especificado, a imposição de um imposto ambiental de 50% provocaria um aumento de preço insuficiente para gerar o montante de tributo preconizado pelos autores.

### 3 – O MODELO TEÓRICO

Durante o período analisado por este estudo, os preços do produto foram definidos e controlados centralmente pelo governo. A partir destes, as unidades produtoras, aproximadamente 350 no final do período estudado, definiam as quantidades produzidas, supostamente buscando maximizar seus lucros, contando com o subsídio do custo do transporte. Em consequência, definiam-se também os preços da matéria-prima cana-de-açúcar e as margens de intermediação das distribuidoras e dos retalhistas. Os volumes de produção eram, então, transformados em cotas, em negociação intermediada pelo governo mediante os chamados planos anuais de safra, para serem comercializadas junto a distribuidoras previamente definidas.

Esse conjunto de características, de preços controlados em todos os níveis da cadeia produtiva, de quantidade de produção e venda ajustados entre produtores e vendedores, assim como de homogeneização do produto, justifica o fato de se considerar a indústria como oligopólio cartelizado ou oligopólio com coordenação tácita.

Considerando-se que o conjunto de empresas que atuam no setor de forma organizada tem os custos da ação do cartel fixos, nada interfere, portanto, na maximização de lucros. Tal ação conjunta pode ser analisada sob o prisma de um monopólio, cujo objetivo é maximizar seus lucros, conforme DIAS & GUIMARÃES (1997).

O modelo teórico a seguir está baseado inteiramente em DIAS & GUIMARÃES (1997, p. 185-190). A reprodução a seguir utiliza-se inclusive da notação utilizada pelos autores. O objetivo desta seção é o de apresentar um modelo teórico capaz de captar o comportamento de um oligopólio com coordenação tácita no qual a variável que fica sob o seu controle é a quantidade produzida, uma vez que o preço inclusive do seu insumo primordial está sob controle.

As hipóteses do modelo são as seguintes i) a indústria é controlada por um representante do oligopólio; ii) o objetivo do controlador é maximizar os lucros do setor; iii) o preço como já mencionado é controlado externamente por uma agência; iv) a curva de demanda é contínua e negativamente inclinada; v) a curva de custo é contínua e bem comportada, possui primeira derivada com sinal negativo e segunda com sinal positivo; vi) a agência impõe um preço,  $P$ , no período inicial  $t$  até o período final  $t+\tau$ , onde,  $\tau$  refere-se ao período de duração do controle de preço,  $\tau$  pode ser igual ao infinito; vii) durante o período de controle do preço,  $\tau$ ,  $P$ ,  $D(P)$  e  $C(X_S)$  não se alteram; viii) o fator de desconto no tempo é igual a um; ix) o objetivo da agência reguladora de preços é maximizar sua função de bem-estar  $V(\pi, S)^3$ ; x) a função de probabilidade de liberação dos preços depende da quantidade ofertada e do preço fixado; xi) as hipóteses sobre a função de probabilidade são as seguintes:  $\Phi[0, P]=1$ ,  $\Phi[D(P), P]=0$ ,  $\Phi'(X_S, P) < 0$ ,  $\Phi''(X_S, P) \leq 0$ , onde a primeira e segunda derivadas são com respeito a quantidade ofertada.

A hipótese (vi) é simplificadora do problema e significa que a agência reguladora de preços dá suporte total ao preço imposto. As hipóteses (vii) e (viii) têm como objetivo facilitar matematicamente

<sup>3</sup> Veja DIAS & GUIMARÃES (1997) para uma exposição detalhada da função  $V(\pi, S)$ .

mente a exposição do problema. As hipóteses (ix) e (x) são auto-explicativas. A hipótese (xi) tem imbutidos as seguintes sub-hipóteses: a) no caso em que a oferta seja igual a zero,  $X_s=0$ , então a probabilidade de liberação do preço é um,  $\Phi(X_s,P)=1$ ; b) para o caso em que a quantidade ofertada for igual a demanda,  $X_s=D(P)$ , a probabilidade de liberação de preço é zero,  $\Phi(X_s,P)=0$ ; c) a probabilidade de liberação de preços reduz com o aumento da oferta. Ao longo do artigo a função de probabilidade da oferta) dado o preço regulado P; 3)  $E[\pi_j(P)|X_s]$  é o lucro esperado no período j, onde  $j \geq s$  dados a produção do período s e o preço regulado P.

A expressão matemática do lucro esperado é a seguinte:

$$E[\pi_j(P)|X_s] = \Phi(X_s)\pi(pm) + [1 - \Phi(X_s)]E[\pi_j(P)|X_{s+1}] \quad (1)$$

Onde: pm é o preço de monopólio;  $\Phi(X_s)\pi(pm)$  é a probabilidade de se obter o lucro de monopólio; e  $[1 - \Phi(X_s)]E[\pi_j(P)|X_{s+1}]$  é o lucro esperado do período s+1 dado o preço P. Para o caso em que  $j=s$ , a equação acima se torna a seguinte:

$$E[\pi_j(P)|X_s] = \pi(X_s,P) \quad (2)$$

Em qualquer período s, temos o seguinte comportamento das equações anteriores:

$$E[\pi_j(P)|X_s] < \pi[D(P),P] < \pi[D(pm),pm] \text{ para } P < pm \text{ e } X_s < D(P) \quad (3)$$

$$E[\pi_j(P)|X_s] = \pi[D(pm),pm], \text{ para } P = pm \text{ e } X_s = D(pm) \quad (4)$$

Neste problema o lucro será maximizado durante todo o período de duração de controle de preços, desta maneira, o modelo considera a maximização intertemporal do lucro. Este lucro máximo é obtido através da maximização da seguinte função de lucro esperada:

$$\Pi_T = PX_s - C(X_s) + \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi_r(P)|X_s] \quad (5)$$

Onde:  $\Pi_T$  é o lucro esperado durante todo o período de controle de preço;  $X_s$  é a quantidade ofertada no período s; e  $\sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi_r(P)|X_s]$  é a soma dos lucros esperados.

Conforme se espera neste tipo de mercado, a quantidade ofertada tem que ser menor ou igual a quantidade demandada. Matematicamente temos o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{X_s} \Pi_t &= PX_s - C(X_s) + \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi_r(P)|X_s], \\ \text{sujeito a: } X_s &\leq D(P). \end{aligned} \quad (6)$$

As condições de Khun-Tucker<sup>4</sup> a serem obedecidas período a período durante o controle de preços são as seguintes:

$$X_s \geq 0; \quad (7)$$

$$\beta_s \geq 0; \quad (8)$$

$$X_s \leq D(P); \quad (9)$$

$$\beta_s[D(P)-X_s] = 0; \quad (10)$$

$$P - C'(X_s) + \Phi'(X_s) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(pm) - E[\pi_r(P)|X_{s+1}]] - \beta_s \leq 0 \quad (11)$$

$$X_s \left( P - C'(X_s) + \Phi'(X_s) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(pm) - E[\pi_r(P)|X_{s+1}]] - \beta_s \leq 0 \right) \quad (12)$$

A função  $\Phi'(X_s) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(pm) - E[\pi_r(P)|X_{s+1}]]$  nas equações (11) e (12) representa a probabilidade de ganho do valor agregado futuro da diferença entre o lucro de monopólio e o lucro sob o controle de preço, P.

As equações (1) a (12) fixam o comportamento do oligopólio cuja ação conjunta é equivalente ao de um monopólio. Neste caso o representante toma conhecimento do preço fixado pela

<sup>4</sup> NICHOLSON (1989).

agência e maximiza este conjunto de equações. A agência possui um comportamento conforme descrito em DIAS & GUIMARÃES (1997) de equilibrar a oferta e demanda através da imposição do preço P tal que todos fiquem satisfeitos, consumidores e produtor.

Com objetivo de facilitar a compreensão notacional é admitido que o preço dado pela agência é o preço Pd. Neste preço está embutido o imposto e/ou o subsídio a ser repassado ao oligopólio. Diante deste preço fixado, o representante do oligopólio escolhe uma quantidade a ser oferta,  $X_s^*$ , que pode ou não ser igual a quantidade demanda ao preço dado.

Diante desta exposição será verificado para que preços dados a oferta será igual a demanda e, portanto, exista equilíbrio no mercado. Como fato adicional tem-se que a notação para o preço competitivo, pc, subentende aquele onde o produto é produzido sob concorrência perfeita. A proposição e prova a seguir foi extraída de DIAS & GUIMARÃES (1997, p. 188) com exceção do número das equações.

PROPOSIÇÃO I – “Se a agência reguladora de preços impõe um preço Pd tal que Pd  $\in$  [pc, pm], dado  $s < \tau$ , então temos que: se Pd > P\* o monopolista atende a demanda,  $X_s^* = D(\text{Pd})$ ; se Pd  $\leq$  P\*, o monopolista cria suboferta,

$$X_s^* < D(\text{Pd}).$$

Onde:

$$P^* = \frac{C(X_s) - \Phi(X_s) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(\text{pm}) - E[\pi_r(\text{Pd})|X_{s+1}]]}{\dots}$$

é o preço esperado pelo monopolista.

Prova - Resolvendo a equação (11) para P, onde P=Pd, tem-se que:

$$\text{Pd} = C'(X_s) - \Phi'(X_s) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(\text{pm}) - E[\pi_r(\text{Pd})|X_{s+1}]] + \beta_s \quad (13)$$

Portanto, os casos a serem analisados são os seguintes:

Caso I: Pd > P\*. Resolvendo a equação (11) para P tal que P=Pd, tem-se que, neste caso, a probabilidade de se apropriar de uma parcela do

valor esperado da diferença dos lucros futuros é positiva, sendo que:

$$\text{Pd} - C'(X_s^*) = -\Phi'(X_s^*) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(\text{pm}) - E[\pi_r(\text{Pd})|X_{s+1}]] + \beta_s > 0. \quad (14)$$

Como  $\Phi'(X_s^*) < 0$ , isto implica que ao subtrair da equação (14) a definição de P\*, tem-se que  $\beta_s > 0$ . Para que a equação (10) não seja violada tem-se que:  $D(\text{Pd}) = X_s^*$ , então, o monopolista atende a demanda.

Caso II: Pd  $\leq$  P\*. Neste caso tem-se a seguinte condição para o preço fixado:

$$\text{Pd} - C'(X_s^*) = -\Phi'(X_s^*) \sum_{r=s+1}^{\tau} E[\pi(\text{pm}) - E[\pi_r(\text{Pd})|X_{s+1}]] + \beta_s \leq 0 \quad (15)$$

Isto implica que o termo  $\beta_s \leq 0$ . Como o  $\beta_s < 0$  viola a condição da equação (08), resta analisar quando  $\beta_s = 0$ . De acordo com a equação (10), tem-se que  $X_s^* < D(\text{Pd})$ , ou seja, o monopolista cria suboferta. C.Q.D.

De acordo com a proposição acima deve-se destacar dois casos: a) o primeiro considerando o fato de a agência impor um preço Pd com um subsídio, portanto Pd > P\* é a prova do Caso I na proposição, portanto, haverá pleno atendimento da demanda; b) o segundo quando Pd < P\*, neste caso é o típico preço onde no preço fixado está embutido um imposto do tipo ambiental, portanto, conforme prova do Caso II da proposição haverá suboferta do produto.

As características deste modelo que nos interessa são as seguintes: a) a curva de demanda afeta o lucro e, portanto, o conhecimento de seu formato é importante para a maximização do lucro esperado; b) a curva de oferta no tempo é a variável de controle, portanto, exógena às condições de mercado normal; c) subsídios e/ou impostos que interferem com o preço do produto afetam o lucro esperado e, conseqüentemente, afetam o comportamento do oligopólio (curva de reação). Em resumo, este modelo captura de forma dinâmica o comportamento de um grupo de empresas que agem de forma organizada no mercado cujo preço é sujeito à regulação.

A combinação dos resultados acima com o exposto em TIROLE (1988) sobre o tipo da curva de demanda permite testar o comportamento do mercado, bem como verificar qual o tipo de curva de demanda dominante neste mercado.

#### 4 – O MODELO ECONOMÉTRICO

Em razão da necessidade de identificar o tipo de função de demanda que melhor caracteriza a demanda de álcool hidratado, o objetivo desta seção é definir para cada tipo teórico de função de demanda, o modelo econométrico utilizado para estimar cada função, assim como a metodologia de estimação empregada. Sempre nestes casos, procura-se conhecer os modelos e métodos usualmente empregados por vários autores em trabalhos semelhantes. Mas o uso do álcool hidratado como combustível de veículo, parece ser um fenômeno singular brasileiro e não despertou interesse para a realização de estudos nessa área por parte de autores nacionais ou estrangeiros. Por esse motivo buscou-se socorro em modelos e métodos empregados em estudos semelhantes, notadamente aos relacionados a combustíveis ou gasolina.

Um dos principais trabalhos internacionais na área foi desenvolvido por DAHL e STERNER (1991). Estes autores analisaram aproximadamente uma centena de estudos de estimativas de demanda de gasolina e observaram que diferentes modelos empregados e diferentes conjuntos de dados têm produzido uma variedade de estimativas de demanda. O método de classificação desses diferentes modelos adotado pelos autores, distingue entre aqueles que empregam ou não a variável veículo como explanatória e entre modelos estáticos e modelos dinâmicos. Com base nesse critério, os autores identificaram os seguintes tipos de modelos de funções de demanda de gasolina:

- “1. Simple Static ( $G = f_{\text{Static}}(P, Y)$ ),
2. Vehicle ( $G = f_{\text{VEH}}(P, Y, V)$ ),
3. Vehicle Characteristics ( $G = f_{\text{VEH-CHAC}}(P, Y, V, \text{CHAR})$ ),
4. Lagged Endogenous ( $G = f_{\text{LE}}(P, Y, G_{t-1})$ ),
5. Other Lag ( $G = f_{\text{OL}}(\sum P_{t-i}, \sum Y_{t-i})$ ),
6. Lagged Endogenous/Other Lag ( $G = f_{\text{LE-OL}}(\sum_i P_{t-i}, \sum_i Y_{t-i}, \sum_i G_{t-1})$ ),
7. Vehicle/Lagged Endogenous

$$(G = f_{\text{VEH-LE}}(P, Y, V, G_{t-1})),$$

8. Vehicle/Other Lag

$$(G = f_{\text{VEH-OL}}(\sum_i P_{t-i}, \sum_i Y_{t-i}, V)), \text{ and}$$

9. Drollas

$$(G = f_{\text{Drol}}(P_g, P_t, Y, P_v, P_{gt-1}, Y_{t-1}, G_{t-1}))$$

Where:  $G$  = gasoline demand,  $P_g$  = gasoline price,  $Y$  = income,  $t-i$  represents a variable lagged  $i$  periods beginning with 0,  $V$  is some measure of the vehicle stock,  $P_t$  is the price of alternative transit,  $P_v$  is the price of vehicle, and CHAR represents some vehicle stock characteristic.” (p.53).

As técnicas de estimação empregadas para solução desses modelos são as mais variadas possíveis. Não houve, como no presente estudo, preocupação relacionada ao tipo da curva da demanda, mas os autores identificam o tipo de demanda de elasticidade constante como o mais popular, tendo como segundo distante, a curva de demanda linear.

Muito embora não seja possível identificar entre os tipos de funções aquelas que derivam de modelos estruturais, os autores afirmam que as técnicas de equações simples são, de longe, as mais utilizadas. Este tipo de especificação contém implicitamente a hipótese de a oferta ser exógena ao mercado, portanto, característica de um mercado altamente organizado com comportamento de monopólio. Entre os autores que empregaram modelos de demanda simples, podem ser destacados ainda ASSIS e LOPES (1980), BENTZEN (1994) e MOTA e MENDES (1996).

Vários autores além daqueles citados por Dahl e Sterner desenvolveram estudos de demanda de combustíveis ou de gasolina empregando modelos estruturais, tais como PELAEZ (1981), KOURIS (1983), RAMOS (1984), WASSERFALEN e GÜNTENSPERGER (1988), GARBACZ (1989), GATELY (1990) e WALLS et al (1993). Os modelos estruturais empregados são diversos, mas percebe-se uma certa preferência para modelos de estoque de veículos e demanda de combustível, não havendo relatos de modelos estruturais de equilíbrio parcial de mercado. Neste tipo de modelo uma característica testada é de que a oferta é endógena e afeta o equilíbrio do mercado, portanto, o comportamento dos agentes se aproxima do monopólio.

Em razão dos propósitos do presente estudo e visando atender à recomendação de DAHL e STERNER, foram estimados o modelo estrutural e o modelo de demanda simples. A especificação e estimação destes dois modelos visa verificar o comportamento do setor, se é mais próximo a de um monopólio ou não, bem como verificar qual o tipo da curva de demanda que mais se adapta a este mercado.

#### 4.1 – Especificação Econométrica

a) Modelo Estrutural de Equilíbrio Parcial do Álcool Hidratado, representado pelo sistema de equações simultâneas:

$$QD_t = D(P_t, Y_t, F_t, CV_{t-1}, TV) \quad (16)$$

$$QS_t = S(P_{t-1}, RP_t, M_t, H_t, SN_{t-1}, SI_{t-1}, O_{t-1}) \quad (17)$$

$$QD_t = QS_t \quad (18)$$

b) Modelo de Demanda Simples, representado por um sistema estático, com variável inercial defasada. O pressuposto básico adotado para a configuração deste modelo é o de que a oferta é estabelecida exogenamente no sistema.

$$QD_t = D(P_t, Y_t, F_t, CV_{t-1}, TV); \quad (19)$$

ou, alternativamente,

$$QD_t = D(RP_t, Y_t, F_t, CV_{t-1}, TV), \quad (20)$$

Os sinais esperados das variáveis são os seguintes:  $\partial D/\partial P_t \leq 0$ ;  $\partial D/\partial Y_t \geq 0$ ;  $\partial D/\partial F_t \geq 0$ ;  $\partial D/\partial CV_{t-1} \geq 0$ ;  $\partial D/\partial TV \leq 0$ ; e  $\partial D/\partial RP_t \leq 0$ . Onde: QD, demanda total por álcool hidratado; QS, oferta total de álcool hidratado; P, preço real do álcool hidratado pago pelo consumidor; Y, renda, representada por uma “proxy”; F, quantidade de veículos da frota movida a álcool hidratado; CV, consumo de álcool hidratado por veículo; TV, variável de tendência no tempo; RP, razão dos preços reais ao consumidor, do álcool hidratado e da gasolina; M, preço real da cana-de-açúcar, matéria-prima usada como “proxy” do custo de produção; H, preço real do álcool hidratado, recebido pelo produtor; SN, preço real do açúcar no mercado nacional; SI, preço real do açúcar no mercado internacional; O, preço real do petróleo no mercado internacional; e t, representa

um período específico no tempo, no caso, um mês.

São variáveis endógenas dos sistemas: QD, QS e P, ou RP alternativamente a P. As variáveis predeterminadas são as seguintes: Y, F, CV, RP, M, H, SN, SI, O e TV são exógenas e  $P_{t-1}$ ,  $CV_{t-1}$  ou  $RP_{t-1}$ , como alternativa a  $P_{t-1}$ , são endógenas defasadas. Quando precedidas de L, significa que seus valores são em logaritmo natural.

A inclusão da variável de tendência no tempo TV, objetivou auxiliar na solução de problema de autocorrelação, nas funções em que este caso ocorreu. Além disso, espera-se, com ela, captar efeitos sobre a demanda, decorrentes da melhoria de eficiência dos veículos e/ou do combustível, assim como, de avanços tecnológicos ocorridos ao longo do tempo. No ANEXO II deste trabalho encontram-se especificados os modelos econométricos aplicados para as funções de demanda Curva de Demanda Linear, Demanda de Elasticidade Constante, Curva de Demanda Exponencial e Função de Demanda Potencial.

#### 4.2– Métodos Econométricos

As estimativas dos sistemas de equações simultâneas foram realizadas pelos métodos Mínimos Quadrados de Dois Estágios e Mínimos Quadrados de Dois Estágios com Variáveis Instrumentais para as funções de demanda Curva de Demanda Linear, Demanda de Elasticidade Constante e Curva de Demanda Exponencial. O sistema de demanda simples para essas mesmas funções foi estimado pelo método Mínimos Quadrados Ordinários.

Para a Função de Demanda Potencial, por tratar-se de sistema não-linear, foram empregados, para o sistema de equações simultâneas os métodos Máxima Verossimilhança de Informação Plena (FIML) e Estimador de Mínimos Quadrados de Dois Estágios com Variáveis Instrumentais (LSQ2S). O sistema de equações de demanda simples foi estimado pelo método Estimador de Mínimos Quadrados (LSQ).

## 5 - RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

Ao todo foram estimadas 116 funções de demanda, divididas em número igual pelos quatro tipos de curvas de demanda testadas. Por razões de espaço são apresentados somente os resultados das 29 equações para a curva de demanda linear<sup>5</sup>. A razão para a exposição de somente este resultado é devido às demais estimativas econométricas apresentaram-se com os mais diversos problemas, que serão relatados a seguir, e, portanto, não representativas da curva de demanda para o período em questão. Cabe ressaltar ainda que os dados receberam alguns tratamentos estatísticos conforme exposto em SORDI (1997), visando corrigir sazonalidade e adequação ao período mensal.

### 5.1 – Curva de Demanda Linear

A TABELA nº A1, ANEXO III, contém a estimativa do sistema de equações simultâneas regressado pelo método Mínimos Quadrados de Dois Estágios. O conjunto de variáveis predeterminadas da variável independente é o que melhor satisfaz em termos de qualidade de parâmetros e estatísticas, capaz de explicar 93% das variações nos preços. Os sinais das variáveis  $SN_{t-1}$  e  $O_{t-1}$  são contrários aos esperados. O coeficiente de elasticidade-renda obtido é de 0,1818 e o de elasticidade-preço, de -0,1398, caracterizando a demanda de álcool hidratado como inelástica tanto em relação ao preço como em relação a renda. Todas as variáveis explanatórias apresentam parâmetros estatisticamente significativos e capazes de explicar 97% das variações da demanda.

Na TABELA nº A2, do ANEXO III, há um conjunto de 14 funções do sistema de equações simultâneas estimadas pelo método Mínimos Quadrados de Dois Estágios com Variáveis Instrumentais. As funções de 1 a 6 consideram  $P_t$  como variável endógena e as funções de 7 a 14 consideram  $RP_t$  como endógena. Neste caso,  $RP_{t-1}$  é tomada como instrumental. No primeiro grupo, as funções 2 e 5 não apresentam nenhum defeito, podendo ser tomadas como representativas da

demanda, a primeira com índice de ajustamento de 97% e a segunda com 85%. A elasticidade-renda obtida para a função 2 foi de 0,1855 e para a função 5 de 0,2709. As elasticidades-preço foram de -0,1416 e -0,0846, respectivamente, para 2 e 5.

No grupo de funções de 7 a 14, que utilizou  $RP_{t-1}$  como endógena, todas podem ser consideradas como representativas da demanda. Os sinais de todas as variáveis são os esperados teoricamente e todos os seus parâmetros são estatisticamente significativos, assim como todas as demais estatísticas. O coeficiente de elasticidade-renda varia entre 0,2073 e 0,5332 e o de elasticidade-preço, entre -0,2030 e -1,5207. De maneira geral todas as funções que contêm TV entre as explanatórias, apresentaram elasticidades-preço menores. Os consumidores mostraram-se de maneira geral mais sensíveis às variações na razão dos preços do álcool hidratado e da gasolina (RP), do que às variações do preço do próprio álcool hidratado. Os índices de ajustamento variam entre 89 e 97%.

As funções do sistema de equações simples regressadas pelo método Mínimos Quadrados Ordinários constam da TABELA nº A3 do ANEXO III. Todas as funções desse sistema podem ser tomadas como representativas, mas as que parecem sugerir melhor ajustamento da demanda são as de nº 2 e 8. Nas funções de 1 a 6 que utilizam  $P_t$  como endógena apresentam elasticidade-renda entre 0,2224 e 0,4342 e elasticidade-preço entre -0,1285 e -0,1929 e coeficiente de ajustamento entre 90 e 98%. O conjunto de 7 a 14 que emprega  $RP_t$  como endógena, tem elasticidade-renda entre 0,2412 e 0,4937 e elasticidade-preço entre -0,2016 e -1,0667. A capacidade explanatória está entre 89 e 97%.

### 5.2 - Curva de Demanda de Elasticidade Constante

A função do modelo estrutural regressada pelo método Mínimos Quadrados de Dois Estágios apresentou problema de sinais com os parâmetros, motivo este que leva a descartá-la como representativa da demanda. Quando utilizado o método Mínimos Quadrados de Dois Estágios com Variáveis Instrumentais, com exceção de uma equação todas apresentaram algum tipo de problema, ora

<sup>5</sup> Os resultados das estimativas das funções de Demanda de Elasticidade Constante, Demanda Exponencial e Demanda Potencial, encontram-se em SORDI (1997).



de autocorrelação não superado com o emprego de técnicas corretivas, ora com problema de sinal nas variáveis ou de não-significância estatística dos parâmetros. A função que apresentou resultado satisfatório tem índice de ajustamento de 99%, sinais corretos e parâmetros estatisticamente significativos, mas não contém a variável renda  $LY_t$ , como endógena independente, variável esta importante teoricamente para explicar o consumo do produto. A elasticidade-preço obtida foi de  $-0,2211$ . Fato semelhante ocorreu com as 14 funções do sistema de equações simples para esta especificação. Somente uma pode ser tomada como representativa, mas da mesma forma não considera  $LY_t$  entre as explanatórias. O coeficiente de elasticidade-preço obtido foi de  $-0,2440$  e poder de explicação de 99,5%.

### 5.3 – Curva de Demanda Exponencial

O sistema de equações simultâneas estimado pelo método Mínimos Quadrados de Dois Estágios, apresentou, de modo geral, problema de coeficiente de ajustamento. As estimativas obtidas apresentaram problemas com o sinal das variáveis, não-significância estatística, além de poder de explicação de somente 14%. Aplicando-se nesse sistema o método Mínimos Quadrados de Dois Estágios com Variáveis Instrumentais, entre as 14 funções regressadas, apenas duas poderiam ser consideradas. No entanto, elas não captam os efeitos teóricos esperados para a variável renda e apresentam baixa capacidade explanatória, de 41 e 44%, respectivamente. A especificação de equações simples para esta demanda apresentou vários tipos de problemas, entre eles o de perturbação heterocedástica, afetando a propriedade de não-tendenciosidade dos estimadores, repercutindo na obtenção de estimadores não-eficientes. Somente uma função não apresentou problemas de sinal ou de estatística, mas possui reduzidíssima capacidade explanatória, 1,7%.

### 5.4 – Curva de Demanda Potencial

As funções do sistema de equações simultâneas, tanto a regressada pelo método FIML quanto as estimadas pelo método LSQ2S, apresentaram vários problemas de convergência da função objetivo e quando se alcançou convergência, esta se deu para o ponto zero, além de surgirem problemas de singularidade em diversas especifica-

ções. Fatos semelhantes ocorreram com as funções do sistema de equações simples, estimadas pelo método LSQ. Portanto, nenhuma das 29 funções pode ser tomada como representativa da demanda. No entanto, os coeficientes do parâmetro da expoente da função  $\delta$ , quando obtidos com valores significativos, seus valores absolutos tendem a 1. Para  $\delta = 1$ , tem-se que a curva de demanda linear é um caso particular dessa função.

### 5.5 – Escolha da Função de Demanda

Das 29 funções estimadas para a Curva de Demanda Linear, 26 estão qualificadas para representar a demanda de álcool hidratado, a saber: a função do sistema de equações simultâneas estimado pelo método Mínimos Quadrados de Dois Estágios, TABELA A1 do ANEXO III, as funções 2, 5 e 7 a 14 do sistema de equações simultâneas estimadas pelo método Mínimos Quadrados de Dois Estágios com Variáveis Instrumentais, TABELA A2 do ANEXO III, e todas as 14 funções estimadas para o sistema de equações simples pelo método Mínimos Quadrados Ordinários, TABELA A3 do ANEXO III. A capacidade explanatória dessas 26 funções está entre 80 e 97%. No entanto, a função da TABELA A1 e as funções 2 e 8 das TABELAS A2 e A3 do ANEXO III, apresentam um conjunto mais homogêneo de coeficientes estatisticamente significativos. As funções 2 consideram  $P_t$  como dependente, e as funções 8  $RP_t$  como dependente. Exceto essa diferença, todas simulam a mesma combinação de variáveis independentes – o conjunto completo – e nenhuma delas possui constante.

De acordo com o exposto, a curva que melhor representa o mercado de álcool hidratado é a Curva de Demanda Linear. Fica também evidenciado que o sistema de demanda simples para este tipo de curva de demanda é absolutamente adequado para explicar o formato da curva de demanda.

## 6 – COMPARAÇÃO COM RESULTADOS DE OUTROS ESTUDOS

Com o objetivo de assegurar de que os resultados para as elasticidades de preço e renda obtidos com as estimativas estão em acordo com os apresentados pela literatura de seu sucedâneo a gasolina, far-se-á um comparativo. Nesta análise não consideraremos as elasticidades da razão preço do álcool-gasolina, RP, por não ser passível de comparação com a literatura existente.

A TABELA nº 1, a seguir, apresenta as estatísticas básicas das diversas estimativas das elasticidades renda e preço contidas no ANEXO III. O total de observação para a elasticidade-renda é de 19 e para a de preço 9.

**TABELA 1**  
ELASTICIDADES-RENDA E PREÇO DAS ESTIMATIVAS DO ANEXO III

| ESTATÍSTICAS            | ELASTICIDADE -RENDA | ELASTICIDADE -PREÇO |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Número de Observações   | 19                  | 9                   |
| Média                   | 0,3106              | 0,1506              |
| Desvio Padrão           | 0,101801            | 0,034121            |
| Intervalo de Confiança: |                     |                     |
| Para - 95%              | 0,261565            | 0,124328            |
| Para + 95%              | 0,359698            | 0,176783            |
| Mediana                 | 0,3070              | 0,1465              |
| Mínimo                  | 0,1818              | 0,0846              |
| Máximo                  | 0,5332              | 0,1929              |

FONTE: SORDI (1997)

A elasticidade-renda média obtida para a equação de demanda linear foi de 0,3106 e a elasticidade-preço média de -0,1506. Portanto, a demanda de álcool hidratado caracteriza-se como demanda inelástica, tanto do ponto de vista da renda quando do preço.

As estimativas de elasticidades variam dependendo das especificações adotadas para os modelos, os tipos de dados usados, o país ou região a que se referem, o horizonte temporal empregado e a sazonalidade dos dados. No entanto, segundo DAHL e STERNER (1991), não há evidências de que o tipo adotado para a curva de demanda produza valores diversos para as elasticidades. A seguir apresentam-se as elasticidades

médias dos estudos analisados por DAHL e STERNER (1991).

A elasticidade-renda média foi 0,4357, enquanto que a preço foi de -0,2895. Ambas ligeiramente superior ao encontrado para o caso do álcool hidratado do Brasil.

Na TABELA a seguir constam os resultados das elasticidades de preço e renda dos demais autores referenciados na bibliografia deste trabalho.

A média da elasticidade-renda obtida por estes autores foi de 0,4725 e a preço -0,2926. Também neste caso, as médias, tanto da elasticidade-renda quanto da elasticidade-preço, são superiores às estimadas neste trabalho.

A comparação dos valores médios das TABELAS 1, 2 e 3 nos informa que estatisticamente estes valores não são diferentes, ainda que foram efetuadas para diferentes países e períodos e os produtos serem sucedâneos. Esta aproximação nos garante que os valores obtidos para estas elasticidades para a demanda especificada são muito próximos dos valores verdadeiros.

## 7 – CONCLUSÃO

O mercado de álcool hidratado no Brasil, no período analisado, é melhor caracterizado por uma função de demanda linear. E de acordo com BOLLOW & PFLEIDERER (1983), neste caso o aumento do custo decorrente da retirada do subsídio do transporte será absorvido em somente metade do seu valor pelos consumidores<sup>6</sup>. Dessa maneira, avaliar o impacto de uma medida dessa natureza somente mediante a análise da elasticidade

<sup>6</sup>MOTTA e MENDES (1996), simularam imposição de imposto ambiental de 50% sobre combustíveis e empregaram curva de Demanda de Elasticidade Constante para avaliar a repercussão sobre a demanda. Aplicando as definições de BOLLOW & PFLEIDERER (1983) a respeito da repercussão do aumento do custo sobre os preços e a elasticidade-preço obtida por Motta e Mendes, tem-se que:  $\partial p/\partial c = (1+t)\phi / (\phi - 1) = 1,5 (-0,259) / -1,259 = 0,3086$  ou 30,9%. Portanto, somente 30,9% do imposto ambiental aplicado seria repassado ao consumidor e, assim, a esperada redução de 12,95% da demanda de combustível, deve ser menor.

**TABELA 2**  
**VALORES MÉDIOS DAS ELASTICIDADES-RENDA E PREÇO DA DEMANDA POR GASOLINA.**

| ESPECIFICAÇÃO DO MODELO  | ELASTICIDADES |        |
|--|---------------|--------|
|  | Preço         | Renda  |
| SIMPLE STATIC MODELS, Yearly, Timeseries   | -0,53         | 1,16   |
| SIMPLE STATIC MODELS, Timeseries, Monthly (and quarterly)  | -0,31         | 0,52   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, Timeseries, Yearly   | -0,26         | 0,43   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, Corss Section/Timeseries, Yearly   | -0,17         | 0,40   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, Timeseries, 4 Quartres lag   | -0,14         | 0,20   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, 1-Quarter Lag, Cross Section Timeseries.   | -0,08         | 0,41   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, 1-Quarter Lag, Timeseries  | -0,15         | 0,49   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, Monthly, 12-month Lag, Timeseries  | -0,19         | 0,22   |
| LAGGED ENDOGENOUS MODELS, 1-month Lag, Timeseries  | -0,20         | 0,58   |
| VEHICLE MODELS, Corss Section Timeseries, Yearly   | -0,33         | 0,53   |
| VEHICLE MODELS, Timeseries, Yearly   | -0,28         | 0,51   |
| VEHICLE MODELS, Timeseries, Monthly and Quarterly  | -0,42         | 0,18   |
| VEHICLE CHARACTERISTICS, Yearly (Timeseries/Cross Sections Timeseries)   | -0,16         | 0,29   |
| VEHICLE CHARACTERISTICS, (Monthly/quarterly) Timeseries/Cross Section Timeseries                                     | -0,32         | 0,17   |
| VEHICLE CHARACTERISTICS, Panel data  | -0,52         | 0,41   |
| CORSS SECTION STUDIES, (Vehicle & Static Models) Yearly  | -1,01         | 0,76   |
| VEHICLE/LAGGED ENDOGENOUS MODELS (G DEPENDENT VARIABLE), Timeseries, Yearly  | -0,13         | 0,36   |
| VEHICLE/LAGGED ENDOGENOUS MODELS (VEHICLE USE: G/A* DEPENDENT VARIABLE), Yearly, Cross Section Timeseries/Timeseries | -0,17         | 0,15   |
| VEHICLE/OTHER LAG MODELS, Yearly, Cross Section/Timeseries   | -0,08         | 0,57   |
| LAGGED ENDOGENOUS/VEHICLE & OTHER PRICE MODELS, Timeseries, Yearly   | -0,41         | 0,42   |
| LAGGED ENDOGENOUS/OTHER LAG MODELS, (Yearly, Timeseries)   | -0,22         | 0,39   |
| <b>ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS BÁSICAS:</b>   |               |        |
| - Número de Observações  | 21            | 21     |
| - Média  | -0,2895       | 0,4357 |
| - Desvio Padrão  | 0,2108        | 0,2286 |
| - Intervalo de Confiança:  |               |        |
| Para - 95%   | -0,1936       | 0,3317 |
| Para + 95%   | -0,3855       | 0,5397 |
| - Mediana  | -0,22         | 0,41   |
| - Mínimo   | -0,08         | 0,15   |
| - Máximo   | -1,01         | 1,16   |

**FONTE:** DAHL & STERNER (1991); OBS: hn\* G/A, Consumo por automóvel.

dade-preço da demanda, pode conduzir a resultados distorcidos. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para o caso de imposição de um imposto ambiental, que neste tipo de função de demanda, seria absorvido somente em metade pelo consumidor. Em caso contrário, como por exemplo, um imposto negativo ou um subsídio, somente metade chegaria no preço final pago ao consumidor.

Aliando-se os fatos de que somente metade dos custos são absorvidos nos preços pelos consumidores e o baixo coeficiente de elasticidade-preço, a repercussão da retirada dos subsídios sobre a quantidade demandada teria significado bastante reduzido no curto prazo. No entanto, os dados contidos nas TABELAS A2 e A3 mostram que as elasticidades-razão dos preços do álcool hidratado e da gasolina, o qual pode ser entendido como um coeficiente de médio prazo, são superiores às elasticidades-preço, ou seja, os consumidores mostraram-se mais sensíveis a variações na razão de preços do que nos preços do álcool hidratado propriamente dito. Diante disso e sendo

tratado propriamente dito. Diante disso e sendo a gasolina um substituto de médio prazo do álcool hidratado, é recomendável que se realizem estudos para se estimar o período médio em que poderá ocorrer o ajustamento a uma nova situação de preço do produto e dos preços relativos.

Os resultados produzidos qualificam o sistema de equações de demanda simples como adequado para estimar este tipo de função de demanda, o que nos informa que oferta é determinada exogenamente ao sistema. O que pode significar que, apesar de oligopólio, este setor age muito próximo a de um monopólio sob controle de preços, conforme modelo apresentado.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem comentários dos pareceristas anônimos.

**TABELA 3**  
**VALORES DAS ELASTICIDADES-RENDA E PREÇO DA DEMANDA DE**  
**GASOLINA OU COMBUSTÍVEL PARA VEÍCULOS DE PEQUENO PORTE.**

| AUTOR / MODELO   | ELASTICIDADES |        |
|--|---------------|--------|
|  | Preço         | Renda  |
| RAMOS(1984) Mod.Demanda Simples, c/ajuste parcial; Série Anual - gasolina equivalente  | -0,258        | 0,319  |
| MOTTA E MENDES(1996) Mod.Demanda Simples, c/ajuste parcial; série trim. ;gas+alc.  | -0,259        | 0,899  |
| ASSIS E LOPES(1980).Mod.Demanda Simples.; Cross Section Timeseries, anuais; gas.   | -0,159        | 0,928  |
| PELAES(1981),Mod.da Técnica de Almon; Pooled com dados anuais; gss. p/1963-73  | -0,122        | 0,234  |
| p/1962-77  | -0,251        | 0,408  |
| WALLS et alii(1993).Mod. Vehicle-Miles-Traveled (VMT), dados amostrais; p/1º veículo   | -0,29         | 0,17   |
| GATELY(1990). Mod.Estrutural, milhas veículos e efic.combustível; c/variável motorista   | -0,09         | 0,52   |
| s/variável motorista   | -0,07         | 0,92   |
| GARBACZ(1989). Mod. Fluxo de Estoque, Série anual; p/ automóveis, Elast.constante  | -0,245        | 0,706  |
| p/ automóveis, Demanda Linear  | -0,16         | 0,55   |
| p/ gasolina, Elasticidade constante  | -0,327        | 0,333  |
| p/ gasolina, Demanda Linear  | -0,16         | 0,55   |
| KOURIS(1983). Mod.Estrutural, Eficiência da Frota e Taxa de Util.no tempo; p/milha-galão   | -0,156        |        |
| p/distância percorrida   | -0,235        |        |
| BENTZEN(1994).Mod.Estático simples e mod.dinâmico, Timeseries anual; gas.per capita  | -0,27         | 0,44   |
| WASSERFALEN e GÜNTENSPERGER(1988).Mod.Estrutural de equilíbrio parcial, p/demanda por gasolina e estoque de veículos; Timeseries anual | -0,30         | 0,50   |
| DROLAS(1984). Mod.Baseado no Estoque de Veículos Ajustado; Timeseries:   |               |        |
| - Reino Unido - Geometric lag  | -0,28         |        |
| - Reino Unido - Inverted-V lag   | -0,24         |        |
| - Alemanha Ocidental - Geometric lag   | -0,41         |        |
| - Alemanha Ocidental - Inverted-V lag  | -0,53         |        |
| - França - Geometric lag   | -0,44         |        |
| - Estados Unidos - Geometric lag   | -0,35         |        |
| - Estados Unidos - Inverted-V lag  | -0,32         |        |
| - Áustria - Geometric lag  | -0,52         |        |
| - Áustria - Inverted-V lag   | -0,57         |        |
| Mod. De Defasagem Simples; Timeseries:   |               |        |
| - Bélgica - Geometric lag  | -0,48         | 0,38   |
| - Bélgica - Inverted-V lag   | -0,50         | 0,57   |
| - Itália - Geometric lag   | -0,41         | 0,31   |
| - Itália - Inverted-V lag  | -0,38         | 0,39   |
| - Países Baixos (Holanda) - Inverted-V lag   | -0,29         | 0,18   |
| - Suécia - Geometric lag   | -0,17         | 0,46   |
| - Suécia - Inverted-V lag  | -0,16         | 0,65   |
| - Dinamarca - Geometric lag  | -0,38         | 0,31   |
| - Dinamarca - Inverted-V lag   | -0,31         | 0,14   |
| ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS BÁSICAS:  |               |        |
| - Número de Observações  | 34            | 23     |
| - Média  | -0,2926       | 0,4725 |
| - Desvio Padrão  | 0,1395        | 0,2297 |
| - Intervalo de Confiança:  |               |        |
| Para - 95%   | -0,2439       | 0,3731 |
| Para + 95%   | -0,3413       | 0,5718 |
| - Mediana  | -0,285        | 0,44   |
| - Mínimo   | 0,07          | 0,14   |
| - Máximo   | -0,57         | 0,928  |

FONTE: SORDI (1997)

## Abstract:

The objectives of this paper is to estimate a demand function for the alcohol fuel in Brazil and to learn the behavior of this sector during the period of 1980-1995. The importance of demand curve is related to the fact that pollution taxes or subsidies imposed by government will have different effect over consumption depending upon the demand's curve type. The importance of learning the behavior of the sector is related to the reaction

curve to different policy to be implemented by policy maker involving this sector. The results obtained were the followings: a) the best adjustment was obtained by a linear demand curve, therefore a pollution tax would have only half of it transferred to final price, the same would happen to any subsidy; b) although this sector is characterized as a oligopoly its behavior is equivalent to a monopoly under price control where the main objective is to eliminate any probability of price control.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS A.N. e LOPES, L. de B.R. A Ineficiência da Política de Preços para Conter o Consumo dos Derivados de Petróleo. **Rev. Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, FGV, v. 34 n. 3, p.417-428,1980
- BENTZEN, J. An Empirical Analysis of Gasoline Demand in Denmark Using Cointegration Techniques. **Energy Economics**, v. 16, n. 2,p. 139-143,1994.
- BOLOW, J. I. & PFLEIDERER, P. A Note on the Effect of Cost Changes on Prices. **Journal of Political Economy**, V. 91, n. 1, p. 182-185, 1983.
- DAHL, C. & STERNER, T. (1991). A survey of Econometrics Gasoline Demand Elasticities. **International Journal of Energy Systems**, Canadá, IASTED/ Alberta, V.11, n, 2, p. 53-76, 1991.
- DIAS, J. & GUIMARÃES, P. Uma Nova Teoria de Comportamento da Agência Reguladora de Monopólios e Oligopólios. **Estudos Econômicos**. V. 27, n. 2, p. 177-193.
- DROLLAS, L. P. The Demand for Gasoline - Further Evidence. **Energy Economics**. Jan. 1984, p. 71-82, 1984.
- FOLHA DE S.PAULO. **Folha Dinheiro**, São Paulo, abr. Caderno 2,p. 1 e 6, 1996.
- GARBACZ, C. Gasoline, Diesel and Motorfuel Demand in Taiwan. **The Energy Journal**, V.10, n. 2, abr/1989, p. 153-165, 1989.
- GATELY, D. The U.S. Demand for Highway Travel and Motor Fuel. **The Energy Journal**, v. 11, n.3,p. 59-73, 1990.
- KOURIS, G. Fuel Consumption for Road Transport in the USA. **Energy Economics**, Abr.,p. 89-99, 1983.
- MOTTA, R. S. da e MENDES, F. E. “Proposta de um Imposto Ambiental sobre os Combustíveis Líquidos no Brasil”. **Economia Brasileira em Perspectiva**, Rio de Janeiro, IPEA.V. 2, p. 671-690, 1996.
- NICHOLSON, W. *Microeconomic Theory*. New York: The Dryden Press, 1989.
- PELAEZ, R. F. The Price Elasticity for Gasoline Revisited. **The Energy Journal**, v.. 2, n. 4, p.85-89, 1981.
- RAMOS, L. R. A. Níveis de Demanda e Necessidade de Importação de Petróleo e Derivados: uma análise prospectiva. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. IPEA. Rio de Janeiro. V.14, n. 3, p. 689-722, 1984.
- SORDI, J.C. Os Efeitos dos Custos de Transporte na Liberação dos Preços: O Caso do Alcool Hidratado no Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Maringá: UEM, 1997.
- SUMNER, D. A. Measurement of Monopoly Behavior: An Application to the Cigarette Industry. **Journal of Political Economy**, V.89, n. 5, p. 1010-1019, 1981.
- TIROLE, J. **The Theory of Industrial Organization**. Massachusetts: The MIT Press, 1988.
- WALLS, M. A. et al. Estimating the Demand for Vehicle-Traveled Using Household Survey Data: Results from the 1990 Nationwide Personal Transportation Survey. **Resources for the Future**. Washington/ D.C.: Discussion Papers. 1993. 26 p.
- WASSERFALLEN W. & GÜNTENSPERGER. Gasoline Consumptions and the Stock of Motor Vehicles: An Empirical Analysis for the Swiss Economy. **Energy Economics**, Out.1988 ,p.276-282, 1988.

---

Recebido para publicação em 07.JUN.1999.

## 9 - ANEXOS

### ANEXO I

#### I - Implicações do Tipo de Função de Demanda

##### I.1 - Curva de Demanda Linear

Partindo do problema da maximização do lucro e assumindo que a curva de demanda é linear, ou seja  $D(p) = a - bp$ , onde  $a, b > 0$ , o monopolista, neste caso, maximizará a seguinte função:

$$\text{Max}_p \Pi(p) = (p - tc - c)(a - bp) \quad (1)$$

Onde:  $tc$  representa a variação nos custos ocasionada pela retirada do subsídio do transporte. Resolvendo a equação anterior para a condição de primeira ordem e solucionando para  $p$ , temos que o preço a ser praticado será:

$$p = [b(tc + c) + a] / 2b \quad (2)$$

Derivando a equação (2) em relação à variável  $c$ , temos:

$$\partial p / \partial c = (1 + t) / 2 \quad (3)$$

Ou seja, para o caso em que a demanda for linear, o consumidor irá pagar somente metade do aumento do custo decorrente da retirada do subsídio. No caso de imposição de um imposto ambiental, por exemplo, aplicado sobre o petróleo e repassado ao álcool, o consumidor somente receberá metade do benefício.

##### I.2 - Demanda de Elasticidade Constante

A função de demanda de elasticidade constante assume a seguinte forma  $D(p) = kp^{-\phi}$ , onde  $k$  e  $\phi > 0$ . Desta maneira, o monopolista irá maximizar a função:

$$\text{Max}_p \Pi(p) = (p - tc - c)(kp^{-\phi}) \quad (4)$$

Resolvendo a equação (4) para  $p$  após ter efetuada a derivada de primeira ordem, obtemos o seguinte:

$$p = -[(tc+c)] [\phi / (1 - \phi)] \quad (5)$$

Derivando a equação (5) com respeito a  $c$  temos a relação entre o custo do transporte decorrente da retirada do subsídio e a elasticidade-preço, ou seja

$$\partial p / \partial c = (1+t)\phi / (\phi - 1) \quad (6)$$

Qualquer variação nos custos ocasionada pela retirada dos subsídios ou por uma imposição de tributos causará um impacto menor nos preços<sup>7</sup> para  $-\infty < \phi < 0$ .

##### I.3 - Curva de Demanda Exponencial

Essa função de demanda é do formato:

$D(p) = e^{(a - p/b)}$ , onde  $a$  e  $b > 0$ . Portanto, o monopolista maximiza a seguinte função de lucro:

$$\text{Max}_p \Pi(p) = (p - tc - c)(e^{(a - p/b)}) \quad (7)$$

Maximizando a função anterior e solucionando-a para  $p$ , obtém-se o seguinte resultado:

$$p = tc + c + b \quad (8)$$

E, derivando essa equação com relação à variável  $c$ , obtemos o impacto nos preços devido à variação em  $c$ .

$$\partial p / \partial c = (1 + t) \quad (9)$$

Com função de demanda exponencial, a variação causada pelo aumento do custo é totalmente repassada ao preço, ou seja, o consumidor pagará a totalidade do aumento do custo ou receberá redução proporcional no preço devido a um imposto ambiental negativo, por exemplo.

##### I.4 - Função de Demanda Potencial

Esta função demanda se apresenta da seguinte forma:  $D(p) = (\alpha - p / \beta)^{1/\delta}$ ,

onde

$\alpha$  e  $\delta > 0$ .

<sup>7</sup> Este resultado difere daquele apresentado por Bollow e Pfeleiderer (op.cite). A diferença básica está no fato de que esses autores especificaram a função de demanda inversa como sendo  $p = kq^{1/\phi}$ , ao passo que neste trabalho essa função foi deduzida como sendo  $p = kq^{-1/\phi}$ .

Portanto, a sua função lucro tem a seguinte definição:

$$\text{Max}_p \Pi(p) = (p - tc - c) (\alpha - p / \beta)^{1/\delta} \quad (10)$$

Derivando a função lucro em relação a  $p$  e resolvendo a equação para esta variável, obtém-se o seguinte:

$$p = (\delta\alpha + tc + c) / (1 + \delta) \quad (11)$$

Derivando a equação anterior em relação à variável  $c$ , nos permite obter os efeitos de um aumento do custo devido à retirada do subsídio ou à imposição de um imposto ambiental.

$$\partial p / \partial c = (1 + t) / (1 + \delta) \text{ para } \delta \neq 1 \quad (12)$$

Quando  $\delta = 1$ , tem o mesmo significado que a função de demanda linear ou seja, o consumidor pagará metade da variação do custo. Para  $\delta \neq 1$  a variação do preço será sempre menor do que a variação no custo.

Pode-se verificar pela exposição, que é o tipo da curva de demanda o fator determinante das variações nos preços e, conseqüentemente, na redução da quantidade demandada. Portanto, conhecer o tipo de função de demanda torna-se um fator importante para as políticas de retirada de subsídio, de meio ambiente, de liberação de preços, de imposição de tributos etc.

## ANEXO II

### Especificação dos modelos econométricos testados

a) **Para a Curva de Demanda Linear** – Função:  $D(p) = a - bp$ , onde  $b > 0$

a.1) Sistema de Equações Simultâneas:

$$QD_t = C_1 + \beta P_t + \chi Y_t + \theta F_t + \phi CV_{t-1} + \gamma TV + v_1 \text{ (Demanda)} \quad (1)$$

$$QS_t = C_2 + aP_{t-1} + bSN_{t-1} + dH_t + eRP_t + fO_{t-1} + iM_t + jSI_{t-1} + v_2 \text{ (Oferta)} \quad (2)$$

$$QD_t = QS_t \text{ (Identidade)} \quad (3)$$

onde,

$C_1$  e  $C_2$  são as constantes das funções da demanda e da oferta, respectivamente, e

$v_1$  e  $v_2$  são erros ou perturbações randômicas das funções.

a.2) Sistema de Equações Simples para a Demanda:

$$QD_t = C + \beta P_t + \chi Y_t + \theta F_t + \phi CV_{t-1} + \gamma TV + v_t \quad (4)$$

ou,

$$QD_t = C + \phi RP_t + \chi Y_t + \theta F_t + \phi CV_{t-1} + \gamma TV + v_t \quad (5)$$

onde,

$C$  são constantes e  $v_t$  são distúrbâncias.

b) **Para Demanda de Elasticidade Constante** – Função:  $D(p) = kp^{-\phi}$ , onde  $K$  e  $\phi > 0$

b.1) Sistema de Equações Simultâneas

$$LQD_t = LC_1 + \beta LP_t + \chi LY_t + \theta LF_t + \phi LCV_{t-1} + \gamma TV + v_t \text{ (Demanda)} \quad (6)$$

$$LQS_t = LC_2 + aLP_{t-1} + bLSN_{t-1} + dLH_t + eLRP_t + fLO_{t-1} + iLM_t + jLSI_{t-1} + v_2 \text{ (Oferta)} \quad (7)$$

$$LQD_t = LQS_t \text{ (Identidade)} \quad (8)$$

onde,

$LC_1$  e  $LC_2$ , são as constantes das funções, e  $v_1$  e  $v_2$ , são erros aleatórios das funções.

b.2) Sistema de Equações Simples para a Demanda:

$$LQD_t = LC + \beta LP_t + \chi LY_t + \theta LF_t + \phi LCV_{t-1} + \gamma TV + v_t \quad (9)$$

ou,

$$LQD_t = LC + \phi LRP_t + \chi LY_t + \theta LF_t + \phi LCV_{t-1} + \gamma TV + v_t \quad (10)$$

onde,

$LC$  são constantes e  $v_t$  são perturbações das regressões.

c) **Para a Curva de Demanda Exponencial** – Função:  $D(p) = e^{(a-p/b)}$ , onde  $b > 0$

c.1) Sistema de Equações Simultâneas

$$LQD_t = C_1 + \beta P_t + \chi Y_t + \theta F_t + \phi CV_{t-1} + \gamma TV + v_1 \text{ (Demanda)} \quad (11)$$

$$\text{LQS}_t = C_2 + aP_{t-1} + bSN_{t-1} + dH_t + eRP_t + fO_{t-1} + iM_t + jSI_{t-1} + v_2 \text{ (Oferta) (12)}$$

$$\text{LQD}_t = \text{LQS}_t \text{ (Identidade) (13)}$$

onde,

$C_1$  e  $C_2$  são as constantes das funções da demanda e da oferta, respectivamente, e

$v_1$  e  $v_2$  são erros aleatórios das funções.

c.2) Sistema de Equações Simples para a Demanda:

$$\text{LQD}_t = C + \beta P_t + \chi Y_t + \theta F_t + \phi CV_{t-1} + \gamma TV + v_t \quad (14)$$

ou,

$$\text{LQD}_t = C + \phi RP_t + \chi Y_t + \theta F_t + \phi CV_{t-1} + \gamma TV + v_t \quad (15)$$

onde,

$C$  são constantes e  $v_t$  são perturbações aleatórias.

d) Para a Função de Demanda Potencial – Função:  $D(p) = (\alpha - p / \beta)^{1/\delta}$ , onde  $\alpha$  e  $\delta > 0$

d.1) Sistema de Equações Simultâneas:

$$\text{QD}_t = ((C_1 - P_t / \beta + Y_t / \chi + F_t / \theta + CV_{t-1} / \phi)^{1/\delta}) - TV / \gamma + v_1 \text{ (Demanda) (16)}$$

$$\text{QS}_t = C_2 + aP_{t-1} + bSN_{t-1} + dH_t + eRP_t + fO_{t-1} + iM_t + jSI_{t-1} + v_2 \text{ (Oferta) (17)}$$

$$\text{QD}_t = \text{QS}_t \text{ (Identidade) (18)}$$

onde,

$C_1$  e  $C_2$  são as constantes das funções da demanda e da oferta,

e

$v_1$  e  $v_2$  são erros aleatórios das funções.

d.2) Sistema de Equações Simples para a Demanda:

$$\text{QD}_t = ((C - P_t / \beta + Y_t / \chi + F_t / \theta + CV_{t-1} / \phi)^{1/\delta}) - TV / \gamma + v_t \quad (19)$$

ou,

$$\text{QD}_t = ((C - RP_t / \phi + Y_t / \chi + F_t / \theta + CV_{t-1} / \phi)^{1/\delta}) - TV / \gamma + v_t \quad (20)$$

onde,

$C$  são constantes e  $v_t$  são erros randômicos.



**ANEXO III**

**TABELA Nº A1 - DEMANDA LINEAR  
SISTEMA DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS  
MÉTODO: MÍNIMOS QUADRADOS DE DOIS ESTÁGIOS**

**1º PASSO: Estimativa da Variável Dependente  $P_t$**

| VARIÁVEIS INDEPENDENTES          |   |   |                                       |                                   |   |   | ESTATÍSTICAS |        |                |                         | Nº   |
|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|-----------------------------------|---|---|--------------|--------|----------------|-------------------------|------|
| $P_{t-1}$                        | $SN_{t-1}$                              | $CV_{t-1}$                              | $H_t$                                 | $RP_t$                            | $O_{t-1}$                               | $TV$                                      | DW           | F      | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajustado | OBS. |
| 0,768383<br>(0,43773)<br>17,5536 | -0,00345052<br>(0,00121574)<br>-2,83821 | 0,000368274<br>(0,000108196)<br>3,40377 | 0,00412968<br>(0,00110472)<br>3,72910 | 0,233449<br>(0,098911)<br>2,36020 | -0,00257798<br>(0,00143988)<br>-1,79041 | -0,000949687<br>(0,000331313)<br>-2,86644 | 2,04478      | 429,86 | 0,933411       | 0,931239                | 191  |

**2º PASSO: Estimativa dos Parâmetros da Função de Demanda, com Variável Dependente  $QD_t$**

| VARIÁVEIS INDEPENDENTES          |                                 |                                     |                                |                                   | ESTATÍSTICAS |         |                |                         | ELASTICIDADES |        | Nº   |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------|----------------|-------------------------|---------------|--------|------|
| PFIT                             | $Y_t$                           | $F_t$                               | $CV_{t-1}$                     | $TV$                              | DW           | F       | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajustado | Preço         | Renda  | OBS. |
| -114178<br>(39684,9)<br>-2,87711 | 938,845<br>(302,162)<br>3,10709 | 0,252145<br>(0,00792167)<br>31,8298 | 341,228<br>(109,51)<br>3,11595 | -2270,56<br>(222,178)<br>-10,2196 | 1,71611      | 1455,26 | 0,969051       | 0,968386                | -0,1398       | 0,1818 | 191  |

OBS. **PFIT** representa os valores ajustados da variável  $P_t$  da equação do 1º passo.

TABELA Nº A2 - DEMANDA LINEAR (CONTINUA PÁGINA SEGUINTE)  
 SISTEMA DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS  
 MÉTODO: MÍNIMOS QUADRADOS DE DOIS ESTÁGIOS COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS

VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS:  $C$ ,  $Y_t$ ,  $F_t$ ,  $CV_{t-1}$ ,  $P_{t-1}$ ,  $RP_t$ ,  $M_t$ ,  $H_t$ ,  $SN_{t-1}$ ,  $SI_{t-1}$ ,  $O_{t-1}$  e  $TV$ ; ou  $RP_{t-1}$  quando  $RP_t$  é endógena.

VARIÁVEIS ENDÓGENAS DEFASADAS:  $CV_{t-1}$ ,  $P_{t-1}$  ou  $RP_{t-1}$ .

VARIÁVEIS ENDÓGENAS:  $QD_t$ ,  $P_t$  ou  $RP_t$ .

ESTIMATIVA DA FUNÇÃO DE DEMANDA: Variável Dependente  $QD_t$

| Nº FUNÇÃO | Nº OBS. | VARIÁVEIS INDEPENDENTES |           |          |           |              |            |           |
|-----------|---------|-------------------------|-----------|----------|-----------|--------------|------------|-----------|
|           |         | C                       | $P_t$     | $RP_t$   | $Y_t$     | $F_t$        | $CV_{t-1}$ | TV        |
| 1         | 191     | -170042                 | -36012,5  |          | 1678,08   | 0,245904     | 384,339    | -1899,79  |
|           |         | (70824,6)               | (51629,9) |          | (418,418) | (0,0081318)  | (107,761)  | (267,119) |
|           |         | -2,40089                | -0,69751  |          | 4,01054   | 30,2398      | 3,56659    | -7,11216  |
| 2         | 191     |                         | -119220   |          | 957,78    | 0,251955     | 352,655    | -2276,18  |
|           |         |                         | (38102,8) |          | (290,392) | (0,00769777) | (106,485)  | (215,336) |
|           |         |                         | -3,12891  |          | 3,29823   | 32,7309      | 3,31178    | -10,5704  |
| 3         | 189     | -178869                 | 243540    |          |           | 0,210429     |            |           |
|           |         | (96439,1)               | (92846,9) |          |           | (0,011025)   |            |           |
|           |         | -1,85473                | 2,62302   |          |           | 19,0865      |            |           |
| 4         | 189     | 111460                  | -36625,4  |          |           | 0,25772      |            | -2263,99  |
|           |         | (81184,5)               | (78308,5) |          |           | (0,010687)   |            | (389,495) |
|           |         | 1,37292                 | -0,46771  |          |           | 24,1161      |            | -5,81264  |
| 5         | 189     |                         | -59602,6  |          | 1406,29   | 0,245818     |            | -2180,84  |
|           |         |                         | (41554,4) |          | (405,783) | (0,010583)   |            | (290,123) |
|           |         |                         | -1,67257  |          | 3,46562   | 23,2275      |            | -7,51696  |
| 6         | 189     |                         | -33590,7  |          | 1096,33   | 0,174929     |            |           |
|           |         |                         | (63520)   |          | (620,903) | (0,010179)   |            |           |
|           |         |                         | -0,52882  |          | 1,7657    | 17,1861      |            |           |
| 7         | 191     | 290470                  |           | -944748  | 1070,61   | 0,239830     | 666,626    |           |
|           |         | (115569)                |           | (151840) | (503,414) | (0,00959718) | (109,811)  |           |
|           |         | 2,51338                 |           | -6,22199 | 2,12670   | 24,9896      | 6,070067   |           |
| 8         | 191     |                         | -335145   |          | 1301,44   | 0,252913     | 436,087    | -1434,25  |
|           |         |                         | (81714,1) |          | (317,922) | (0,00769792) | (109,963)  | (258,346) |
|           |         |                         | -4,10144  |          | 4,09358   | 32,8548      | 3,96577    | -5,55166  |
| 9         | 191     | 483687                  |           | -1107720 |           | 0,25291      | 692,469    |           |
|           |         | (72837)                 |           | (133668) |           | (0,00771356) | (111,288)  |           |
|           |         | 6,64067                 |           | -8,28709 |           | 32,7204      | 6,22229    |           |
| 10        | 191     | 239782                  |           | -550887  |           | 0,266473     | 483,966    | -1348,57  |
|           |         | (88156,2)               |           | (179018) |           | (0,00787748) | (114,169)  | (312,044) |
|           |         | 2,71997                 |           | -3,07727 |           | 33,8272      | 4,23903    | -4,32172  |
| 11        | 191     |                         | -670358   |          | 2065,28   | 0,21921      | 676,320    |           |
|           |         |                         | (70861,5) |          | (310,694) | (0,00523211) | (109,586)  |           |
|           |         |                         | -8,57106  |          | 6,64731   | 41,9755      | 6,17158    |           |
| 12        | 189     |                         | -175887   |          | 1623,25   | 0,246163     |            | -1731,24  |
|           |         |                         | (83594,5) |          | (428,002) | (0,010516)   |            | (321,852) |
|           |         |                         | -2,10405  |          | 3,79263   | 23,4073      |            | -5,37899  |
| 13        | 189     | 787277                  |           | -1317790 |           | 0,250860     |            |           |
|           |         | (136138)                |           | (248271) |           | (0,013240)   |            |           |
|           |         | 5,78294                 |           | -5,30787 |           | 18,9471      |            |           |
| 14        | 189     |                         | -402388   |          | 2753,81   | 0,195530     |            |           |
|           |         |                         | (97809,8) |          | (505,072) | (0,00642358) |            |           |
|           |         |                         | -4,11398  |          | 5,45231   | 30,4393      |            |           |

TABELA Nº A2 - DEMANDA LINEAR (CONCLUSÃO)  
 SISTEMA DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS  
 MÉTODO: MÍNIMOS QUADRADOS DE DOIS ESTÁGIOS COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS

VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS:  $C$ ,  $Y_t$ ,  $F_t$ ,  $CV_{t-1}$ ,  $P_{t-1}$ ,  $RP_t$ ,  $M_t$ ,  $H_t$ ,  $SN_{t-1}$ ,  $SI_{t-1}$ ,  $O_{t-1}$  e  $TV$ ; ou  $RP_{t-1}$  quando  $RP_t$  é endógena.

VARIÁVEIS ENDÓGENAS DEFASADAS:  $CV_{t-1}$ ,  $P_{t-1}$  ou  $RP_{t-1}$ .

VARIÁVEIS ENDÓGENAS:  $QD_t$ ,  $P_t$  ou  $RP_t$ .

ESTIMATIVA DA FUNÇÃO DE DEMANDA: Variável Dependente  $QD_t$ .

| Nº<br>FUNÇ | ESTATÍSTICAS DOS DADOS ORIGINAIS |         |                |                       | ESTATÍSTICAS BASEADAS NOS DADOS TRANSFORMADOS* |                       |         |          |         |          | ELASTICIDADES |        |
|------------|----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|--|-----------------------|---------|----------|---------|----------|---------------|--------|
|            | DW                               | F       | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajust. | R <sup>2</sup>                                 | R <sup>2</sup> Ajust. | DW      | Rho      | t p/Rho | Log**    | Preço         | Renda  |
| 1          | 1,74376                          | 124,16  | 0,970662       | 0,969869              |  |                       |         |          |         |          | -0,0441       | 0,3249 |
| 2          | 1,6974                           | 1543,75 | 0,97077        | 0,970148              |  |                       |         |          |         |          | -0,1416       | 0,1855 |
| 3          | 2,33539                          |         | 0,958551       | 0,958105              | 0,859649                                       | 0,858140              | 2,33539 | 0,473804 | 7,41621 | -2346,94 |               |        |
| 4          | 2,18678                          |         | 0,968885       | 0,968381              | 0,935552                                       | 0,934507              | 2,18678 | 0,313196 | 4,54582 | -2319,81 | -0,0449       |        |
| 5          | 2,17677                          |         | 0,971333       | 0,970868              | 0,943562                                       | 0,942647              | 2,17677 | 0,294614 | 4,24959 | -2312,07 | -0,0846       | 0,2709 |
| 6          | 2,43414                          |         | 0,964941       | 0,964564              | 0,848897                                       | 0,847272              | 2,43414 | 0,541442 | 8,85365 | -2331,2  | -0,0409       | 0,2112 |
| 7          | 1,74763                          | 1821,35 | 0,964985       | 0,964232              |  |                       |         |          |         |          | -1,0902       | 0,2073 |
| 8          | 1,80027                          | 1518,38 | 0,970285       | 0,969646              |  |                       |         |          |         |          | -0,3868       | 0,2520 |
| 9          | 1,76020                          | 1640,33 | 0,963398       | 0,962811              |  |                       |         |          |         |          | -1,2783       |        |
| 10         | 1,81342                          | 1430,64 | 0,968521       | 0,967844              |  |                       |         |          |         |          | -0,6357       |        |
| 11         | 1,69544                          | 1713,21 | 0,964905       | 0,964342              |  |                       |         |          |         |          | -0,7009       | 0,3999 |
| 12         | 2,17589                          |         | 0,970648       | 0,970172              | 0,942435                                       | 0,941502              | 2,17589 | 0,293153 | 4,22652 | -2314,29 | -0,2030       | 0,3143 |
| 13         | 2,24851                          |         | 0,962775       | 0,962375              | 0,889127                                       | 0,887934              | 2,24851 | 0,435190 | 6,64513 | -2336,84 | -1,5207       |        |
| 14         | 2,34112                          |         | 0,967285       | 0,966933              | 0,893318                                       | 0,892171              | 2,34112 | 0,462386 | 7,18812 | -2324,59 | -0,4620       | 0,5332 |

\* Estas estatísticas foram produzidas para as funções que apresentaram problema inicial de autocorrelação. Para correção foi empregado o método da Técnica Iterativa de Cochrane-Orcutt com Variáveis Instrumentais.

\*\* Logaritmo da função de Máxima Verossimilhança.

TABELA Nº A3 - DEMANDA LINEAR (CONTINUA PÁGINA SEGUINTE)  
 SISTEMA DE FUNÇÕES DE DEMANDA SIMPLES  
 MÉTODO: MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS

VARIÁVEIS EXÓGENAS:  $Y_t$ ,  $CV_{t-1}$ ,  $RP_t$ ,  $F_t$  e  $TV$ ;  
 VARIÁVEIS ENDÓGENAS:  $QD_t$ ,  $P_t$  ou  $RP_t$ .

ESTIMATIVA DA FUNÇÃO DE DEMANDA: Variável Dependente  $QD_t$

| Nº<br>FUNÇÃO | Nº<br>OBS. | VARIÁVEIS INDEPENDENTES |           |           |           |              |            |           |
|--------------|------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|
|              |            | C                       | $P_t$     | $RP_t$    | $Y_t$     | $F_t$        | $CV_{t-1}$ | TV        |
| 1            | 191        | -93062                  | -119612   |           | 1588,73   | 0,247232     | 449,638    | -2149,6   |
|              |            | (65078,4)               | (42565,5) |           | (413,016) | (0,00803574) | (104,341)  | (250,5)   |
| 2            | 191        |                         | -2,81065  |           | 3,84665   | 30,7665      | 4,30932    | -8,58123  |
|              |            |                         | -156256   |           | 1148,67   | 0,250817     | 416,874    | -2340,22  |
| 3            | 191        |                         | (34071,7) |           | (276,241) | (0,00765608) | (102,08)   | (212,685) |
|              |            |                         | -4,58608  |           | 4,15822   | 32,7605      | 4,08381    | -11,0032  |
| 4            | 191        | 172671                  | -104265   |           |           | 0,175398     |            |           |
|              |            | (72236,8)               | (67940,2) |           |           | (0,00968172) |            |           |
| 5            | 191        | 2,39034                 | -1,53466  |           |           | 18,1164      |            |           |
|              |            | 218424                  | -145893   |           |           | 0,259314     |            | -2603,79  |
| 6            | 191        | (57714,9)               | (55557,7) |           |           | (0,01135)    |            | (363,842) |
|              |            | 3,78454                 | -2,62598  |           |           | 22,8468      |            | -7,15637  |
| 7            | 191        |                         | -122379   |           | 1860,84   | 0,243732     |            | -2276,48  |
|              |            |                         | (36919,5) |           | (259,01)  | (0,011347)   |            | (312,868) |
| 8            | 191        |                         | -3,31474  |           | 5,18325   | 21,4801      |            | -7,27619  |
|              |            |                         | -156583   |           | 2230,56   | 0,159904     |            |           |
| 9            | 191        |                         | (48310,6) |           | (474,103) | (0,00897745) |            |           |
|              |            |                         | -3,24117  |           | 4,70481   | 14,8714      |            |           |
| 10           | 191        | 160920                  |           | -752220   | 1392,76   | 0,228453     | 634,939    |           |
|              |            | (103730)                |           | (131887)  | (485,217) | (0,00849742) | (108,515)  |           |
| 11           | 191        | 1,55133                 |           | -5,70353  | 2,87039   | 26,885       | 5,85115    |           |
|              |            |                         |           | -315690   | 1245,82   | 0,25307      | 419,243    | -1471,16  |
| 12           | 191        |                         |           | (77687,9) | (309,537) | (0,00769391) | (107,742)  | (253,808) |
|              |            |                         |           | -4,06357  | 4,02478   | 32,8923      | 3,89117    | -5,79635  |
| 13           | 191        | 392450                  |           | -924395   |           | 0,242685     | 661,919    |           |
|              |            | (66470,2)               |           | (119709)  |           | (0,0073329)  | (110,18)   |           |
| 14           | 191        | 5,90415                 |           | -7,72204  |           | 34,5051      | 6,00762    |           |
|              |            | 176376                  |           | -415046   |           | 0,264786     | 446,707    | -1518,99  |
| 15           | 191        | (74037,4)               |           | (146811)  |           | (0,00775724) | (110,438)  | (283,972) |
|              |            | 2,38225                 |           | -2,82707  |           | 34,1341      | 4,04488    | -5,34908  |
| 16           | 191        |                         |           | -577177   | 1978,09   | 0,217924     | 650,474    |           |
|              |            |                         |           | (68539,1) | (306,223) | (0,00513229) | (108,458)  |           |
| 17           | 191        |                         |           | -8,42113  | 6,45965   | 42,4614      | 5,99748    |           |
|              |            |                         |           | -173988   | 1577,47   | 0,247443     |            | -1736,81  |
| 18           | 191        |                         |           | (80324,1) | (408,638) | (0,010955)   |            | (331,422) |
|              |            |                         |           | -2,16608  | 3,8603    | 22,5873      |            | -5,24048  |
| 19           | 191        | 412643                  |           | -639880   |           | 0,218627     |            |           |
|              |            | (99552)                 |           | (181481)  |           | (0,010348)   |            |           |
| 20           | 191        | 4,145                   |           | -3,52588  |           | 21,1283      |            |           |
|              |            |                         |           | -366309   | 2536,56   | 0,195347     |            |           |
| 21           | 191        |                         |           | (90154,3) | (461,888) | (0,0064727)  |            |           |
|              |            |                         |           | -4,06313  | 5,49173   | 30,1802      |            |           |

TABELA Nº A3 - DEMANDA LINEAR (CONCLUSÃO)  
 SISTEMA DE FUNÇÕES DE DEMANDA SIMPLES  
 MÉTODO: MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS

VARIÁVEIS EXÓGENAS:  $Y_t$ ,  $CV_{t-1}$ ,  $F_t$ ,  $RP_t$ , e  $TV$ ;  
 VARIÁVEIS ENDÓGENAS:  $QD_t$ ,  $P_t$  ou  $RP_t$ .

ESTIMATIVA DA FUNÇÃO DE DEMANDA: Variável Dependente  $QD_t$ .

| Nº<br>FUNÇ | ESTATÍSTICAS DOS DADOS ORIGINAIS |         |                |                       | ESTATÍSTICAS BASEADAS NOS DADOS TRANSFORMADOS* |                       |         |          |         |         | ELASTICIDADES |        |
|------------|----------------------------------|---------|----------------|-----------------------|--|-----------------------|---------|----------|---------|---------|---------------|--------|
|            | DW                               | F       | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajust. | R <sup>2</sup>                                 | R <sup>2</sup> Ajust. | DW      | Rho      | t p/Rho | F       | Preço         | Renda  |
| 1          | 1,78249                          | 1250,5  | 0,971261       | 0,970485              |  |                       |         |          |         |         | -0,1465       | 0,3076 |
| 2          | 1,73185                          | 1553,9  | 0,970949       | 0,970324              |  |                       |         |          |         |         | -0,1914       | 0,2224 |
| 3          | 2,4975                           |         | 0,964278       | 0,963898              | 0,798143                                       | 0,795996              | 2,4975  | 0,608943 | 10,6097 | 371,677 | -0,1285       |        |
| 4          | 2,22091                          |         | 0,970320       | 0,969844              | 0,929619                                       | 0,928490              | 2,22091 | 0,360385 | 5,33942 | 823,327 | -0,1789       |        |
| 5          | 2,2249                           |         | 0,972071       | 0,971623              | 0,935077                                       | 0,934035              | 2,2249  | 0,35357  | 5,22386 | 897,774 | -0,1508       | 0,3622 |
| 6          | 2,50241                          |         | 0,967014       | 0,966663              | 0,807782                                       | 0,805737              | 2,50241 | 0,616479 | 10,8207 | 394,778 | -0,1929       | 0,4342 |
| 7          | 1,71236                          | 1296,57 | 0,965378       | 0,964633              |  |                       |         |          |         |         | -0,8681       | 0,2697 |
| 8          | 1,78884                          | 1518,91 | 0,970296       | 0,969657              |  |                       |         |          |         |         | -0,3643       | 0,2412 |
| 9          | 1,73743                          | 1661,68 | 0,963844       | 0,963264              |  |                       |         |          |         |         | -1,0667       |        |
| 10         | 1,78676                          | 1437,44 | 0,968664       | 0,967991              |  |                       |         |          |         |         | -0,4790       |        |
| 11         | 1,67641                          | 1715,05 | 0,964933       | 0,964371              |  |                       |         |          |         |         | -0,6661       | 0,3830 |
| 12         | 2,2058                           |         | 0,971196       | 0,970734              | 0,938591                                       | 0,937606              | 2,20599 | 0,323284 | 4,7214  | 952,672 | -0,2016       | 0,3070 |
| 13         | 2,31261                          |         | 0,965792       | 0,965428              | 0,889237                                       | 0,888059              | 2,31261 | 0,459703 | 7,15394 | 754,658 | -0,7413       |        |
| 14         | 2,35915                          |         | 0,968052       | 0,967712              | 0,888056                                       | 0,886865              | 2,35915 | 0,482856 | 7,64034 | 745,699 | -0,4243       | 0,4937 |

- Estas estatísticas foram produzidas para as funções que apresentaram problema inicial de autocorrelação. Para correção foi empregado o método da Técnica Iterativa de Cochrane-Orcutt.