

A OFERTA DE BENS PERECÍVEIS: Determinação das curvas e estimativas para o mercado varejista Carioca

(Versão preliminar / Agosto 2001)

por **Hugo Pedro Boff**⁸

RESUMO

Neste artigo desenvolvemos um modelo de otimização que permite determinar curvas de oferta para produtos perecíveis. As informações disponíveis ao produtor(vendedor) sobre a demanda são sumarizadas por uma distribuição de probabilidade, a qual lhe permitirá determinar a oferta que maximiza seu ganho esperado. A função objetivo levará em conta, conjuntamente, as perdas decorrentes de um estoque excedente e parcelas do custo de oportunidade de um estoque insuficiente. Esta formalização inclui a função lucro (contábil) como um caso particular. Aplicações do modelo teórico são feitas para demandas absolutamente contínuas com distribuição admitindo inversa explícita, tais como a exponencial truncada, Pareto, Weibull e uniforme. Estimativas empíricas são obtidas para a oferta de tomates, chuchus e pimentões no mercado varejista Carioca (Julho/94 à Nov/00). Os resultados obtidos confirmam as hipóteses racionais do modelo teórico. As elasticidades-preço da oferta (no varejo) e da demanda (no atacado) são estimadas, assim que o valor da oferta "contratual", nos casos em que parte dos custos dos saldos de estoque são recuperados por vendas em liquidação. A análise gráfica das curvas de oferta e de densidade da demanda sugerem a presença de significativo poder de mercado na comercialização do pimentão. Duas extensões imediatas do modelo formal são desenvolvidas. A primeira delas incorpora a existência de poder de mercado no mercado varejista. A segunda introduz uma estrutura de jogo simultâneo no mercado oligopolista onde cada produtor escolhe a curva que maximiza seu lucro esperado condicional, dado que as ofertas dos concorrentes igualam suas demandas. No equilíbrio de Nash, curvas de oferta ótimas são obtidas. Comparações são feitas com as curvas ótimas obtidas em regime de autarquia.

Palavras-chave: Bem perecível, curva de oferta, demanda aleatória, função de densidade, índice de Lerner, elasticidade-preço, equilíbrio de Nash.

Classificação JEL: C10, C60, D81, D84.

** Professor no IE/UFRJ. e-mail: hugo@ie.ufrj.br . O autor agradece Vanessa Biral de Oliveira (graduanda IE/UFRJ), pela obtenção dos dados utilizados nas estimativas, Getulio Borges da Silveira (professor IE/UFRJ) por sugerir a truncagem da Weibull e Sergio R.C.Werlang(EPGE/ FGV). Os erros eventualmente existentes são do autor.*

I - INTRODUÇÃO

O mercado dos bens perecíveis possui a particularidade que as quantidades não vendidas em tempo hábil geram perdas para o ofertante, que vão de zero até 100% do custo de aquisição (produção). Se o ofertante faz face a uma demanda não contratual aleatória, o problema consistirá em determinar a oferta ótima que maximiza seu lucro esperado.

O modelo construído neste artigo focalizará um problema de decisão frente a possíveis desequilíbrios do mercado, considerando duas eventualidades: (i) a perda por excesso de oferta incorrida com a depreciação das quantidades não vendidas; (ii) o custo de oportunidade implícito na escolha de uma oferta que resulta insuficiente para atender à toda a demanda manifestada pelo produto.

Na teoria econômica, o problema da determinação das curvas de oferta fora do mercado perfeitamente competitivo não tem recebido uma atenção sistemática por parte dos economistas. No caso perfeitamente competitivo, como sabemos, a curva de oferta do produtor se confunde com a parte crescente da sua curva de custo marginal. Todavia, se a tecnologia utilizada exhibe retornos sempre crescentes, a curva torna-se decrescente no nível de preços, ao passo que no caso de retornos constantes à escala, a curva de oferta é indeterminada.

De um modo geral, no mercado *perfeitamente competitivo* o produtor (vendedor) deve tomar o preço de venda como uma variável exógena e independente das suas decisões. As curvas de oferta são obtidas através da maximização do lucro (ou minimização de custos), na maioria das vezes sob as hipóteses de que o mercado dos fatores é também competitivo e de que a tecnologia

de produção exibe retornos de escala não crescentes. A demanda ótima dos fatores de produção (aquela que iguala seu preço com o valor da produtividade marginal do fator) permite então expressar as quantidades produzidas como uma função decrescente do preço dos fatores e crescente com o preço do produto. Nestes casos, a curva de oferta fica bem determinada.

Elementos *estocásticos* também podem ser incorporados no processo de otimização, de modo a refletir as incertezas existentes, seja quanto ao preço ou à disponibilidade dos fatores de produção, seja com relação ao preço de venda do produto.

Em um contexto *imperfetamente competitivo*, as curvas de oferta que emergem do equilíbrio dependem em parte da variável estratégica escolhida (quantidades ou preços) e em parte do valor atribuído pelos ofertantes à variação conjectural dos competidores. Nos casos extremos em que eles não antecipam reações dos rivais (variações conjecturais nulas), as curvas de oferta de equilíbrio são constantes: verticais se a variável estratégica for as quantidades (*Cournot*: ofertas fixas); ou horizontais, se a variável estratégica for o preço (*Bertrand*: preços fixos).

Curvas de oferta intermediárias a estes dois casos (i.e., positivamente inclinadas no plano *quantidades* - *preços*) são obtidas em mercados imperfeitos modelados como um jogo no qual a estratégia de cada produtor consiste na escolha de uma curva de oferta $S^i(p)$ relacionando as quantidades que o produtor se propõe a ofertar em cada nível de preço p . Por exemplo, se dois produtores fazem face à demanda do mercado $D(p)$, as curvas de oferta ótimas $S_i^*(p)$, $i=1,2$ são obtidas em um equilíbrio de Nash no qual o produtor i escolhe o nível de preço que maximiza o lucro auferido ao longo da sua demanda residual $D^i(p) = D(p) - S_j(p)$, dada a tecnologia de que dispõe. Neste enfoque, a demanda D pode ser tomada como determinística (Grossman, 1981), ou como estocástica (Klemperer & Meyer, 1989).

O modelo aqui desenvolvido distingue-se, parcialmente, das abordagens usuais mencionadas acima. A razão principal da distinção reside na especificidade dos produtos perecíveis para os quais o *tempo* é um fator de depreciação que impõe uma regra endógena para a tomada de decisão, tanto na produção como na comercialização.

Diferentemente da análise focalizada no equilíbrio do mercado, a escolha das quantidades a serem ofertadas estará, em nosso caso, diretamente relacionada com o grau de informação do produtor sobre o comportamento da demanda pelo seu produto. Esta informação será aqui sumarizada, não por uma curva de demanda explícita, como é feito usualmente, mas por uma distribuição de probabilidade para a demanda indicando, no melhor dos casos, que apenas uma parcela da demanda dos consumidores é perfeitamente conhecida (distribuição truncada). As funções de densidade usadas dependerão do nível de preços, de maneira que o produtor escolherá uma distribuição no interior de uma família de distribuições, uma para cada p .

Por outro lado, as hipóteses implicitamente adotadas aproximam o presente enfoque daquele do modelo perfeitamente competitivo, na medida que o preço e a tecnologia usadas (custos) são dados aos produtores (vendedores). Entretanto, à diferença do caso competitivo, a oferta que maximiza o lucro do ofertante de um bem perecível não é (necessariamente) aquela que iguala o preço ao custo marginal. Isto somente acontecerá se a parcela aleatória da sua demanda for nula.

A curva obtida nesta abordagem decorre do esforço individual do produtor em ajustar sua oferta à uma demanda apenas parcialmente conhecida, vale dizer, conhecida probabilisticamente. Ainda que a noção de equilíbrio esteja implícita na maximização do ganho e que todos os produtores (vendedores) adotem a mesma regra de decisão, nada garante que o mercado esteja, à todo momento, equilibrado. Assim, o modelo apresentado aqui é um modelo de otimização parcial, fundado na noção de equilíbrio, embora não seja (necessariamente) um modelo de equilíbrio.

Surpreendentemente, não encontramos referência deste modelo na literatura econômica, mesmo na literatura especializada. A única menção encontrada refere-se à idéia de que uma gestão eficiente dos estoques deve considerar os custos dos desajustes nos níveis da oferta quando a demanda é aleatória, a qual aparece em D.R. Anderson, D.J. Sweeney & T.A. Williams (1983). Todavia, esta idéia é ali ilustrada através de um exemplo numérico, sem o desenvolvimento de um modelo formal. Estudos empíricos mais recentes sobre o funcionamento do mercado de bens perecíveis (publicados em revistas de economia agrícola) usam dados em

séries de tempo (ou em painel) para estimar curvas de demanda ou de oferta determinadas com um certo grau de exogeneidade. R.Fraser(1995) e Sexton&Zhang(1996) são duas referências, entre outras. Um rastreamento mais exaustivo da literatura é ainda necessário.

O restante do trabalho comporta as seguintes etapas. Na *seção II*, apresentamos as hipóteses do modelo e a equação geral que permitirá obter as curvas de oferta para cada nível de preço. Estas curvas são explicitadas para algumas distribuições conhecidas (*Exponencial truncada, Pareto, Weibull e Uniforme*), sob a hipótese de custos marginais constantes. As curvas levam em conta que uma proporção $> 10^{-1}$ das perdas incorridas por excesso de estoque poderão ser recuperadas subsequentemente, em mercados de liquidação.

Na *seção III*, efetuamos uma estimativa paramétrica das curvas obtidas para três leguminosas comercializadas no mercado varejista Carioca: tomates, chuchus e pimentões. A amostra inclui dados mensais de quantidades e preços coletados no período 1994/Julho-2000/Nov. O preço unitário de custo e as quantidades ofertadas foram obtidos junto ao CEASA-Rio. Os preços unitários pagos pelos consumidores foram obtidos no Serviço de Fiscalização da Secretaria de Governo da Prefeitura Municipal, que até há pouco realizava coletas de preço junto às feiras-livres da cidade do Rio de Janeiro. O modelo e as curvas teóricas possuem um caráter marcadamente micro, enquanto que a estimativa foi realizada com dados agregados. Apesar deste descompasso (ofertas individuais, por varejista, requereriam um plano experimental), as estimativas obtidas permitem averiguar até que ponto o conjunto dos varejistas que se abastecem no CEASA (durante o período da amostra) apresentam um comportamento compatível com a racionalidade econômica preconizada pelo modelo. Neste sentido, as respostas obtidas foram surpreendentemente positivas. Vistas como função (decrecente) do preço de custo, as funções de oferta são também as curvas da demanda agregada atendida pelos atacadistas do CEASA. Os resultados obtidos permitem assim realizar uma análise exploratória quantificada da sensibilidade da demanda no mercado atacadista e da oferta no mercado varejista, através do cálculo das elasticidades-preço de oferta e de demanda, para cada produto. Parametrizações adequadas das distribuições de probabilidade dos consumidores permitem também avaliar a importância relativa da demanda agregada "contratual" (não aleatória) no mercado atacadista. Embora a construção do modelo não tenha sido orientada para este propósito, a calibragem das curvas para diferentes graus de recuperação das perdas com saldos de estoques permitirá avaliar (ainda que aproximadamente) a compatibilidade do modelo de decisão com diferentes graus de desperdício incorrido na comercialização dos produtos.

Na *seção IV* são apresentadas algumas extensões possíveis do presente modelo. Uma primeira delas incorpora na função lucro uma regra endógena de reajuste de preço e fornece a equação que nos permite testar a existência teórica de poder de mercado no comércio varejista. Para algumas distribuições, esta equação relaciona preços e quantidades de maneira complexa. No experimento para o caso exponencial (mais simples), todavia, a equação de equilíbrio ($3c^0$ não apresentou um bom ajuste com os dados, para nenhum dos produtos analisados. Em uma segunda extensão apresentamos as curvas de oferta teóricas obtidas no equilíbrio de Nash de um jogo com dois ofertantes onde cada um determina a oferta que maximiza seu lucro esperado condicional, dada a oferta do outro. Uma generalização para n ofertantes também é efetuada. Distribuições de probabilidade condicionais são usadas nestes casos.

II- O Modelo

Introduziremos inicialmente algumas notações:

S : oferta do produto ($S \geq 0$);

p : preço unitário de venda do produto ($p \geq 0$);

X : demanda dos consumidores pelo produto. Trata-se de uma variável aleatória absolutamente contínua, com densidade de probabilidade f definida sobre o suporte $[\alpha, b]$ ou $[\alpha, \infty)$, ($\alpha \geq 0$, com média e variâncias finitas. A densidade depende de um vetor paramétrico l e do nível de preço p . Em $X = x$, ela será notada $f(x; l, a, p)$.

C : função custo não negativa, definida sobre o espaço das ofertas, com $C(0) = 0$ (ausência de custos fixos). Supomos que C seja pelo menos duas vezes

continuamente diferenciável.

Definimos o evento $A_s = \{X \leq S\}$ a função indicadora deste evento: $\mathbf{1}_{A_s} = 1$ se $W \in A_s$ e $\mathbf{1}_{A_s} = 0$ se $W \notin A_s$.

Função objetivo

Quando o evento A_s se realiza e o produtor (vendedor) consegue recuperar uma proporção $\alpha > 0$ do custo da oferta excedente, o lucro auferido com uma demanda X é: $pX - C(X - S)^+$. Se o evento $A_s^c = \{X > S\}$ se realiza, o custo de oportunidade de um estoque insuficiente é $p(X - S) - C(X - S)^+$. Se $R \neq 0$ representa a parcela do custo de oportunidade que o ofertante abate da sua receita virtual $pS - C(S)$, seu ganho econômico líquido será, neste caso: $pS - C(S) + R(pX - C(X - S)^+)$

A função objetivo do produtor é então:

$$L(X, S; p) = \int_0^S (pX - C(X - S)^+) f(x) dx + \int_S^\infty (p(X - S) - C(X - S)^+) f(x) dx + R \int_0^S (pX - C(X - S)^+) f(x) dx$$

Como $\mathbf{1}_{A_s} = \mathbf{1}_{\{X \leq S\}}$, após simplificações obtemos:

$$L(X, S; p) = \int_0^S (p - C'(x)) f(x) dx + pS - C(S) + R \int_0^S (p - C'(x)) f(x) dx$$

A inclusão do *custo de oportunidade* na função objetivo vem justificada da seguinte maneira:

1. O excesso da demanda sobre o estoque gera um lucro que não é apropriado pelo produtor (vendedor), mas por um dos seus concorrentes. A presença de concorrentes melhor provisionados impede que ele ajuste a demanda à sua oferta elevando seu preço. Deste modo, é difícil imaginar que ele não procure contabilizar de algum modo como perda os lucros não auferidos em razão de deficiências (sanáveis) no seu estoque;

2. Ofertas insuficientes podem gerar perdas contábeis efetivas, que o produtor desejará levar em conta ao escolher seu nível de oferta S (quando sua demanda X é ainda desconhecida). Com efeito, quando o evento $\{X > S\}$ se realiza, vendas menores que S podem ocorrer nas seguintes situações: **a)** Vendas tidas como certas não são efetuadas: "contratos" de fornecimento são cancelados, perda de clientes leais ocorrem porque, na falta da mercadoria, um único provisionamento junto a outros ofertantes implica em custos enterrados (*sunk costs*) para eles (busca, transporte, controle de qualidade, etc.); **b)** clientes ocasionais, que demandam lotes de mercadorias (demandas descontínuas) não poderão ser atendidos porque o estoque remanescente é inferior ao lote demandado. Por exemplo, o ofertante poderia lucrar 1 real com a venda de 1 unidade remanescente de um estoque de $S = 5$ unidades (cada uma lhe custa 1 real), a qual não poderá ser vendida porque o comprador somente adquire lotes de 3 unidades. Neste caso, o valor da função ganho proposta é: $1 - 5 + 3 = -1$. Na ausência de descontinuidades na demanda, a unidade seria vendida ($R = 0$) e o ganho (lucro contábil, *ex-ante*) seria de $R\$ 5$. Se o ofertante abate do lucro contábil o custo de oportunidade ($R = 1$), o ganho do ofertante será de apenas $R\$ 3$ (no exemplo, este é também o *lucro efetivo*, se existe perda total da unidade não vendida: $3 - 1 = 2$).

O exemplo anterior deixa claro que a presente especificação pode incluir tanto o lucro contábil quanto o lucro efetivo, dependendo do valor do parâmetro R . Quando $R = 0$, a função objetivo (L^0) do ofertante é a função *lucro* convencional.

O ganho esperado será então dado por:

$$E[L^0(S; p)] = \int_0^S (p - C'(x)) f(x) dx + pS - C(S) + R \int_0^S (p - C'(x)) f(x) dx$$

Curva de Oferta

Assumindo que a função objetivo seja côncava (o que ocorre se C for convexa) a condição

necessária e suficiente para a maximização do ganho esperado é dada pela condição de primeira ordem: $\frac{\partial S}{\partial S} = 0$. Usando-se a regra de Leibnitz e a condição $C^1 \geq 0$ na derivação de S^1 obtemos:

$$\frac{\partial S}{\partial S} = C^1 - \int_a^S f(x; I, p) dx = 0 \tag{13}$$

Para obtermos curvas de oferta explícitas particularizaremos a equação acima para o caso de custos marginais constantes: $C^1 = c > 0$. Neste caso, chegamos à seguinte simplificação:

$$\frac{\partial S}{\partial S} = c - \int_a^S f(x; I, p) dx = 0 \tag{13a}$$

Notemos S^1 para a integral à direita, onde F é a função de distribuição da demanda X . Trata-se da probabilidade do produtor, ao ofertar S , ter uma demanda insuficiente. F é monótona crescente, enquanto que o termo à esquerda de $13a$ é decrescente em c e crescente em R . Assim, a oferta ótima S será decrescente no custo marginal c e crescente em R . Além disso, se F admitir uma inversa explícita, teremos:

$$S^1(p; c, R) = F^{-1}\left(\frac{c}{R}\right) \tag{14}$$

Vista como função de R a curva S^1 é crescente, significando que a oferta do produtor que maximiza o lucro esperado S^1 é um limite inferior para as ofertas que maximizam a função ganho ampliada. A razão é simples: no lucro contábil (*ex-ante*), somente o excesso de oferta é penalizado, não a insuficiência. Isto induz a um comportamento mais prudente, fazendo que a oferta ótima seja menor do que o seria se também a insuficiência fosse penalizada ($R = 0$).

Fornecemos abaixo as curvas de oferta para quatro distribuições nas quais a função de repartição F admite uma inversa explícita.

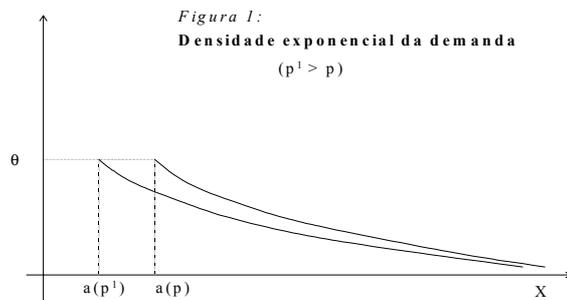
a) Distribuição exponencial da demanda

Consideramos a seguinte função de densidade:

$$f(x; C, a, p) = C \exp\left(-\frac{x}{a}\right); \quad x \geq 0$$

onde $C > 0$ é um parâmetro constante e $a > 0$ uma função contínua e decrescente de $p > 0$, a ser determinada de maneira a melhor ajustar (econométricamente) a oferta disponível aos preços observados. Os dois primeiros momentos de X são: $E[X] = a$ e $V[X] = a^2$.

Ao preço p , a probabilidade que a demanda seja menor que a é zero, de maneira que este montante representa uma "oferta contratual" do produtor (vendedor). Esta pode ser também constituída pela demanda livre de consumidores leais. Ao elevar-se o preço, é razoável supor que estas quantidades se reduzam. A figura abaixo ilustra a densidade da demanda para dois níveis de preços: p^1, p^2 .

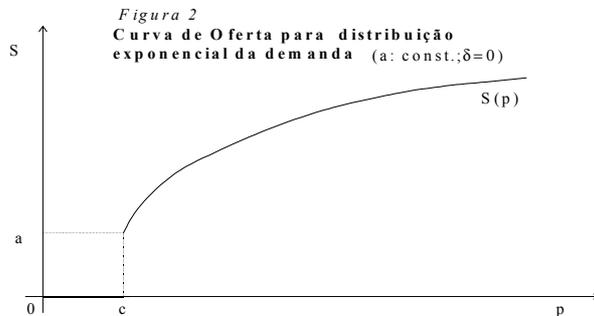


A função de repartição, no ponto S é:

$F(S; c, a^1 p^0) = \frac{1}{3} \exp\left[\frac{3}{2} \ln\left(\frac{S}{a^1 p^0}\right)\right]$ para $S \geq a^1 p^0$ e igual a 0 em caso contrário. Como F admite uma inversa explícita, o uso de 14^o leva à seguinte curva de oferta:

$$S^1 p; c, R, a^0 \cdot a^1 p^0 \tilde{z} \frac{1}{C} \ln^1 \frac{11 \tilde{z} R^1 p^3 c^0 \tilde{z} 11 3 >^o c}{11 3 >^o c} \quad 14a^o$$

A figura 2 abaixo ilustra esta curva no caso $a^1 p^0 = a$ (constante) e $c > 0$.



Como mostra a *figura 2*, a oferta é nula se o preço for menor que o custo marginal, e igual ao montante "contratual" ($S = a$) se $p = c$.

O termo $\eta_{sp} = \frac{\#S^1 p^0}{\#p} \frac{p}{S}$ corresponde à *elasticidade-preço da oferta* no varejo. Tomando-se a demanda contratual $a^1 p^0$ como constante, o valor de η_{sp} representa uma elasticidade de oferta de *curto prazo* (quando as quantidades "sob contrato" são fixas). Neste caso, η_{sp} coincide com a *elasticidade-preço da demanda* no atacado: $\eta_{sc} = \frac{\#S^1 c^0}{\#c} \frac{c}{S}$. Para a curva $14a^o$ obtemos:

$$\eta_{sp} = \frac{1}{C} \frac{11 \tilde{z} R^1 p^3 c^0 \tilde{z} 11 3 >^o c}{11 \tilde{z} R^1 p^3 c^0 \tilde{z} 11 3 >^o c} \cdot \eta_{sc} \quad 15a^o$$

b) Distribuição Pareto da demanda

A função de densidade de probabilidade da demanda é:

$$f(x; <, A^1 p^0) = \frac{<}{A^1 p^0} \frac{A^1 p^0}{x} \frac{1}{x^{<-1}} ; x \geq A^1 p^0; < > 1$$

onde $A^1 p^0$ uma função contínua e decrescente de p $A^f - 0^o$, a ser determinada como indicado no caso da exponencial. Os dois primeiros momentos de X são: $EX = \frac{<}{<-3} A^1 p^0$ e

$V^1 X^o = \frac{< A^2 1 p^0}{1 < 3 1^o 2 1 < 3 2^o}$. A densidade tem formato similar à da exponencial (*figura 1*) e por

isso não será representada. A função de repartição é: $F(S; <, A^1 p^0) = \frac{1}{3} \left(\frac{A^1 p^0}{S}\right)^{<-}$ para $S \geq A^1 p^0$ e igual a 0 em caso contrário. Usando-se a condição de primeira ordem 14^o obtemos a seguinte curva de oferta:

$$S^1 p; c, <, R, a^0 \cdot A^1 p^0 \cdot \frac{11 \tilde{z} R^1 p^3 c^0 \tilde{z} 11 3 >^o c}{11 3 >^o c} \frac{1}{<-} \quad 14b^o$$

Note que se $p = c$ e > 0 , o produtor atenderá apenas à sua clientela "contratual": $S = A^1 p^0$. Tomando-se o logaritmo natural de ambos os lados da equação obtemos uma curva de oferta em duplo-log, similar à forma semi-log do caso exponencial:

$$\ln S = \ln A^1 p^0 + \frac{1}{<-} \ln \frac{11 \tilde{z} R^1 p^3 c^0 \tilde{z} 11 3 >^o c}{11 3 >^o c} \quad 14b^{fo}$$

Esta é a forma reduzida da curva de oferta a ser estimada na próxima seção. Sua forma é semelhante àquela representada na *figura 2* para o caso exponencial, onde a ordenada S é substituída por $\ln S$.

Por derivação direta em $14b^{fo}$, a elasticidade-preço da oferta de curto prazo no varejo (que é igual à menos a elasticidade preço da demanda no atacado) é, neste caso:

$$\eta_{sp} = \frac{1}{\epsilon} \left[\frac{11 \tilde{R}^p}{11 \tilde{R}^p 3 c^o \tilde{1} 3 >^o c^{1/4}} \right] \cdot 3 \eta_{sc}^o \quad 15b^o$$

c) Distribuição Weibull da demanda

A função de densidade de probabilidade da demanda é:

$$f_x(x; \lambda, \beta, a^1 p^o) = \frac{\lambda}{\beta} \left(\frac{x}{\beta} \right)^{\lambda-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta} \right)^\lambda} \quad x \geq a^1 p^o$$

onde λ e $\beta / 0$ são parâmetros. Como pode ser facilmente percebido, para $\lambda = 1$, obtemos a densidade exponencial truncada. Esta função é unimodal se $\lambda \neq 1$, com moda $a^1 p^o + \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\lambda-1}{\lambda} \right)^{1/\lambda}$. A demanda esperada é: $EX = a^1 p^o + \frac{1}{\lambda} \Gamma\left(\frac{1}{\lambda}\right)$, onde $\Gamma\left(\frac{1}{\lambda}\right) = \int_0^\infty x^{\frac{1}{\lambda}-1} e^{-x} dx$ é a função gama. A figura 3 abaixo apresenta a densidade para $a^1 p^o = 0$, $\lambda = 1$, e dois valores do parâmetro $\beta = 2$ (curva baixa e assimétrica) e $\beta = 4$ (curva alta e simétrica).

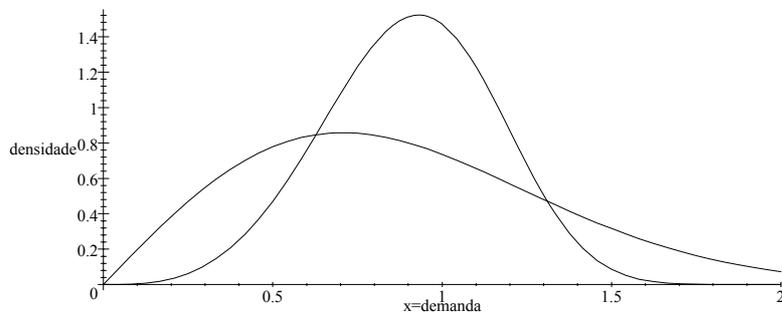


Fig. 3: Densidade Weibull da demanda

A função de repartição da demanda é $F_x(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta} \right)^\lambda}$, a qual é inversível, o que permite se obter, à partir da equação 14^o , a seguinte função de oferta:

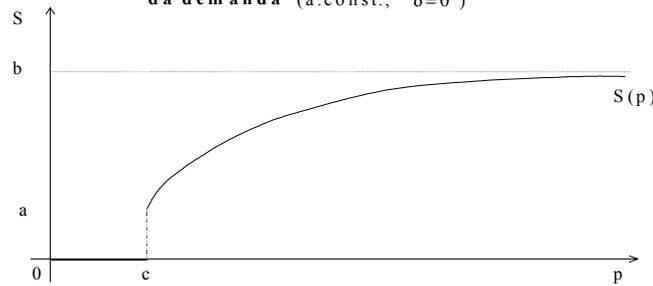
$$S^1(p; c, R, \lambda, \beta; a^1 p^o) = \frac{1}{\beta} \ln \left[\frac{11 \tilde{R}^p 3 c^o \tilde{1} 3 >^o c^{1/4}}{11 \tilde{R}^p 3 c^o \tilde{1} 3 >^o c^{1/4}} \right] \quad 14c^o$$

Note que se $p = c$, o produtor ofertará $a^1 p^o$. Se a demanda contratual é nula ($a = 0$), tomando o logaritmo natural de ambos os lados da equação obtemos uma forma reduzida em triplo-log, similar à forma em duplo-log $14b^{fo}$ do caso Paretiano:

$$\ln S = 3 \ln \left(\frac{1}{\beta} \right) + \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{11 \tilde{R}^p 3 c^o \tilde{1} 3 >^o c^{1/4}}{11 \tilde{R}^p 3 c^o \tilde{1} 3 >^o c^{1/4}} \right] \quad 14c^{fo}$$

A curva de oferta $S^1 p^o$ é crescente e côncava, análoga à curva exponencial. Para $a = 0$, a curva parte do ponto $(c, 0)$.

Figura 6:
Curva de Oferta para distribuição uniforme da demanda (a:const.; $\delta=0$)



Aqui também, o produtor ofertará as quantidades mínimas $S = a$ quando o preço for igual ao custo marginal. Por outro lado, se $\lim_{p \rightarrow \infty} a + p^{\delta} c$ é finito, a oferta ótima convergirá assintoticamente para o limite superior da demanda b , à medida que o preço aumentar.

A derivação de $14d^o$ com relação à $p - 1c^o$ permite obter a seguinte elasticidade-preço da oferta (demanda) de curto prazo no varejo (atacado):

$$\eta_{sp} = \frac{1}{S} \cdot \frac{dS}{dp} = \frac{1}{a + p^{\delta} c} \cdot \delta p^{\delta-1} c = \frac{\delta c p^{\delta-1}}{a + p^{\delta} c} \quad 15d^o$$

Na próxima seção, efetuaremos a estimativa paramétrica das curvas $14a^o$, $14b^{fo}$, $14c^{fo}$ e $14d^o$ para o mercado de três leguminosas comercializadas no mercado Carioca (tomates, chuchus e pimentões) no período Julho/94- Novembro/2000.

III-Estimativas empíricas

Primeiramente, comentaremos brevemente a base de dados e as formas estimáveis.

3.1 Base de dados e formas reduzidas

As quantidades mensalmente demandadas e os preços unitários praticados no mercado atacadista foram fornecidos pelo departamento de estatísticas do CEASA-Rio. Os preços ao consumidor praticados nas feiras-livres da cidade foram obtidos junto à administração da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. As séries de preços ao consumidor e no atacado foram deflacionadas usando-se a variação mensal do INPC e do IPA/DI-FGV, respectivamente. Como mencionado acima, apenas dispomos das quantidades agregadas, vendidas no CEASA. Não tivemos acesso às ofertas de varejistas individuais neste período, como seria desejável em vista dos fundamentos microeconômicos do modelo. Apesar disso, os dados agregados permitirão testar a racionalidade econômica do conjunto dos varejistas que adquirem estes legumes naquele mercado e conhecer melhor a demanda (no atacado) e a oferta (no varejo) destes produtos.

As estimativas realizadas consideram como homogêneo cada um dos produtos focalizados quando, na realidade, existem variedades de tomates, de pimentões (verdes, amarelos, vermelhos, etc.) ou chuchus. Poderia ser interessante a desagregação, uma vez que alguns destes mercados apresentam características próprias, as quais refletem os diferenciais de qualidade existentes entre as variedades. Esta tarefa demandaria um enfoque multivariado, em razão dos efeitos substituição da demanda que se exercem entre os diversos tipos.

As formas reduzidas $14a^o$, $14b^{fo}$, $14c^o$ e $14d^o$ pressupõem custos marginais constantes: $C^f = c$. Esta hipótese é pouco realista a nível microeconômico, dada a prática dos atacadistas discriminarem preços, oferecendo usualmente descontos maiores para quantidades demandadas maiores. Este procedimento torna os custos marginais decrescentes e a função custo côncava. A adoção da hipótese de preços (no atacado) não lineares dificultaria, todavia, a análise. Em primeiro lugar, porque é mais difícil se obter, à partir da equação 13^o , curvas de oferta explícitas (mesmo usando-se distribuições com inversa explícita). Em segundo lugar, porque a concavidade dos preços de custo pode destruir a concavidade do ganho esperado (uma propriedade imprescindível, dada a hipótese de maximização). Como atenuante, considere-se que o uso de preços médios e quantidades agregadas reduzirá, sem dúvida, o viés quantitativo da hipótese

linear adotada.

3.2 Situação e lucratividade do segmento varejista

No período considerado pela amostra, as quantidades médias demandadas mensalmente no mercado do CEASA são dadas na *Tabela 1* abaixo, assim que o valor adicionado mensal médio gerado pelo segmento varejista, para cada uma das leguminosas.

Tabela 1: Demanda e valor adicionado médio mensais (Jul.94-Nov.00)

| Produto | Demanda (toneladas) | Valor Adicionado (Reais defl.) |
|-----------------|---------------------|--------------------------------|
| <i>Tomates</i> | 9081.94 (64.5%) | 6863982.0 (62.4%) |
| <i>Chuchu</i> | 3181.84 (22.7%) | 1674305.0 (15.2%) |
| <i>Pimentão</i> | 1806.07 (12.8%) | 2465120.0 (22.4%) |

O valor adicionado $VA_t = p_t \sum c_i^o q_t$ corresponde à diferença entre a receita no varejo e o custo no atacado. Se a demanda igualar a oferta no mercado varejista, este valor corresponde ao lucro bruto da intermediação (excluídos os custos de estocagem, transporte e comercialização). Como se depreende da tabela acima, os mercados mais importantes da amostra, deste ponto de vista, são os do tomate e do pimentão, que correspondem, respectivamente, à 62.4% e 22.4% do valor adicionado total. Frisemos que os valores adicionados correspondem aqui a um excedente econômico, mas não a um lucro contábil. A razão disto está em que, como mencionamos anteriormente, uma parcela significativa da demanda no atacado por estes legumes é do tipo "contratual" (encomendas de supermercados, hotéis, hospitais, quartéis, restaurantes, etc.). Ainda que o preço pago no atacado, seja mais baixo que o preço médio, o preço imputado no consumo pode ser tanto maior como menor que o preço de varejo.

Em vista da base de dados disponível (a qual não será reproduzida aqui por razões de espaço), a demanda no atacado por estas leguminosas não apresentou tendência de crescimento estatisticamente significativa no período considerado, exceto para o pimentão, cuja demanda teve crescimento modesto, porém sustentado: 0.29% na média, o que corresponde à pouco mais de 5.23 toneladas mensais.

Do ponto de vista do valor adicionado e da rentabilidade, o crescimento havido, ainda que modesto, foi estatisticamente significativo, para os três produtos, como mostra a *Tabela 2* abaixo. Esta apresenta também a margem preço-custo de *Lerner*: $F = p \sum c^o/p$, que é um indicador da rentabilidade unitária do produto.

Tabela 2: Variação mensal da rentabilidade e índices de Lerner (Jul.94-Nov.00)

| Produto | VA-Variação mensal | Índice Lerner(F^o) | Desvio-padrão(Q_F) |
|-----------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Tomate</i> | 0.72% | 0.725 | 0.104 |
| <i>Chuchu</i> | 1.24% | 0.617 | 0.167 |
| <i>Pimentão</i> | 0.59% | 0.716 | 0.081 |

Como se depreende dos valores de F na tabela acima, os índices mensais médios de rentabilidade (bruta) no segmento varejista são bastante elevados, para os três legumes (p.ex., 72.5% do preço unitário do tomate). Valores elevados indicam que, no mercado "não contratual", a cadeia da intermediação é mais longa, implicando a existência de *mercados secundários* (entre o atacadista e o consumidor). O pimentão é o que apresenta rentabilidade menos volátil, e o mais favorável quociente *retorno/variância*: $F/Q_F = 8.84$, contra 6.97 para o tomate e 3.7 para o chuchu.

3.3 Estimativas econométricas

Apresentamos estimativas das curvas de oferta ${}^14a^o$, ${}^14b^o$, ${}^14c^o$ e ${}^14d^o$ obtidas

maximizando-se o ganho esperado com R . 1. Dada a natureza agregada dos dados e a elevada competição existente nestes mercados, esta hipótese nos pareceu mais verossímil e adequada para um ajuste fino das curvas de oferta, do que hipótese da maximização do lucro contábil (R . 0°. Além de tudo, não estamos interessados em estimar o lucro real de um produtor individual, mas apenas ajustar curvas agregadas de oferta (para cada produto). As estimativas obtidas na hipótese da maximização do lucro apresentam diferenças menores com relação à estas, e não serão apresentadas por razões de espaço. Todavia, para mostrar a consistência de um resultado interessante obtido no mercado do pimentão, reproduziremos à frente os resultados obtidos com a oferta que maximiza o lucro esperado, neste mercado.

Para o tomate e o pimentão, os parâmetros foram estimados por Mínimos Quadrados (LS). Para o chuchu, todos os modelos de demanda geraram resíduos correlacionados, de modo que foi necessário o uso de um procedimento em duas etapas para se eliminar a autocorrelação e obter estimadores consistentes e mais eficientes para os parâmetros das curvas. O mesmo também ocorreu no ajuste das distribuições uniforme e Weibull para o tomate.

Como veremos, os mercados que apresentaram melhor ajustamento com o modelo teórico foram o do *pimentão* e do *tomate*, com R^2 e estatísticas t 3 *Student* elevados. As distribuições da demanda que melhor se ajustaram com os dados observados foram a distribuição *Pareto* para o tomate e o chuchu, e as distribuições *Weibull* (não truncada) e *Pareto* para o pimentão.

Calibramos a margem de recuperação dos custos em três valores: $> . 0\%$, 50% e 90% . Os resultados são apresentados a seguir, para cada produto individualmente.

A. Tomate.

Para o tomate, as distribuições da demanda que melhor ajustaram os dados observados com o modelo foram a Pareto e a exponencial. As curvas obtidas usando-se as distribuições Weibull e uniforme também apresentaram valores compatíveis, mas o ajuste numérico foi menos preciso. Como mencionamos anteriormente, nas duas últimas distribuições, estimativas consistentes dos parâmetros somente puderam ser obtidas em um segundo estágio, após correção de autocorrelação.

Na *tabela 3*, reportamos os resultados da estimativa LS para a curva de oferta $^{14}b^\circ$, sob a hipótese *Pareto*, à qual foi acrescentada uma variável dummy (com coeficiente B), com o intuito de capturar a componente sazonal (baixo consumo de tomates nos meses de Janeiro e Fevereiro). As estimativas foram realizadas para três coeficientes de recuperação de custos sobre o saldo dos estoques: $> . 0, 0.5, 0.9$.

O melhor ajuste para a demanda mínima A foi: $A^1 p^\circ . A_1 \tilde{Z} A_2 / \sqrt{p}$, onde A_1 e A_2 são constantes a serem estimadas. O valor $\bar{A}^1 p^\circ$ corresponde à média das demandas mínimas estimadas mensalmente à partir do modelo. O valor percentual figurando abaixo do coeficiente corresponde à parcela da demanda "contratual" estimada, sobre a média totalizada mensalmente, a qual foi de 9082 toneladas (cf. *Tabela 1*). O valor entre parênteses abaixo dos outros coeficientes é a estatística t 3 *Student*. A tabela apresenta também o valor médio da elasticidade-preço da oferta $?$, calculada pela expressão $^{15}b^\circ$.

Tabela 3: Oferta de tomate para demanda Pareto:

Estimativas paramétricas (Julho 94/Nov.2000)

| | A_1 | A_2 | $\bar{A}^1 p^\circ$ | $1/ <$ | B | $?$ | R^2 |
|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-------|-------|
| $> . 0$ | 8.43276 (86.3) | 10.955 (5.185) | 6565.22 (72.3%) | .1773 (6.52) | 3.1155 (3.96) | 0.206 | 0.477 |
| $> . 0.5$ | 8.3728 (79.2) | 10.905 (5.13) | 6173.46 (68.0%) | .1589 (6.44) | 3.1165 (3.98) | 0.202 | 0.473 |
| $> . 0.9$ | 8.1976 (63.1) | 10.842 (5.08) | 5170.28 (56.9%) | .1426 (6.52) | 3.1175 (3.96) | 0.198 | 0.466 |

Alguns fatos marcantes podem ser observados à partir destes resultados:

1. A boa qualidade estatística do ajustamento. Em primeiro lugar, os estimadores de $A_1, A_2, 1/\alpha$ e B apresentam estatísticas t elevadas. Em segundo lugar, o valor de R^2 indica que quase 48% das variações na oferta de tomates pode ser explicada pelas variações do preço de venda ao consumidor. Este valor é bastante significativo, dado que efeitos de renda e de tamanho do mercado não estão sendo considerados do lado da demanda. No conjunto, os resultados indicam que a oferta do produto no varejo atende as hipóteses racionais do modelo;

2. Considerando-se os vários níveis de recuperação das perdas por depreciação dos estoques, constata-se uma redução progressiva da demanda "contratual" média, à medida que parcelas mais importantes do valor dos estoques são recuperadas com vendas abaixo do preço de custo. Com efeito, a participação de $\bar{A}^1 p^\alpha$ na oferta mensal média passa de 72.3% com $\alpha = 0$, para pouco menos de 57% na situação em que 90% das perdas são recuperadas ($\alpha = 0.9$). O aumento da componente aleatória da demanda era esperado: os consumidores tem menor incentivo em firmar "contratos de fornecimento" com os ofertantes (ainda que informais) ante a possibilidade de poderem adquirir o produto em liquidação, caso a oferta se torne excedentária;

O gráfico seguinte mostra as curvas de oferta $S^1 p^\alpha$ estimadas para os três níveis de liquidação dos estoques. Como esperado, para um dado preço de mercado p , a oferta $S^1 p^\alpha$ cresce em α , isto é, quando proporções maiores das perdas podem ser recuperadas com a venda dos estoques a preços abaixo do custo.

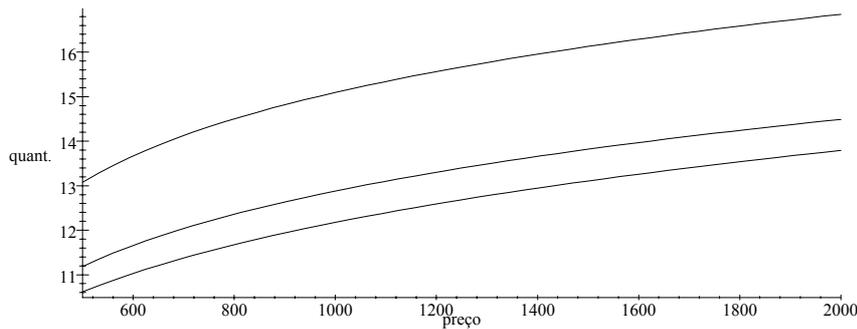
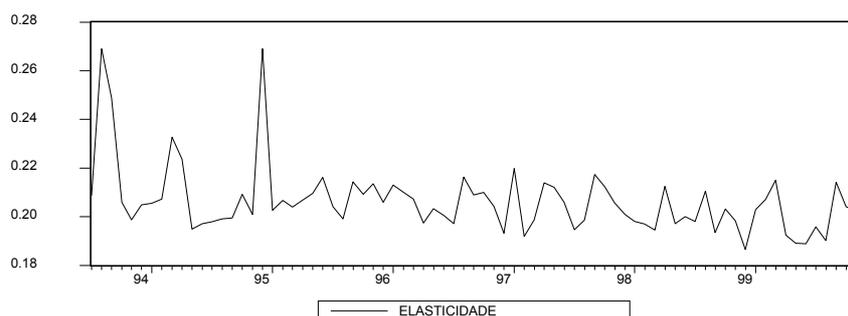


Fig.7: Oferta de tomate $S^1 p^\alpha$ para demanda Pareto, com $\alpha = 0$ (curva inferior), $\alpha = 0.5$ e $\alpha = 0.9$ (curva superior).

As curvas de densidade da demanda deslocam-se para baixo (não exibidas aqui por razões de espaço), indicando que a existência eventual de mercados de liquidação implicaria em ajustes tanto do lado da oferta como do lado da demanda;

3. A elasticidade preço (média) da oferta, para o período da amostra, calculada de acordo com $15b^\alpha$, apresenta um valor relativamente baixo, situando-se em $\eta_{sp} = 0.206$ (para $\alpha = 0$). Assim por exemplo, um aumento de 10% no preço de venda ao consumidor induziria um aumento de 2.06% na oferta mensal média, durante o período. O gráfico abaixo mostra como a estimativa da elasticidade-preço da oferta declinou, tendencialmente, ao longo do tempo.

Fig 8: Evolução da elasticidade-preço da oferta de tomate(curto prazo)

B. Chuchu

Para o chuchu, a distribuição da demanda que melhor ajustou os dados observados com o modelo de decisão foi também a Pareto. As curvas obtidas usando-se a distribuição de Weibull (não truncada) também apresentaram valores compatíveis com o modelo teórico, mas o coeficiente de determinação situou-se abaixo do $R^2 = .25$ obtido. Já as hipóteses exponencial e uniforme não se mostraram adequadas, assim que a estimativa não linear da Weibull truncada (eq. 4c). Ainda que o ajuste estatístico tenha sido melhor nos dois primeiros casos (R^2 por volta de .49), as curvas de oferta mostraram-se ligeiramente decrescentes para preços acima do nível médio, o que é inconsistente com as hipóteses racionais do modelo. Em todos os modelos, retivemos as estimativas obtidas em um segundo estágio, após correção de autocorrelação.

Na *tabela 4*, reportamos os resultados da estimativa 2LS para a curva de oferta ${}^{14}b^o$, sob a hipótese Pareto, à qual foi acrescentada uma variável dummy (com coeficiente B), visando estimar a componente sazonal (consumo mais elevado nos meses de Março, Abril, Agosto e Setembro). Consideramos os três coeficientes de recuperação de custos sobre o saldo dos estoques: $> .0, 0.5, 0.9$, como anteriormente.

O melhor ajuste para a demanda mínima de chuchu foi: $A_1 p^o \cdot A_1/p \bar{Z} A_2/\sqrt{p}$, onde A_1 e A_2 são parâmetros a serem estimados. O valor percentual figurando abaixo do coeficiente $\bar{A}^1 p^o$ corresponde à parcela da demanda "contratual", sobre a média totalizada mensalmente, a qual foi de 3181.84 toneladas (cf. *Tabela 1*). O valor entre parênteses abaixo dos outros coeficientes é a estatística t 3 Student. A tabela mostra também o valor médio da elasticidade-preço da oferta $\bar{?}$, calculada pela expressão ${}^{15}b^o$.

Tabela 4: Oferta de chuchu para demanda Pareto:
Estimativas paramétricas (Julho 94/Nov.2000)

| | A_1 | A_2 | $\bar{A}^1 p^o$ | $1/<$ | B | $\bar{?}$ | R^2 |
|----------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------|-------|
| $> .0$ | 3 6078.4 (42.3) | 438.4 (72.4) | 2442.07 (76.7%) | .1398 (3.61) | .13325 (3.42) | 0.174 | 0.250 |
| $> .0.5$ | 3 6048.8 (40.8) | 436.3 (67.5) | 2352.9 (73.9%) | .1200 (3.56) | .1345 (3.45) | 0.174 | 0.244 |
| $> .0.9$ | 3 5949.2 (36.7) | 429.3 (54.76) | 2084.9 (65.5%) | .1040 (3.61) | .1358 (3.50) | 0.178 | 0.244 |

Os resultados acima ensejam os seguintes comentários:

1. A qualidade estatística do ajustamento é razoavelmente boa, os estimadores de $A_1, A_2, 1/<$ e B são altamente significativos. O valor de R^2 indica entretanto que apenas 25% das

variações na oferta de chuchu podem ser explicadas pelas variações do preço de venda ao consumidor.

2. Considerando-se os vários níveis de recuperação das perdas por depreciação dos estoques, constata-se uma progressiva redução da demanda "contratual" média, à medida que parcelas mais importantes do valor dos estoques passam a ser cobertas através da revenda em liquidação. Com efeito, a participação de \bar{A}^1p^o na oferta mensal média passa de 76.7% com $\gamma > .0$, para 65.5% na situação em que 90% das perdas são recuperadas ($\gamma > .09$). Assim como no caso do tomate, o aumento da componente aleatória da demanda de chuchu explica-se pelo menor incentivo dos consumidores em passar "contratos de fornecimento" com os ofertantes na existência de mercados de liquidação.

O gráfico seguinte mostra as curvas de oferta ${}^{14}b^o$ estimadas para o chuchu nas três condições de liquidação dos estoques aqui consideradas.

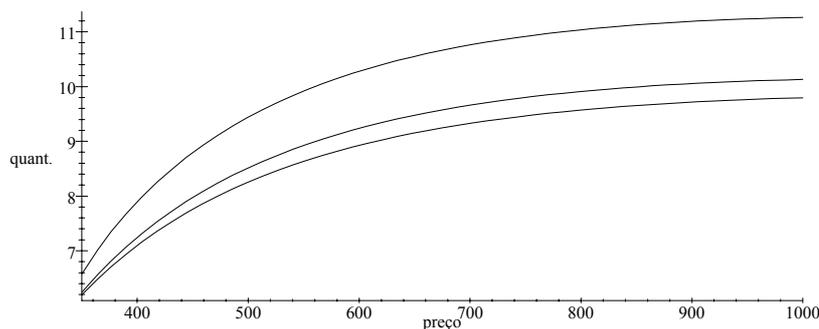


Fig.9: Oferta de chuchu S^1p^o para demanda Pareto, com $\gamma > .0$ (curva inferior), $\gamma > .05$ e $\gamma > .09$ (curva superior).

3. A elasticidade preço (média) da oferta, para o período da amostra, calculada por ${}^{15}b^o$, apresenta um valor relativamente baixo, situando-se em $\eta_{sp} = .174$ (para $\gamma > .0$, valor menor que aquele obtido para o tomate. Assim por exemplo, um aumento de 10% no preço de venda ao consumidor induziria um aumento de 1.74% na oferta mensal média, durante o período. (O gráfico não será apresentado para economia de espaço).

C. Pimentão.

Para o pimentão, os modelos com demanda do tipo exponencial, Pareto e Weibull (não truncada) adequaram-se particularmente bem aos dados, apresentando valores remarcavelmente próximos para a variância dos erros, o R^2 e as elasticidades. Em todos os modelos, não foi necessário qualquer correção de autocorrelação dos resíduos LS obtidos.

A despeito da equivalência empírica dos diferentes modelos de demanda, optamos por apresentar, na Tabela 5, os resultados para a curva de oferta ${}^{14}c^{fo}$, sob a hipótese *Weibull*, que se afiguram ligeiramente superiores. Estimativas NLS da equação ${}^{14}c^o$ mostraram que a demanda mínima a^1p^o não é estatisticamente significativa, de maneira que tomamos $a^1p^o = 0$ e estimamos ${}^{14}c^{fo}$. O fato dos dados ajustarem-se particularmente bem à esta situação pode indicar que, à diferença dos outros dois produtos analisados, a demanda "contratual" existente pelo pimentão seja menos relevante para a determinação da oferta do produto no mercado varejista. Como para os outros produtos, à equação foi acrescentada uma variável dummy (com coeficiente B), visando estimar a componente sazonal (baixo consumo no trimestre Junho-Julho-Agosto). As estimativas foram realizadas para os três coeficientes de recuperação de custos sobre o saldo dos estoques: $\gamma > .0, 0.5, 0.9$.

O valor entre parênteses, abaixo dos coeficientes, é a estatística *t 3 Student*. A tabela mostra também o valor médio da elasticidade-preço da oferta η , calculada pela expressão ${}^{15}c^o$.

**Tabela 5: Oferta de pimentão para demanda Weibull:
Estimativas paramétricas (Julho 94/Nov.2000)**

| | $Ln^{1/1} / \circ$ | $1/;$ | B | $?$ | R^2 |
|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|
| $> . 0$ | 7.27 (206.6) | 0.4028 (6.984) | 3 0.0677 (2.76) | 0.267 | 0.407 |
| $> . 0.5$ | 7.07 (113.4) | 0.4932 (6.980) | 3 0.0677 (2.76) | 0.267 | 0.407 |
| $> . 0.9$ | 6.47 (43.9) | 0.7524 (6.982) | 3 0.0680 (2.77) | 0.267 | 0.407 |

Os resultados acima ensejam os seguintes comentários:

1. A qualidade estatística do ajustamento é boa, com os parâmetros $Ln^{1/1} / \circ$ e $1/;$ estimados com elevada precisão. O valor de R^2 indica que 41% das variações na oferta de pimentões pode ser unicamente explicada pelas variações do preço de venda do produto ao consumidor;

2. Os resultados obtidos apresentam remarcável estabilidade, entre os vários níveis considerados para a recuperação das perdas por depreciação dos saldos de estoque. A oferta é quase insensível à existência (ou não) de um mercado de liquidação para o pimentão. Como mostra o gráfico abaixo, as curvas ${}^14c^o$ estimadas para $> . 0, 0.5, 0.9$ praticamente coincidem, nos três níveis de recuperação dos custos. A existência de mercados de liquidação induz a ajustes unicamente do lado da demanda, os quais permitem que o lucro esperado pelos ofertantes permaneça praticamente inalterado. Do lado da oferta, esta regularidade pode estar ligada à existência de poder de mercado na comercialização do produto (monopólio ou conluio). A um dado preço p , o controle sobre a oferta primária no segmento varejista garantiria a realização da mesma oferta ótima, em qualquer situação. Em outras palavras, os ofertantes conseguiriam eliminar todo o risco decorrente de ofertas excessivas ou insuficientes, forçando ajustes da demanda através do controle sobre o preço de venda.

O gráfico abaixo mostra como as ofertas estimadas para o pimentão praticamente coincidem, nos diferentes casos de existência de mercados de liquidação.

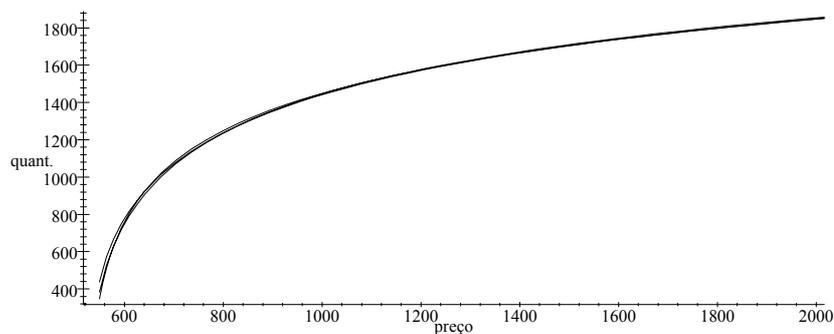


Fig. 10: Oferta de pimentão para demanda Weibull: $R. 1$, com $> . 0$, $> . 0.5$ e $> . 0.9$

O gráfico seguinte mostra como as densidades de probabilidade da demanda se ajustam à existência eventual de mercados de liquidação no segmento varejista do pimentão ($> . 0$, curva à direita simétrica; $> . 0.5$, curva central; $> . 0.9$, curva assimétrica à esquerda).

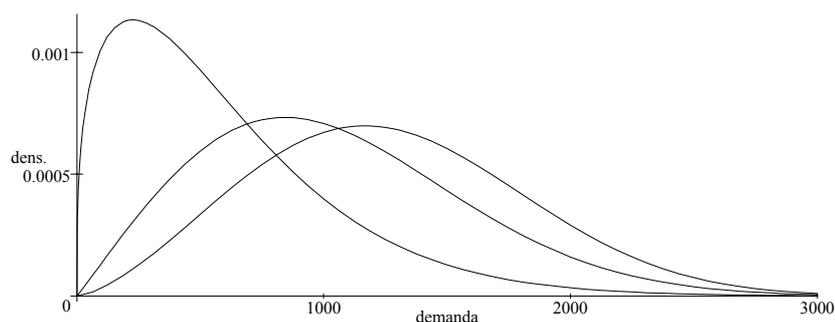
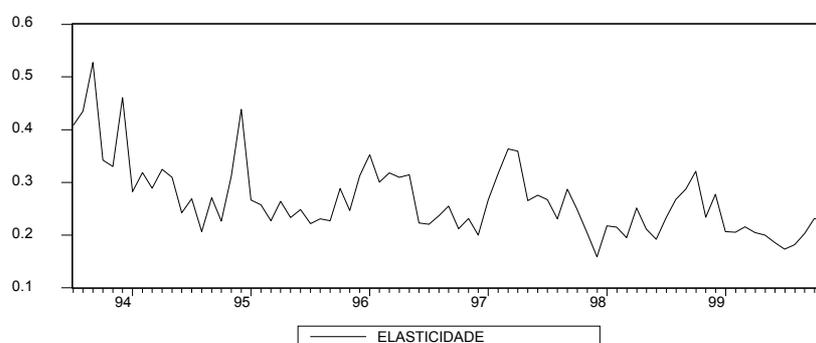


Fig. 11: Densidades Weibull da demanda de pimentão

Os ajustes unicamente do lado da demanda acontecem também sob as hipóteses Pareto e exponencial (gráficos não reproduzidos por falta de espaço), o que vem dar consistência à hipótese de existência de poder de mercado na comercialização do pimentão. Entretanto, tal hipótese ainda precisa ser confirmada pela observação direta do funcionamento deste mercado, uma vez que baseia-se unicamente na análise gráfica das curvas ajustadas. Na seção 4.1 incorporamos uma regra endógena de ajustes de preço que permitirá a realização de um teste paramétrico para esta hipótese.

3. A elasticidade preço (média) da oferta, para o período da amostra, calculada usando-se $15c^o$, apresenta um valor relativamente elevado, quando confrontado com aquela obtida para os outros produtos: $\eta_{sp} = .267$, valor este superior àquele obtido para o tomate. Assim por exemplo, um aumento de 10% no preço de venda ao consumidor induzirá um aumento de 2.67% na oferta mensal média, durante o período. O gráfico abaixo mostra como a oferta de pimentões gradualmente se torna menos sensível às variações no preço de venda do produto, ao longo do período da amostra.

Fig. 12: Evolução da elasticidade-preço da oferta de pimentão



Maximização do lucro esperado

Cabe agora verificar se o poder de mercado detectado na comercialização do pimentão é consistente com a maximização do lucro. Para isso, tomamos $R = 0$ nas equações do modelo. Assim como no caso $R = 1$, o melhor ajuste (não viesado e consistente) para a oferta de pimentão foi obtido com a distribuição Weibull não truncada, com $a^1 p^o = 0$. O quadro abaixo reproduz os valores dos parâmetros (estimados por LS) da equação $14c^{fo}$, para $\alpha > 0$ e $\beta > 0.5$ (para $\beta > 0.9$ é incompatível):

| | $Ln^{1/1} / \alpha^o$ | $1/\beta$ | B | η | R^2 |
|--------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------|-------|
| $\alpha > 0$ | 7.43 (468.9) | 0.3302 (6.99) | 3 0.0679 (2.76) | 0.29 | 0.407 |

| | | | | | |
|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|------|-------|
| $\gamma = 0.5$ | 7.27 (206.6) | 0.4028 (6.984) | 3 0.0677 (2.76) | 0.31 | 0.407 |
|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|------|-------|

Salta aos olhos a grande proximidade destes valores com aqueles apresentados nas duas primeiras linhas da *tabela 5*, para o caso $R = 1$. Note-se apenas o ligeiro aumento na elasticidade-preço da oferta: como ofertantes que maximizam lucro adotam comportamento mais prudente que os outros (que ponderam as perdas decorrentes de ofertas insuficientes), é natural que sejam mais sensíveis às variações no preço de venda.

As curvas de oferta para $\gamma = 0$ e $\gamma = 0.5$, mostradas à seguir, se intersectam em ângulo quase nulo (curva superior, após a interseção: $\gamma = 0.5$), o que torna a hipótese da existência de poder de mercado consistente também com a maximização do lucro.

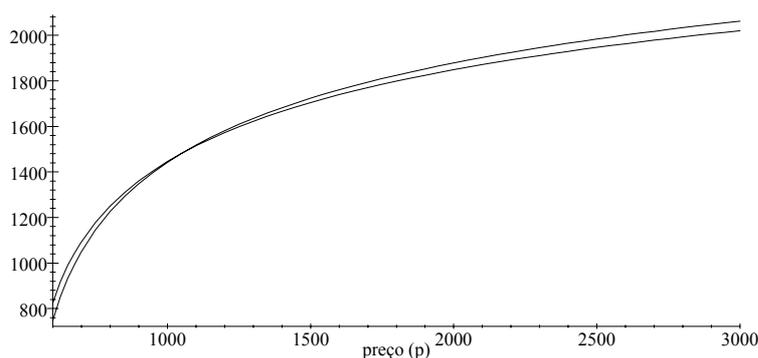


Fig.13: Oferta de pimentão para demanda Weibull ($R = 0$)

Apesar da hipótese da maximização do lucro individual, os ajustes se fazem principalmente do lado da demanda, como mostra o gráfico seguinte:

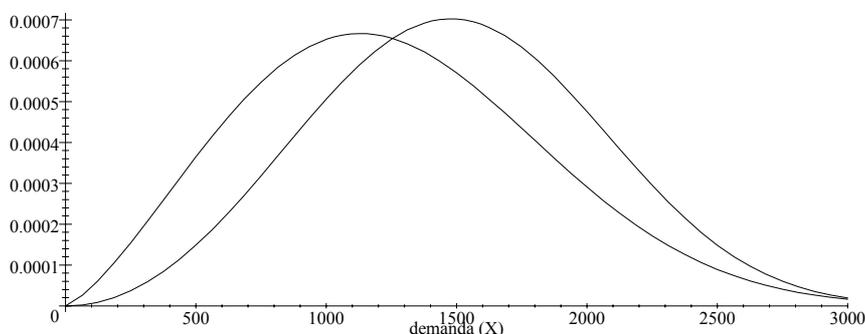


Fig.14: Demanda Weibull para o pimentão: $R = 0$; $\gamma = 0$, $\gamma = 0.5$ (curva à esquerda).

3.4 Comentários gerais

a) Resultados mais precisos para os parâmetros da demanda e para as elasticidades poderiam talvez ser obtidos se a periodicidade (mensal) dos dados disponíveis fosse igual ao tempo máximo da comercialização no varejo, de uma unidade de cada produto (algumas semanas para o pimentão e o chuchu, e um tempo menor para o tomate). Entretanto, o processo decisório no modelo é instantâneo, e não depende do nível dos preços. Assim, mesmo que a periodicidade mensal dos dados agregue de fato, mais de uma oferta do mesmo agente, as estimativas podem não ficar prejudicadas porque as decisões (e as curvas de oferta resultantes) não dependem do tempo de comercialização do produto. De fato, dois pontos sobre a curva de oferta $^1p_t, S_t^o$ e $^1p_u, S_u^o$ podem representar a relação do preço com a oferta em dois períodos $^1t, u^o$, em dois mercados, ou para dois ofertantes (quando se deseja conhecer o "ofertante representativo").

b) Em análise sobre a formação de preços dos hortigranjeiros em Maringá(PR), Assumpção et alii(1990) enfatizam a importância do segmento atacadista na formação do preço. Segundo os autores, este segmento tem estrutura oligopolizada na qual o preço é a principal variável estratégica de competição entre os atacadistas. Já o segmento varejista apresenta-se mais pulverizado e competitivo. Os autores não constatarem integração aparente entre varejistas e atacadistas, mas se surpreendem com indicações do mercado de que varejistas também competem entre si via preços.

Dada a natureza perecível dos produtos, a racionalidade dos agentes faz com que a oferta do segmento atacadista para o segmento varejista tende a igualar-se à oferta deste último. Por outro lado, a proximidade dos agentes, a relativa transparência dos preços e a elevada recorrência das operações aumentam a eficiência dos mercados. Conjuntamente, estes fatores contribuem para que características e condutas do segmento atacadista sejam rapidamente transmitidas ao segmento varejista.

c) As estimativas obtidas para as elasticidades-preço da demanda no atacado, neste trabalho, estão no nível daquelas obtidas no varejo para os USA. You et alii(1997), estimam à partir do *Almost Ideal Demand System* (com dados anuais 1960-93), as elasticidades-preço para 8 leguminosas: repolhos (0.13), cenouras(-0.40), celeri(-0.12), pepinos(-0.30), alfaces(-0.34), cebolas(-0.29), pimentões(-0.13) e tomates(-0.36). Apesar das diferenças metodológicas existentes (as quais tornam seus valores não exatamente comparáveis com os nossos), a inelasticidade das demandas aqui obtidas mostra que aumentos de preço nestes produtos sempre aumentam a receita dos atacadistas.

IV- EXTENSÕES DO MODELO FORMAL

Apresentamos inicialmente duas extensões imediatas do modelo formal. A primeira delas incorpora uma regra endógena de ajuste de preço, de modo a se poder construir um teste paramétrico para a hipótese de existência de poder de mercado no varejo. A segunda introduz uma estrutura de jogo em um mercado homogêneo no qual dois ofertantes disputam a preferência dos consumidores. Esta é modelada através de uma distribuição de probabilidade conjunta para a demanda de ambos. Ao escolherem simultaneamente suas ofertas ótimas, cada um calculará o lucro esperado (R). 0° considerando não sua demanda marginal, mas sua demanda condicional, dada a oferta do outro. No equilíbrio, as ofertas de Nash dependerão dos parâmetros da distribuição conjunta. Com isso, pretende-se mostrar como as ofertas ótimas em autarquia podem ser ampliadas com a introdução de competição entre os ofertantes.

4.1 Poder de mercado

Introduzimos no modelo de decisão desenvolvido na *seção II* a seguinte regra de ajuste linear do preço:

$$p \geq p_e \cdot Q \geq EX^0 \quad 16^\circ$$

onde $Q \geq 0$. Supõe-se que se a demanda corrente for maior(menor) que a demanda esperada, o ofertante possa ajustar o preço acima(abaixo) do seu nível normal p_e .

Para simplicidade, suporemos que o custo marginal seja constante: $C^1 S^0 \cdot cS$, $c \geq 0$. Consideraremos a função lucro (R). 0° e suporemos que não existe mercado de liquidação ($> \cdot 0^\circ$). Levando a equação 16° em 11° obtemos:

$$L \cdot 1p_e \geq c^0 S \geq Q \geq EX^0 \geq p_e \geq Q \geq EX^0 \geq S^0 1A_s \quad 11a^\circ$$

Tomando-se o valor esperado na equação $11a^\circ$ e derivando-se o resultado com relação à S obtemos a seguinte condição de primeira ordem:

$$1p_e \geq c^0 \cdot 1p_e \geq Q \geq EX^0 F^1 S^0 \geq Q \int_a^S x f^1 x^0 dx \quad 13b^\circ$$

onde f e F são, respectivamente, a densidade e a distribuição acumulada da demanda. Note que se o poder de mercado é nulo $1Q \cdot 0^\circ$, a equação $13b^\circ$ é idêntica à 13° , com $> \cdot R \cdot 0$.

O uso de $13b^o$ no caso da distribuição exponencial da demanda leva à seguinte equação:

$$p_e \int_0^{\infty} Q(S) a^{\circ} \frac{1}{A} e^{-S/A} dS = c \quad 13c^o$$

No caso da distribuição de Pareto, obtemos:

$$p_e \int_0^{\infty} Q(S) \frac{1}{A} \frac{1}{S^2} dS = c \quad 13d^o$$

Uma equação do segundo grau em S é obtida no caso da distribuição uniforme.

Uma vez hipotizada a distribuição da demanda, para se testar a presença de poder de mercado, estima-se os parâmetros de $13b^o$ através de algum método não linear aplicado àquela equação (por exemplo, à $3c$ ou $3d$) e efetua-se em seguida um teste assintótico para a hipótese $Q = 0$ (ausência de poder de mercado).

4.2 Ofertas em duopólio

Consideramos neste caso dois ofertantes do produto perecível, os quais fazem face à demanda conjunta $f(x_1, x_2; I)$ dependente de um vetor paramétrico I . Se os produtos ofertados por ambos não são substitutos perfeitos, pode-se conceber que o preço de mercado recebido por cada um seja distinto. Para facilitarmos a análise, supomos custos marginais constantes (eventualmente distintos).

Assim, cada qual considera seu lucro individual como em 11^o , com $R = 0$. Todavia, ao tomar o lucro esperado, o produtor i o fará condicionalmente à hipótese de que a demanda pelo concorrente (j) iguale sua oferta: $X_j = S_j$. Deste modo, para avaliar a probabilidade do evento $A_i = \{X_i \leq S_i\}$ ele não necessitará explicitar a distribuição conjunta $f(x_1, x_2)$, mas apenas a condicional $f_i(x_i | X_j = S_j; I)$. Com dois ofertantes, $i, j = 1, 2$, se notarmos $F_i(x_i | X_j = S_j)$ para a distribuição condicional, as duas equações do equilíbrio serão, de acordo com $13a^o$:

$$\frac{p_i - c_i}{p_i} = F_i(S_i | X_j = S_j) \quad i, j = 1, 2. \quad 17^o$$

As curvas de oferta de equilíbrio obtidas com a resolução em S_i e S_j no sistema 17^o dependem parcimoniosamente da especificação dada às densidades condicionais. Para exemplificação, apresentamos dois resultados, um para a distribuição Weibull, outro para a Pareto. Em ambos os casos, suporemos que a oferta do rival afetará diretamente o suporte da demanda do produtor.

A demanda "contratual" do ofertante i , a_i ou A_i será função crescente da oferta S_j do outro, o que nos parece ser uma hipótese economicamente aceitável: dada a substituição existente entre os bens ofertados, os aumentos de preço que estimulam a oferta de um devem também estimular a oferta do outro. Em consequência, consumidores avessos ao risco aumentarão a demanda "contratual" do produtor i , como forma de se protegerem de aumentos inesperados no preço de oferta do produtor j . Além disso, a hipótese é tecnicamente útil. No caso Weibull, os aumentos na oferta do concorrente aumentam a demanda esperada do ofertante, mas não a variância da sua demanda. No caso Pareto, a oferta do rival afetará ambos, a média e a variância da demanda do ofertante.

Demanda Weibull

Colocando $Y_i = \frac{p_i - c_i}{p_i}$ temos, de acordo com $14c^o$:

$S_i^{\circ} = a_i^{\circ} S_j^{\circ} \frac{1}{Y_i}$, onde S_i° indica a oferta em duopólio do produtor i . Para simplicidade, vamos adotar a seguinte especificação linear:

$$a_i^{\circ} S_j^{\circ} = k_i S_j^{\circ} \quad 18^o$$

onde $0 < k_i < 1$; $i, j = 1, 2$. Esta formulação engendra o seguinte sistema de equações:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3k_1 \\ 3k_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1^o \\ S_2^o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1^1 p_1^o \checkmark \frac{1}{\checkmark_1} Y_1^1 p_1^o \\ a_2^1 p_2^o \checkmark \frac{1}{\checkmark_2} Y_2^1 p_2^o \end{bmatrix}.$$

O vetor à direita é o vetor das ofertas independentes, em regime de autarquia, $S_i^1 p_i^o = a_i^1 p_i^o \checkmark \frac{1}{\checkmark_i} Y_i^1 p_i^o$, $i, j = 1, 2$, de maneira que as ofertas de Nash em duopólio podem ser escritas como:

$$\begin{aligned} S_1^o p_1, p_2^o &= \frac{1}{1 - 3k_1 k_2} S_1^1 p_1^o \checkmark \frac{k_1}{1 - 3k_1 k_2} S_2^1 p_2^o \\ S_2^o p_2, p_1^o &= \frac{1}{1 - 3k_1 k_2} S_2^1 p_2^o \checkmark \frac{k_2}{1 - 3k_1 k_2} S_1^1 p_1^o \quad 17a^o \end{aligned}$$

De acordo com a hipótese de que aumentos no preço recebido por um dos produtores aumenta a demanda "contratual" do outro (e, em consequência, a oferta do concorrente), percebe-se que as ofertas em duopólio são sempre maiores do que em autarquia: $S_i^o p_i, p_j^o \neq S_i^1 p_i^o$. Todavia, se o produtor 1 não consegue capturar parcela significativa da nova demanda "contratual" gerada por aumentos no preço recebido pelo produtor 2, (enquanto que o produtor 2 este sim, o consegue, quando a oferta do primeiro aumenta), então $k_1 = 0$; $k_2 > 0$ e $S_1^o p_1, p_2^o = S_1^1 p_1^o$; $S_2^o p_2, p_1^o = S_2^1 p_2^o \checkmark k_2 S_1^1 p_1^o$, de modo que, em duopólio, somente a oferta do produtor 2 será maior do que em autarquia. Nas ofertas em duopólio são crescentes em ambos os preços p_1 e p_2^o .

Pareto

Se adotarmos a especificação linear 18^o para a distribuição condicional da demanda, resultados em tudo análogos ao caso anterior são obtidos sob a hipótese de Pareto. Com efeito, colocando $Z_i^1 p_i^o = \frac{p_i}{1 - \frac{3c_i}{4}} \frac{1}{c_i}$ temos, de acordo com $14b^o$:

$$S_i^o p_i, S_j^o = A_i^1 p_i, S_j^o Z_i^1 p_i^o$$

onde S_i^o indica a oferta em duopólio do produtor i . Usando a especificação linear $A_i^1 p_i, S_j^o = A_i^1 p_i^o \checkmark k_i S_j^o$ e notando $S_i^1 p_i^o = A_i^1 p_i^o Z_i^1 p_i^o$ para a oferta do produtor i em autarquia, pode-se facilmente obter o seguinte par de ofertas de equilíbrio:

$$\begin{aligned} S_1^o p_1, p_2^o &= \frac{1}{1 - 3k_1 k_2 Z_1^1 p_1^o Z_2^1 p_2^o} S_1^1 p_1^o \checkmark \frac{k_1 Z_1^1 p_1^o}{1 - 3k_1 k_2 Z_1^1 p_1^o Z_2^1 p_2^o} S_2^1 p_2^o \\ S_2^o p_2, p_1^o &= \frac{1}{1 - 3k_1 k_2 Z_1^1 p_1^o Z_2^1 p_2^o} S_2^1 p_2^o \checkmark \frac{k_2 Z_2^1 p_2^o}{1 - 3k_1 k_2 Z_1^1 p_1^o Z_2^1 p_2^o} S_1^1 p_1^o \quad 17b^o \end{aligned}$$

Note que $Z_i \neq 1$. Para que o sistema $17b^o$ faça sentido é necessário então assegurar-se de que, para um espectro de preços p_1 e p_2 admissível, tenhamos $1 - 3k_1 k_2 Z_1^1 p_1^o Z_2^1 p_2^o > 0$, o que poderá exigir coeficientes k_1 e k_2 não muito elevados. Aqui também, percebe-se que a oferta do duopólio será tanto maior quanto maior a competição entre os ofertantes (k_1 e k_2) elevados. De resto, os mesmos comentários feitos para a hipótese Weibull aplicam-se neste caso.

4.3 Ofertas em oligopólio

No caso do duopólio, consideramos que os aumentos na oferta de um dos oligopolistas desloca para a direita a densidade de probabilidade da demanda pelo produto do concorrente. Presumiu-se que o aumento da oferta tenha sido estimulado pelo aumento no preço do ofertante, em resultado de aumentos na demanda pelo seu produto.

Quando não há pressões de demanda, aumentos na oferta de um dos produtores resultam de uma redistribuição do mercado entre os ofertantes, de modo que um ou mais dentre eles deverão "acomodar" este aumento reduzindo suas participações no mercado. Aumentos exógenos na oferta de um produtor podem ocorrer, e.g., em sequência à uma campanha publicitária que atrai clientes de outros ofertantes.

Em um mercado composto de n ofertantes, as equações 17^o se generalizam para as

negativos sobre a oferta do produtor i .

Um caso de particular interesse é o caso *simétrico*: $T_i A_j = k$; $i, j = 1, 2, \dots, n$. A equação $110a^\circ$ se especializa em:

$$S^o 1 p^\circ = \frac{1}{1 - \frac{1}{n} k} \mathbf{1} \frac{k}{1 - \frac{1}{n} k} \mathbf{1} 1^f S^a 1 p^\circ \quad (10b)$$

onde $\mathbf{1}$ é o vetor coluna de 1's com n componentes.

A partir de $110b^\circ$ é fácil verificar que:

$$\mathbf{1}^f S^o 1 p^\circ = \frac{1}{1 - \frac{1}{n} k} \mathbf{1}^f S^a 1 p^\circ \quad (10c)$$

A expressão $110c^\circ$ mostra que as demandas ficam definidas unicamente se $k < \frac{1}{n}$.

Então, se $0 < k < \frac{1}{n}$, teremos $\mathbf{1}^f S^o 1 p^\circ / \mathbf{1}^f S^a 1 p^\circ$, de maneira que a oferta agregada do oligopólio é maior que a da autarquia;

Se $k = 0$, temos $\mathbf{1}^f S^o 1 p^\circ = \mathbf{1}^f S^a 1 p^\circ$ e se $k > 0$ a oferta agregada do oligopólio será menor que a oferta conjunta das firmas em autarquia.

O caso simétrico ilustra uma história sensível: a competição entre os ofertantes é particularmente benéfica para os consumidores quando há expansão da demanda $\frac{1}{n} \frac{1}{3} / k / 0^\circ$, de maneira que os aumentos de preço são limitados pela expansão da oferta agregada. Ela pode não ser benéfica para os consumidores na impossibilidade de expansão significativa da demanda, quando os ofertantes são levados a disputar o mercado via fatores outros que o preço (p.ex., publicidade, qualidade, diferenciação vertical dos produtos). Neste caso ($k = 0^\circ$), a oferta agregada será menor que a do regime de autarquia.

Estimação empírica

Com base nos preços de custo e de venda incorridos durante T períodos e as ofertas S_i praticadas pelos n ofertantes do mercado, um procedimento possível, para estimar empíricamente os coeficientes k_{ij} introduzidos com a equação (9), envolve as duas etapas seguintes:

1ª etapa : Estima-se as ofertas em autarquia S_i^a para cada produtor i , separadamente, como mostrado na seção anterior;

2ª etapa : Estima-se os k_{ij} , pela equação 19° com base nas ofertas observadas S_i e nas demandas mínimas estimadas em autarquia $\hat{a}_i 1 p^\circ$, na primeira etapa. Para isso, temos a considerar um sistema de n equações do tipo:

$$\hat{a}_i 1 p_i^\circ = a_i 1 p_i^\circ + \sum_{j=1, j \neq i}^n k_{ij} S_j; \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

a ser estimado como um sistema de equações aparentemente independentes (*SUR*: *Seemingly Unrelated Regression*).

Uma vez obtidos os estimadores \hat{k}_{ij} e definido a matriz $\hat{K} = \|\hat{k}_{ij}\|$ com $\hat{k}_{ii} = 0$ se $i = j^\circ$, estimamos o vetor das ofertas de equilíbrio em oligopólio através do vetor das ofertas de autarquia obtidos na primeira etapa, usando o equivalente da relação 110° :

$$S^o 1 p^\circ = \mathbf{1} \mathbf{1} \hat{K}^{-1} S^a 1 p^\circ \quad (10d)$$

Importância das estimativas

Os sinais exibidos pelos estimadores \hat{k}_{ij} permitirão ao ofertante i conhecer o papel antagônico ($\hat{k}_{ij} < 0^\circ$, neutro ($\hat{k}_{ij} = 0^\circ$) ou cooperativo ($\hat{k}_{ij} > 0^\circ$) desempenhado por cada um dos seus parceiros $j = 1, 2, \dots, n$ no mercado.

Por outro lado, a posição da oferta efetiva da firma S_i vis à vis as ofertas ótimas em autarquia e oligopólio possibilitará à firma i reorientar sua estratégia comercial, de acordo com os 4 casos

mais relevantes, que podem ocorrer:

a) S_i^o " S_i^a " S_i^o ou S_i^a " S_i^o " S_i^a : a firma i é *ineficiente* e existe indicação de que o regime autárquico (no primeiro caso) ou o regime mais competitivo (no segundo caso) lhe seriam mais favoráveis;

b) S_i^a " S_i^o " S_i^a ou S_i^o " S_i^a " S_i^o : a firma i é *eficiente* e existe indicação de que o regime autárquico (no primeiro caso) ou o regime mais competitivo (no segundo caso) lhe seriam mais desfavoráveis;

c) S_i^o " S_i^a " S_i^o : existe indicação de que a firma i poderia implementar sua participação no mercado em um ambiente menos competitivo;

d) S_i^a " S_i^o " S_i^a : existe indicação de que a firma i poderia implementar sua participação no mercado em um ambiente mais competitivo.

Outras extensões

Entre outras extensões imediatas, uma delas, ainda no caso do duopólio, consiste na obtenção do equilíbrio de Stackelberg em curvas de oferta. Outra, mais ambiciosa, considerará o caso multiproduto e uma densidade de probabilidade multivariada para a demanda. O problema do ofertante em autarquia consistirá em determinar uma correspondência ótima de ofertas, uma oferta para cada produto, de maneira que seu lucro esperado total seja maximizado.

∩ ° ∩

Bibliografia:

1. Anderson, D.J.Sweeney & T.A.Williams(1983) Quantitative Methods for Business, West Pub.Co.,1983
2. Assumpção,A.G., L.A.Galina, M.Assakawa, R.Consoni(1990), *Estudo de formação de preços de hortifrutigranjeiros e cereais em Maringá*, Revista de Economia e Sociologia Rural, 28(1):89-104;
3. Boff, H.P., *Probabilidade e distribuições: Notas em estatística para economistas*. IE/UFRJ, mimeo, 1999;
4. Bussab W.O. & P.A.Morettin, Estatística Básica, Ed.Atual, 1995.2
5. Fraser,R.(1995) *An Analysis of the role of uncertainty in the marketing of perishable products*, Journal of Agricultural Economics, 46(2), p.233-40;
6. Grossman,S.J.(1981) *Nash equilibrium and the industrial organisation of markets with large fixed costs*, Econometrica 49, 5;
7. Klemperer,P.D.&M.A.Meyer(1989), *Supply function equilibria in oligopoly under uncertainty*, Econometrica 57,6.
8. Sexton,R.J.&M.Zhang(1996) *A model of price determination for fresh produce with applications to California iceberg lettuce*, American Journal of Agricultural Economics, 78(4), p.924-34.
9. You, Z., C.L.Huang, J.E.Epperson(1997) *Demand elasticities for fresh vegetables in the United States*, Journal of International Food & Agribusiness Marketing, 92(2):57-71.