

## ANÁLISE ECONOMÉTRICA DO MERCADO DO TOMATE NO ESTADO DO CEARÁ: 1980-2000

Francisco José Silva Tabosa  
 Denise Michele Furtado da Silva  
 Clóvis Luis Madalozzo  
 Robério Telmo Campos

**Resumo:** O tomate representa uma das hortaliças mais produzidas e comercializadas no Brasil e no Estado do Ceará, estando presente na cesta do consumidor cearense durante todo o ano. Neste trabalho, procura-se estimar a oferta e a demanda do tomate no Estado do Ceará. Os dados utilizados são de fontes secundárias coletados junto ao Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPECE) e ao IBGE, cobrindo o período de 1980 a 2000. Foi utilizado o Método de Equações Simultâneas para analisar o comportamento de cada variável que influencia o mercado do produto através de sua respectiva elasticidade. As equações estimadas são da forma logarítmica em razão de, além de ter um bom ajustamento, já mostrar o valor da elasticidade de cada variável. Conclui-se que o tomate é um bem normal, de demanda elástica e oferta inelástica. A cebola mostra-se ser um bem substituto ao tomate. O coeficiente relacionado ao salário da mão-de-obra rural mostrou-se ter uma relação inversamente proporcional a quantidade ofertada. Os resultados obtidos servem de relevância para os produtores cearenses adotarem políticas que resultem no acréscimo da sua renda total.

**Palavras-chave:** Tomate; Oferta; Demanda.

### 1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill*) representa uma das principais hortaliças produzidas e comercializadas no Brasil e no Nordeste, caracterizando-se por sua riqueza em vitaminas, adequar-se aos recursos naturais (clima seco, pouca sensibilidade ao fotoperiodismo, baixa precipitação pluvial, topografia plana e exigir regular disponibilidade de água para irrigação), além de ser um produto de elevada participação no consumo interno(OLIVEIRA JÚNIOR, 2003).

Os EUA são os maiores produtores e consumidores do extrato de tomate, enquanto que a Itália é o maior produtor de tomate em conserva. O Brasil possui uma modesta participação no mercado internacional, com tendências de crescimento, assim como outras regiões do hemisfério Sul.

A cadeia do tomate estende-se por diversos Estados do Brasil, principalmente do Nordeste, com múltiplos centros produtores e de processamento. Encontram-se muitos mercados atacadistas em, praticamente, todos os grande centros urbano-industriais do País (PAHOR; SILVA, 2001).

Dados do IBGE (2003), relativos ao ano de 2000, indicam que o Estado do Ceará produziu 88.348 toneladas de tomate, ocupando o décimo segundo lugar no *rank* nacional e o terceiro a nível regional em quantidade produzida, estando o tomate presente na cesta do consumidor cearense durante todo o ano, tanto em saladas, refeições, lanches, como na forma de derivados (ketchup, extrato e molho, por exemplos).

A elevada produção de tomate desenvolvida nos municípios de Guaraciaba do Norte, Tianguá, Ibiapina e São Benedito, no Ceará, fazem desse Estado um dos maiores produtores do Nordeste que assume auto-suficiência a ponto de exportar, parte da sua produção, para outros Estados. No entanto, ressalta-se que o tomate produzido no Estado é o de mesa, sob a forma *in natura*, já que não existem indústrias processadoras. As espécies mais cultivadas são do grupo longa vida, que apresenta ciclo curto sendo comercializada ao longo de todo o ano.

O cálculo da elasticidade-preço e da elasticidade-renda do tomate reveste-se de relevância em razão de possibilitar os produtores cearenses a adotarem políticas que resultem no acréscimo da renda total.

Assim, o objetivo do presente trabalho é estimar as equações de demanda e oferta do tomate para o Estado do Ceará com o interesse, específico, de analisar o comportamento das variáveis que influenciam o mercado desse produto, por meio do cálculo das suas elasticidades-preço e renda.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo**

A área de estudo compreende o Estado do Ceará, localizado na Região Nordeste, com uma população de 7.430.661 habitantes em 2000, sendo o 12º maior produtor de tomate a nível nacional e o 3º a nível regional.

### **2.2 Fonte de Dados**

Os dados são de fontes secundárias coletados junto ao IPECE (Instituto de pesquisa do Estado do Ceará) e ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), relativos ao período de 1980 a 2000, totalizando 21 anos. Os dados coletados compreendem: preço real anual do tomate, preço real anual da cebola, Produto Interno Bruto(PIB) do Estado do Ceará e salário real do trabalhador rural. Os dados foram corrigidos pelo IGP-DI da FGV para valores constantes de julho de 2001.

### **2.3 Modelos de Oferta e Demanda**

Conforme PINDYCK; RUBINFELD (1999) a curva de demanda informa a quantidade que os consumidores desejam comprar para cada preço que tenham que pagar. No entanto, outras variáveis influenciam na demanda. A curva é negativamente inclinada por causa da relação inversa entre preço e quantidade demandada, pois quanto maior for o preço, menor será o desejo dos consumidores cearenses em adquirir o produto. No caso da demanda de tomate no Estado do Ceará, estimou-se o seguinte modelo econômico obtido através de vários ajustes econométricos:

$$Q_d = f ( PT, PC, PIB ) \quad (1)$$

Onde:

$Q_d$  = quantidade demandada anual do tomate em toneladas;

PT = preço real anual do tomate em R\$/kg;

PC = preço real anual da cebola em R\$/kg;

PIB = Produto Interno Bruto em R\$.

A curva de oferta mostra a quantidade mínima que um produtor está disposto a produzir dado o seu preço. Segundo VARIAN (1994), a curva de oferta mede quanto as pessoas gostariam de ofertar a cada preço. A curva é inclinada para cima porque quanto mais alto for o preço, maior será o número de empresas aptas e desejosas a produzir e vender, mostrando assim, uma relação direta entre preço e quantidade ofertada. Para a oferta de tomate no Estado do Ceará, estimou-se o modelo econômico obtido através de vários ajustes econométricos:

$$Q_s = f ( PT, SALÁRIO ) \quad (2)$$

Onde:

$Q_s$  = quantidade ofertada anual do tomate em toneladas;

$PT$  = preço real anual do tomate em R\$/kg;

$SALÁRIO$  = salário real do trabalhador rural em R\$.

Preço e quantidade são variáveis determinadas simultaneamente através da intersecção entre as curvas de oferta e demanda. Percebe-se isso claramente através do modelo econômétrico para demanda e oferta do tomate no Estado do Ceará a seguir:

$$Q_d = \alpha_0 + \alpha_1 PT + \alpha_2 PC + \alpha_3 PIB + \mu_1 \quad (3)$$

$$Q_s = \beta_0 + \beta_1 PT + \beta_2 SALÁRIO + \mu_2 \quad (4)$$

As equações acima são as equações estruturais, os  $\alpha$ s e  $\beta$ s são os parâmetros estruturais e  $\mu_1$  e  $\mu_2$  são os termos de perturbação estocástica das equações de demanda e oferta, respectivamente.  $P$  e  $Q$  são variáveis endógenas no modelo, ou seja, determinados dentro do modelo, enquanto que as demais são variáveis exógenas (PC, PIB, SALÁRIO).

Na estimação do modelo econômétrico acima se espera que:

a)  $\alpha_0 >, < \text{ ou } = 0, \alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 > 0;$

b)  $\beta_0 >, < \text{ ou } = 0, \beta_1 > 0, \beta_2 < 0.$

Uma mudança em  $u_1$  proporcionará variações na quantidade demandada, mudando as condições de equilíbrio que, por sua vez, implica que preço e quantidade ofertada também se modificarão. O mesmo aconteceria à quantidade demanda se houvesse alguma mudança em  $u_2$ . Dessa forma, dentre os pressupostos básicos do modelo clássico de regressão linear, covariância zero entre uma variável explicativa ou exógena e o termo de perturbação estocástica, é violado (pois  $E(u_1, P) \neq 0$ ), impossibilitando a utilização do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) na estimação das equações de oferta e demanda, pois resultaria em parâmetros enviesados e inconsistentes. Nesse caso, o método recomendado é o de Equações Simultâneas (GUJARATI, 2000).

Antes de aplicar o método é necessário testar se o sistema de equações simultâneas é completo e identificado. Se o modelo não for completo não será possível fazer estimativas dos parâmetros. Conforme MATOS (1997) e SANTANA (2003), um modelo é completo se o número de variáveis endógenas for igual ao número de equações. No modelo acima tem-se duas variáveis endógenas (quantidade e preço do tomate) e duas equações (oferta e demanda do tomate), sendo, portanto, completo o modelo estudado.

A estimação dos parâmetros estruturais depende da condição de identificação das equações. De acordo com GUJARATI (2000), o problema da identificação consiste em saber se as estimativas numéricas dos parâmetros estruturais podem ser obtidas dos coeficientes sob a forma reduzida. Os coeficientes serão obtidos estimando a variável endógena presente tanto na oferta como na demanda (preço real anual do tomate) em função de todas as variáveis exógenas presentes no modelo.

Para se calcular a equação reduzida do mercado do tomate inicia-se pela condição de equilíbrio, como é mostrado a seguir:

$$Q_d = Q_s \quad (5)$$

$$\alpha_0 + \alpha_1 PT + \alpha_2 PC + \alpha_3 PIB + \mu_1 = \beta_0 + \beta_1 PT + \beta_2 SALÁRIO + \mu_2 \quad (6)$$

$$PT(\alpha_1 - \beta_1) = \beta_0 - \alpha_0 + \beta_2 SALÁRIO - \alpha_2 PC - \alpha_3 PIB - \mu_1 + \mu_2 \quad (7)$$

$$PT = c_0 + c_1 SALÁRIO + c_2 PC + c_3 PIB + v \quad (8)$$

Sendo:

$$c_0 = (\beta_0 - \alpha_0) / (\alpha_1 - \beta_1) \quad c_1 = \beta_2 / (\alpha_1 - \beta_1) \quad c_2 = (-\alpha_2) / (\alpha_1 - \beta_1) \quad c_3 = (-\alpha_3) / (\alpha_1 - \beta_1)$$

onde os são os coeficientes na forma reduzida pelos quais estimam-se os coeficientes estruturais, se as equações forem identificadas.

Para ser identificada, uma equação deve atender as condições necessárias(ou de ordem) e suficiente(ou de posto). Segundo GUJARATI (2000), uma equação será identificada se o número de variáveis do sistema, excluídas dessa equação, for pelo menos igual ao número de variáveis endógenas no sistema menos um, sendo essa a condição necessária. Representativamente tem-se:

$$H + G - (h + g) > ou < G - 1$$

$$H - h > ou < g - 1$$

Onde:

- H: número total de variáveis pré-determinadas do sistema;
- G: número total de variáveis endógenas do sistema;
- h: número de variáveis pré-determinadas da equação estrutural particular a ser considerada;
- g: número de variáveis endógenas em uma equação estrutural particular a ser considerada.

Se  $H - h = g - 1$  : a equação será identificada;  
 Se  $H - h > g - 1$  : a equação será superidentificada;  
 Se  $H - h < g - 1$  : a equação será subidentificada.

Para o modelo apresentado nesse trabalho, as equações de oferta ( $5-2>2-1$ ) e demanda ( $5-3>2-1$ ) são superidentificadas. Embora necessária essa condição não é suficiente para a identificação do modelo.

Conforme SANTANA (2003), a condição suficiente ou de posto para a identificação de uma equação é atendida se, formada uma matriz de ordem  $G-1 \times G-1$  com os parâmetros estruturais das variáveis excluídas de uma determinada equação, mas incluídas no sistema, possuir um determinante significativamente diferente de zero.

No modelo de oferta e demanda do tomate, tem-se:

EQUAÇÃO	Q	PT	PC	PIB	SALÁRIO
DEMANDA	I	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	0
OFERTA	I	$\beta_1$	0	0	$\beta_2$

Como no modelo tem-se  $G = 2$  as matrizes formadas são escalares (três para a demanda e duas para a oferta), seus determinantes são eles mesmos. Se pelo menos um desses determinantes for significativo (em cada equação) a equação será identificada. O modelo em questão é superidentificado, de acordo com a condição necessária. Segundo GUJARATI (2000), para um sistema de equações simultâneas superidentificado, o método adequado para estimar os parâmetros é o método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E), que é o método MQO aplicado duas vezes.

No primeiro estágio, estima-se a equação na forma reduzida e calculam-se daí os valores da variável endógena estimada através do MQO. No segundo estágio, usa-se o valor estimado da variável endógena para estimar as equações de oferta e demanda, também utilizando o método MQO, sendo que o modelo utilizado será o loglinear, em razão de, além de ter um bom ajustamento, já mostrar o valor da elasticidade de cada variável.

Os testes "F" e "t" não são estritamente válidos no MQ2E. Para verificar a significância dos parâmetros é preciso observar se estes possuem valores absolutos maiores que seus respectivos erros-padrões (SANTANA, 2003). Caso contrário, os parâmetros não serão significativos. Caso o parâmetro seja o dobro, em valor absoluto, do seu erro-padrão a sua estimativa é razoavelmente segura.

Os testes de Durbin-Watson, de multicolinearidade (Matriz de Correlação), de heterocedasticidade (Teste de Glejser) e o coeficiente de determinação  $R^2$  só são válidos somente na forma reduzida. Porém, nas equações de oferta e demanda do tomate não são válidos.

No caso de uma possível existência de multicolinearidade nas equações do sistema, utiliza-se o teste da matriz dos coeficientes de correlação. Esse teste implica em observar se os valores calculados dos coeficientes das variáveis explicativas possuem  $r_{ij} > 0,80$ . Já no caso de autocorrelação, utiliza-se o teste estatístico  $d$  de Durbin-Watson.

### 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No início, foram escolhidas as seguintes variáveis para a estimação das equações de oferta e demanda do tomate no Estado do Ceará: preço real anual do tomate, preço real anual da cebola, Produto Interno Bruto do Estado do Ceará, população do Estado do Ceará, área colhida do tomate, salário real do trabalhador rural, preço real defasado do tomate e tendência. No entanto, por questão de ajustamento econométrico, só foram utilizadas as variáveis preço real anual do tomate, preço real anual da cebola, Produto Interno Bruto do Estado do Ceará e salário real do trabalhador rural.

Na forma reduzida, o  $R^2$  foi de 0,62 (as variáveis independentes explicam 62% da variável dependente - preço real anual do tomate), representando um bom ajustamento. O valor do teste F foi de 9,38, sendo  $F_{cal} > F_{tab}$ , com 95% de confiança. Utilizando a matriz de correlação, foi detectada a não existência de multicolinearidade entre as variáveis independentes. Já no teste d de Durbin-Watson, o valor foi de 2,15 estando dentro da área de aceitação, concluindo que não existe autocorrelação entre os resíduos, assim como a não existência de heterocedasticidade.

#### 3.1 Análise da Equação de Demanda

Os resultados da equação estrutural de demanda encontram-se na TABELA 1. O coeficiente de determinação múltipla  $R^2$  foi de 0,84, representando assim um bom ajuste. O teste F foi significativo, pois o  $F_{cal}$  (9,38)  $> F_{tab}$ , com um nível de significância de 95%. Estatisticamente os coeficientes estimados foram significativos.

**TABELA 1: Ajustamento da demanda do tomate no Estado do Ceará: 1980-2000.**

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	Valor-P
Interseção	1.210383	7.334831291	0.165019	0.870876
In preço	-1.33448	0.550092921	-2.42591	0.026688
In cebola	0.239834	0.132908506	1.804503	0.088898
In pib	0.554434	0.461319328	1.201845	0.245899

Fonte: Dados da pesquisa

Segundo VARIAN (1994), na teoria econômica, o sinal de  $\alpha_1$  deve ser menor que zero, o que denota uma relação inversa entre preço e quantidade demandada do tomate. Sendo assim, a elasticidade preço da demanda do tomate foi igual a -1,33448, ou seja, para cada 1% de variação no preço há um decréscimo de 1,33448% na quantidade demandada, mantido tudo o mais constante; mostrando que a demanda por tomate apresenta-se bastante elástica, ou seja, a variação proporcional (ou %) do preço é menor que a variação proporcional (ou %) da quantidade demandada.

Na elasticidade preço-cruzada da demanda do tomate em relação a cebola, o sinal de  $\alpha_2$  deve ser maior que zero. Isso

implica que a cebola é substituta do tomate, ou seja, quando o preço da cebola aumenta, o consumidor cearense reage com um aumento na quantidade demandada do tomate. Sendo assim, a elasticidade preço-cruzada do tomate em relação à cebola foi de 0,239834 mostrando que a cebola é um bem substituto do tomate.

O coeficiente obtido através da relação renda-demanda,  $\alpha_3$  foi o esperado, ou seja,  $\alpha_3 > 0$ . A elasticidade renda da demanda do tomate foi de 0,554434, significando que uma variação de 1% na renda acarreta uma variação de 0,554434% na quantidade consumida do bem, no mesmo sentido, permanecendo tudo mais constante. Com estes resultados, observa-se que o tomate se comporta como um bem normal para o Estado do Ceará, aumentando assim a quantidade demandada do tomate quando renda do consumidor cearense aumenta.

### 3.2 Análise da Equação de Oferta

Para a equação estrutural da oferta (TABELA 2), de acordo com a teoria econômica, os sinais de todos os coeficientes foram os esperados. O coeficiente de determinação múltipla  $R^2$  foi de 0,81, mostrando assim que os dados ajustaram-se bem ao modelo. O teste F foi significativo, pois o  $F_{cal}$  (39,18) >  $F_{tab}$ , com um nível de significância de 95%.

**TABELA 2: Ajustamento da oferta do tomate no Estado do Ceará: 1980-2000**

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	Valor-P
Interseção	15.31133	2.533403759	6.043778	1.03E-05
In preço	0.674724	0.405478691	1.664019	0.11342
In salário	-1.03282	0.517821025	-1.99456	0.061461

Fonte: Dados da pesquisa

O coeficiente de elasticidade preço da oferta,  $\beta_1$ , foi igual a 0,674724. Significando que, dada uma variação de 1% no preço do tomate corresponderá a uma variação de 0,674724% na quantidade ofertada do tomate, tudo mais constante; mostrando que a oferta do tomate no Estado do Ceará apresenta-se bastante inelástica.

O coeficiente relacionado ao salário mostrou-se significativo, onde uma variação de 1% no salário do trabalhador rural corresponderá a uma variação de 1,03282%, de sentido oposto (relação inversa entre salário rural e a oferta do tomate no Estado do Ceará), ou seja, quanto maior for o salário do trabalhador rural, maior será o custo do produtor, que vai reduzir a quantidade ofertada.

## 4 CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos descritos neste trabalho, as equações de demanda e oferta foram encontradas buscando sempre representar a realidade do consumidor e do produtor cearense.

De acordo com os resultados, conclui-se que o tomate é um bem normal, de demanda elástica e oferta inelástica. Dessa

forma, uma das estratégias racionais do produtor seria adotar uma redução nos preços, que ocasionará um acréscimo na receita total, porque o declínio da quantidade demandada é mais do que proporcional ao aumento do preço.

De acordo com a elasticidade renda da demanda, obtida através do modelo, conclui-se que o tomate é um bem normal. Ou seja, alterações na renda do consumidor terá como conseqüência alterações na quantidade demandada do tomate no mesmo sentido (relação direta entre a quantidade demandada e a renda). A cebola mostra-se ser um bem substituto ao tomate, pois à medida que varia o preço da cebola, a quantidade demandada do tomate varia na mesma direção.

A oferta do tomate mostrou-se inelástica em relação ao seu preço. Deste modo, variações para cima (baixo) no preço do tomate têm como conseqüência variações no mesmo sentido na quantidade ofertada, porém em proporções menores.

O coeficiente relacionado ao salário da mão-de-obra rural mostrou-se ter uma relação inversamente proporcional a quantidade ofertada. Variações para cima (baixo) no salário implicam em variações menos do que proporcional na quantidade ofertada para baixo (cima).

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 2000. 846p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados. Disponível via internet em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Capturado em 12/12/2003.

IPECE - Instituto de Pesquisa do Estado do Ceará. **Anuário Estatístico do Ceará**. Vários anos.

MATOS, Orlando Carneiro de. **Econometria Básica: Teoria e Aplicações**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1997. 246p.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. N. de; FREITAS, D. G. F. e OLIVEIRA, J. D. B. de. Margens de Comercialização do Tomate no Estado do Ceará - 1995 a 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, 2003, Juiz de Fora. **Anais...**Brasília, SOBER, 2003.(CD room).

PAHOR, M. M.. e SILVA, A.P. da. A Importância da Organização de um Sistema de Preços na Comercialização do Tomate no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. **Anais...** Belém, 2001.

PINDYCK, Robert S., RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1999. 968p.

SANTANA, A. C. de. **Métodos Quantitativos em Economia**. elementos e aplicações. Belém: UFRA, 2003. 484p.

VARIAN, H. R.. **Microeconomia: Princípios Básicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 710p.

