

EQUILÍBRIO ESPACIAL NO MERCADO NORDESTINO DE ABACAXI¹

NEWTON LIMA BRAGA

Coordenador Geral, Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Estado da Bahia - CEPA/BA

SÉRGIO ALBERTO BRANDT

Professor, Fundação Universidade Federal de Viçosa-MG

HELENO NASCIMENTO SANTOS

Professor, Fundação Universidade Federal de Viçosa-MG

MARIA JOSÉ TEIXEIRA RIBEIRO

Professor Assistente, Escola Superior de Agricultura de Mossoró

CARLOS ALBERTO DE SOUZA ROSADO

Professor Assistente, Escola Superior de Agricultura de Mossoró

SINOPSE - O presente estudo teve como objetivo analisar as relações estruturais de demanda de abacaxi no Nordeste brasileiro e avaliar as vantagens comparativas locacionais dos Estados produtores.

Os dados de quantidade e valor utilizados foram obtidos de publicações da EAPA/SUPLAN (BRASIL, 1972). Os referentes à população foram obtidos de publicações do IBGE (MADEIRA, 1972) e os de preço e renda da SUPLAN (BRASIL, 1972). As séries referentes a preços e rendas foram corrigidas pelo Índice Base (1965/67 = 100) da Fundação Getúlio Vargas (ÍNDICES ECONÔMICOS, 1976).

As relações estruturais de demanda foram analisadas através da estimativa de uma equação de demanda, determinação de parâmetros inerentes à procura, elasticidade-preço e elasticidade-renda, e ajuste da função de custo de transporte. As comparações feitas, levando-se em consideração a oferta, a procura e as distâncias entre os Estados, forneceram uma classificação qualitativa dos mercados de abacaxi no Nordeste brasileiro.

INTRODUÇÃO

Incluído entre as vinte principais culturas regionais, em 1969, o abacaxi ocupava 0,12% da área explorada com lavouras, contribuindo com 0,57% do valor da produção deste subsetor, tendo sua produção *per capita* evoluído de 3,4 para 6,8 kg no

período de 1950 a 1968 (PATRICK, 1972).

Essa produção tende a se concentrar nos Estados da Paraíba, Bahia e Pernambuco, os quais, conjuntamente, detêm 75% da área total ocupada com a cultura na região e que

¹Pesquisa realizada, em parte, com recursos do CNPq. Recebido para publicação em 25.10.1978.

produzem 111,6 milhões de frutos, significando 83,6% da produção total (BAHIA, 1975; BRAGA, 1976; BRITO, 1975 e SILVA, 1972).

Os fluxos observados do produto, desde as fontes de produção até os mercados consumidores, nos anos de 1972 e 1973, mostram a supremacia do Estado da Paraíba no fornecimento do produto nos outros estados. Os mercados de Recife e Salvador são os maiores absorvedores da produção regional. O primeiro, além da produção própria, é abastecido em parte com o produto paraibano, e Salvador recebe o produto preponderantemente do interior do Estado (SUDENE, 1975e; SUDENE, 1975f; SUDENE, 1975g; SUDENE, 1975h e SUDENE, 1975i). Por outro lado, o produto baiano abastece parte do mercado sergipano e pequena parcela do mercado alagoano, e, a partir daí, é o produto paraibano que aparece nas estatísticas. O Rio Grande do Norte começa a aparecer, a partir de 1973, com excedente de produção (SUDENE, 1975a; SUDENE, 1975b; SUDENE, 1975c e SUDENE, 1975d).

A solução de um modelo de equilíbrio espacial gera informações que são básicas para escolha de decisões a nível de Governo e de empresa rural. Com o emprego do método de estatística comparativa, os modelos de equilíbrio espacial podem ser usados para medir as consequências de mudanças em: (a) custos de transportes; (b) nível e distribuição da produção regional; (c) nível e distribuição da renda dos consumidores, e (d) nível e distribuição regional de renda da população sobre preços, produção, consumo e fluxos.

Como base para a ação política, o conceito de mercado perfeito, usado na formulação do modelo de equilíbrio espacial, proporciona um padrão de comparação com o qual, preço e distribuição do bem podem ser julgados como eficientes ou ineficientes com relação à base.

O objetivo geral do presente estudo é analisar as relações estruturais da demanda de abacaxi no Nordeste do Brasil e avaliar as vantagens comparativas locais dos estados fornecedores.

Especificamente, objetiva-se: (a) estimar uma função de demanda de abacaxi para o Nordeste; (b) calcular elasticidades-preço e cruzada e elasticidade-renda da procura de abacaxi; (c) estimar uma função de custo de transporte de abacaxi a nível regional; (d) determinar fluxos de custo mínimo de transporte entre os mercados; (e) determinar vantagens comparativas dos principais estados produtores, e (f) determinar "melhores mercados" para a produção dos principais estados.

MATERIAL E MÉTODOS

A região estudada é o Nordeste brasileiro, com área geográfica de 1.640 mil quilômetros quadrados, dos quais 58% se situam na zona semi-árida, representando 18% da superfície do País (PATRICK, 1972).

Os dados de produção (quantidade e valor) utilizados neste estudo são originários de publicação da EAPA/SUPLAN (BRASIL, 1972), tendo-se utilizado a série de 1947/70. A fim de se trabalhar com dados de consumo aparente de abacaxi, subtraiu-se da quantidade produzida o volume exportado pelo Nordeste, dados estes disponíveis em publicação do Banco do Nordeste do Brasil (BANCO DO NORDESTE DO BRASIL, 1973).

Os dados referentes a população foram obtidos de publicação da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (MADEIRA, 1972) e os dados de renda de publicação da SUPLAN (BRASIL, 1972).

Todas as séries referentes a preços e rendas, foram corrigidas pelo Índice nº 2 da Fundação Getúlio Vargas (ÍNDICES ECONÔMICOS, 1976) e

são expressas em cruzeiros de 1965/67.

Os dados utilizados para estimar a função de custo de transporte, foram obtidos de informação junto a transportadores na Central de Abastecimento da Bahia. As distâncias interestaduais se referem a pares de pontos representados pelas capitais dos estados (GUIA, 1975).

Para determinação de preços regionais, consumo, excedentes de oferta e de demanda, utiliza-se o caso simplificado de dois mercados competitivos (regiões A e B), como na figura 1 (JUDGE & WALLACE, 1958).

S_a e S_b representam ofertas fixas para as regiões A e B; D_a e D_b são também funções lineares de demanda para as duas regiões, respectivamente. Pressupondo-se a não ocorrência de movimento interregional do produto, o preço de equilíbrio é P_1' , correspondente a um consumo estabelecido em Q_a para a região A. Para a região B, o preço e a quantidade consumida são P_2' e Q_b .

Se existir comércio entre regiões, a um custo de transporte determinado C , o ponto de equilíbrio é estabelecido ao preço P_0 para a região A e ao preço $P_0 + C$ para a região B. A região A consome a quantidade Q_a' , enquanto a região B aumenta o seu consumo para Q_b' . Então, $Q_a' + Q_b' = Q_a + Q_b$ e, logo $Q_a - Q_a' = Q_b' - Q_b$. Assim, conhecendo-se as funções de demanda para as regiões A e B, as ofertas de ambas as regiões e o custo unitário de transporte entre as duas regiões, pode-se determinar o ponto de equilíbrio entre preços e consumo para ambas as regiões, excedente e *deficit* de produção e quantidade do produto que é transportada para satisfazer as condições de equilíbrio. O custo total de transporte é obtido pelo produto $C(Q_b' - Q_b)$ ou $C(Q_a - Q_a')$.

Sejam as funções de demanda representadas por:

$$D_a : Q_a' = \beta P_0 + K, \quad (I)$$

$$D_b : Q_b' = \beta(P_0 + C) + K \quad (II)$$

$$Q_a' + Q_b' = Q_a + Q_b, \quad (III)$$

onde β é a declividade conhecida; K é o intercepto da função de demanda linear; $Q_a + Q_b$ é a produção ou consumo total para ambas as regiões e C representa o custo de transporte por unidade do produto.

Somando membro a membro as equações (I) e (II) obtém-se:

$$Q_a' + Q_b' = 2\beta P_0 + \beta C + 2K \quad (IV)$$

e por (I), tem-se:

$$Q_a + Q_b = 2\beta P_0 + \beta C + 2K \quad (V)$$

A solução de P_0 , o preço de equilíbrio na região de oferta, é:

$$P_0 = \frac{1}{2\beta} (Q_a + Q_b - \beta C - 2K) \quad (VI)$$

Dado um único P_0 , o preço de equilíbrio de *deficit* é, então, $P_0 + C$, e esses valores são substituídos em (I) e (II) para a solução única de Q_a' e Q_b' .

O modelo é generalizado para os nove estados estudados. Deve-se notar que se o preço diferencial dado por $(P_a' - P_b')$ é menor que o custo de transporte entre os estados, não haverá movimento do produto. Também se o diferencial de preço e custo unitário de transporte são iguais, cada região é indiferente ao comércio do produto.

BRESSLER & KING (1970) mostram que o fluxo adicional de produto é considerado possível sempre que o diferencial de preço entre algum par de regiões exceda os custos de transporte.

Utiliza-se a técnica de mínimos quadrados ordinários para ajustar uma função de demanda na forma duplo logarítmica (RAO & MILLER, 1971).

A equação estatística tem a seguinte forma:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + u \quad (\text{VII})$$

onde Y é a quantidade média de abacaxi consumida, expressa em frutos por habitante por ano; b_0 é a interseção de Y ; b_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) são os coeficientes de regressão parcial; X_1 é o preço real de abacaxi, expresso em cruzeiros de 1965/67 por mil frutos; X_2 é o preço real de banana, expresso em cruzeiros de 1965/67 por mil cachos; X_3 é o preço real de laranja, expresso em cruzeiros de 1965/67 por mil frutos; X_4 é a renda real *per capita*, expressa em cruzeiros de 1965/67 por ano; X_5 é a variável dependente retardada de um ano; X_6 é uma variável indicadora de tendência, expressa em anos ($1947 = 1$), e u é uma variável aleatória normalmente distribuída com média zero e variância finita σ^2 .

O modelo utilizado no estudo de equilíbrio espacial requer que as equações de demanda tenham forma linear nos valores observados das variáveis envolvidas.

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n \quad (\text{VIII})$$

SANTOS (1975) e OLIVEIRA (1975), estudando os mercados brasileiros de arroz e feijão, respectivamente, ajustaram equações para custo de transporte da forma:

$$\hat{C}_{ij} = a \cdot D^b \cdot u \quad (\text{IX})$$

onde \hat{C}_{ij} representa o custo de transporte de uma tonelada do produto de

origem i ao destino j ; D é a distância entre as duas regiões; a e b são os parâmetros a estimar; u é o erro aleatório com média zero e variância σ^2 .

Neste estudo ajusta-se esta equação de custo de transporte além de outros como alternativa de teste (FERGUSON, 1972 e SILVA, 1974).

A partir da equação de demanda derivada para cada estado, considerando-se como N_i a população do estado i e aplicando somatórios, tem-se:

$$\sum_{i=1}^9 N_i Y_i = \sum_{i=1}^9 N_i a_{0i} + \sum_{i=1}^9 N_i a_{1i} P_0 + \sum_{i=1}^9 N_i a_{1i} d_i \quad (\text{X})$$

Resolvendo para P_0 , fica:

$$P_0 = \frac{\sum_{i=1}^9 N_i Y_i - \sum_{i=1}^9 N_i a_{0i} - \sum_{i=1}^9 N_i a_{1i} d_i}{\sum_{i=1}^9 N_i a_{1i}} \quad (\text{XI})$$

Como a_{1i} é considerado constante para todos os estados, tem-se:

$$P_0 = \frac{\sum_{i=1}^9 N_i Y_i - \sum_{i=1}^9 N_i a_{0i} - a_1 \cdot \sum_{i=1}^9 N_i d_i}{a_1 \cdot \sum_{i=1}^9 N_i} \quad (\text{XII})$$

Conhecendo-se P_0 e na suposição de que os d_i são conhecidos, determina-se o consumo de equilíbrio para todos os estados envolvidos, substituindo-se, na equação de demanda ajustada, os P_i por $P_0 + d_i$. Na realidade os d_i não são conhecidos, pois os diferenciais de preços nem sempre são iguais aos custos unitários de transporte entre a região base e a i -ésima região.

A determinação dos d_i envolve



uma estrutura de preços regionais limitados pelo custo de transporte.

Para minimizar o custo de transporte necessário para abastecer n centros consumidores a partir de m centros fornecedores, pode-se utilizar, dentro de programação linear, o modelo de transporte, como definido por PUCCINI (1972). As quantidades disponíveis em cada região de origem são a_1, a_2, \dots, a_m ; as quantidades requeridas em cada destino são b_1, b_2, \dots, b_n . O custo unitário de transporte entre a origem i e o destino j é C_{ij} . Sendo X_{ij} a quantidade a ser transportada da origem i ao destino j , o modelo de transporte pode ser expresso da seguinte maneira:

Minimizar

$$C_t = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}, \quad (XIII)$$

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad e \quad (XIV)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad \text{sendo} \quad (XV)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m \text{ e } j = 1, 2, \dots, n). \quad (XVI)$$

Somando-se as m restrições de oferta e as n restrições de demanda, tem-se:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^m a_i \quad (XVII)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} = \sum_{j=1}^n b_j \quad (XVIII)$$

Comparando-se (XVII) com (XVIII), tem-se:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (XIX)$$

indicando que o modelo de transporte exige igualdade entre oferta total e demanda total. Para satisfazer essa condição, é criado um destino artificial para o excesso de oferta, que se denominou "resíduo". Os X_{ij} são derivados do balanço entre oferta e consumo em cada estado, como aparece no Quadro 1.

Dados os a_i, b_j e os C_{ij} , um processo iterativo conduz à solução ótima, que é a única que poderia ser encontrada sob concorrência perfeita (SANTOS, 1975).

Aplicando o teorema da dualidade de programação linear, pode-se conhecer um conjunto de d_i 's correspondente ao conjunto de fluxos ótimos. Logo, na solução do custo mínimo de transporte, o problema dual é utilizado para obtenção do conjunto de d_i 's coerente com o conjunto de fluxos ótimos (SANTOS, 1975).

No desenvolvimento da solução dual, seja U_i o valor do produto na origem i e V_j o valor do produto no destino j . O problema pode ser expresso, algebricamente, como

Maximizar

$$S = \sum_{j=1}^n b_j V_j - \sum_{i=1}^m a_i U_i \quad (XX)$$

sujeito a

$$V_j - U_i \leq C_{ij}. \quad (XXI)$$

Se a equação (XX) é igual ao custo total de transferência derivado da formulação de mínimo, o problema de máximo se resume em encontrar os valores de U_i e V_j que ma-

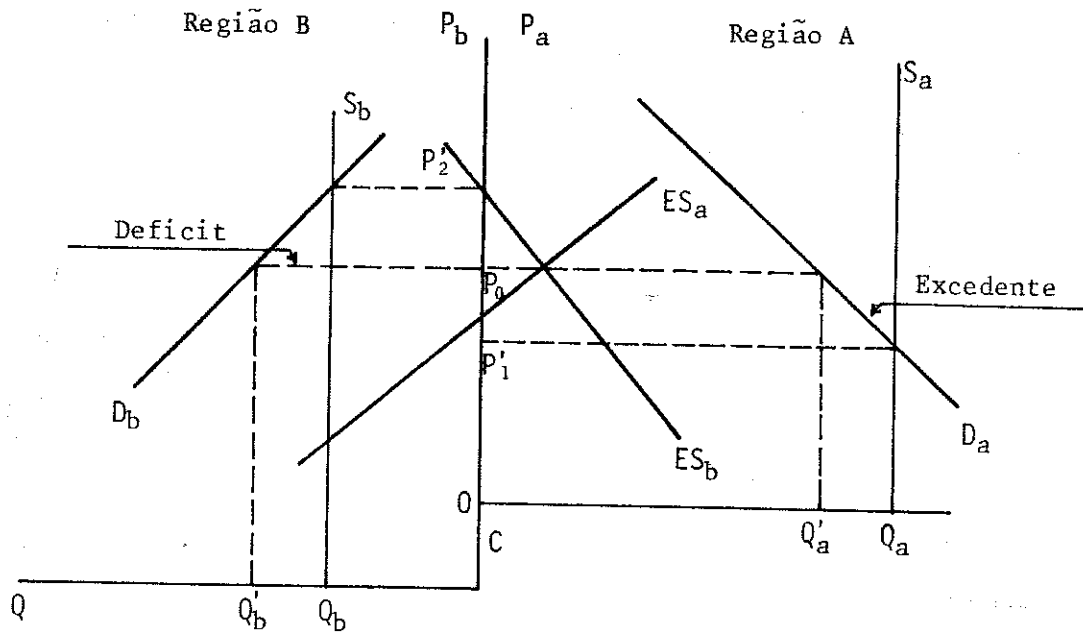


FIGURA 1 - Determinação Teórica de Preços de Equilíbrio, Consumo, Deficit e Excedente em Duas Regiões.

QUADRO 1 - Estimativas de Produção e Consumo de Abacaxi, Níveis de Excedente ou Deficit em cada Estado Nordeste. Valores Expressos em Milhares de Frutos. Nordeste, 1975.

Estado	Produção	Consumo	Excedente (+) ou Deficit (-)
Bahia	41461	39055	2406 (+)
Sergipe	1846	4569	2723 (-)
Alagoas	7854	8272	418 (-)
Pernambuco	26085	26855	770 (-)
Paraíba	101334	12065	89269 (+)
Rio Grande do Norte	10931	8363	2568 (+)
Ceará	6514	23234	16720 (-)
Piauí	690	9032	8742 (-)
Maranhão	1973	15282	13309 (-)
"Resíduo"	-	51561	51561 (-)
Total	198288	198288	

Fonte: LEITE (1971) e dados da pesquisa.

ximizam o ganho total das quantidades transportadas, condicionando lucros não positivos em cada transação.

A equação (XXI) pode ser reescrita como

$$V_j \leq U_i + C_{ij} \quad (\text{XXII})$$

ou seja, para cada par origem-destino, o valor no destino não deve ser maior que o valor na origem mais o custo de transporte. Para rotas básicas, o valor no destino iguala-se ao valor na origem mais o custo de transporte. Para rotas não básicas, o valor no destino é igual ou menor que o valor na origem mais o custo de transporte. Então, para o conjunto de pares, a equação (XXII) pode ainda ser reescrita como

$$V_j - U_i = C_{ij} \quad (\text{XXIII})$$

que define um conjunto de equações lineares envolvendo $m - n$ valores incógnitos de U e V . Desde que existe apenas $m - n - 1$ custos unitários de transporte observados na solução básica, uma única solução para o conjunto de equações requer que se estabeleça um valor arbitrário para um U_i ou para um V_j . Fixando-se em zero o valor de U_i na região base, gera-se um conjunto de preços diferenciais em função dessa base. Utilizando-se os U_i e V_j estimados no sistema dual, obtêm-se os diferenciais regionais de preços.

Determinados os d_i 's, retorna-se à equação (XXI), determina-se P_0 e, conseqüentemente, as quantidades consumidas em cada um dos estados. Faz-se, então, nova classificação dos estados como de excedente ou de *deficit*.

A programação linear é agora usada na determinação dos fluxos de custo total de transporte mínimo. Gera-se novo conjunto de d_i 's através da solução dual. Se este novo con-

junto difere do primeiro, repete-se o processo de determinação de fluxo ótimo usando as novas estimativas de d_i , até que o último vetor de d_i seja igual ao vetor obtido na fase precedente do processo iterativo.

Caso o novo conjunto de d_i 's difira substancialmente da aproximação inicial, procede-se à repetição do processo em uma nova fase.

Os valores de U_i e V_j contêm dois tipos de informações econômicas importantes: os valores de U_i medem as vantagens comparativas de preço das regiões de excesso; e os valores de V_j dão origem aos diferenciais de preço que correspondem à alocação mais econômica da oferta, do ponto de vista do custo de transporte agregado.

A escolha dos melhores mercados para a produção de cada estado teve por base a magnitude da diferença $C_{ij} - (V_j - U_i)$, sendo que quanto maior for a diferença, pior será o mercado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação escolhida para representar o relacionamento entre o consumo de abacaxi e seus determinantes foi:

$$\begin{aligned} \log \hat{Y}_t &= 0,3026 - 0,1229 \log X_1 - \\ &- 0,7076 \log X_2 - 0,345 \log X_3 \end{aligned} \quad (\text{XXIV})$$

onde \log representa logaritmo decimal; \hat{Y}_t é o consumo *per capita* de abacaxi, expresso em frutos por ano; X_1 é o preço real de abacaxi, expresso em cruzeiros de 1965/67 por mil frutos; X_2 é a renda real *per capita*, expressa em mil cruzeiros de 1965/67 por ano; X_3 é a variável consumo *per capita* retardada de um ano.

Tal equação foi escolhida com base em critérios econométricos: coeficiente de determinação, signifi-

cância do teste "t" e coerência dos sinais dos coeficientes de regressão parcial.

À exceção da variável preço real de abacaxi, os coeficientes de regressão parcial das demais variáveis incluídas no modelo são maiores que os respectivos erros-padrão e são estatisticamente significantes pelo menos ao nível de 15% para o consumo *per capita* retardado e 0,5% para a renda *per capita*. Além disso, os sinais dos coeficientes de regressão parcial se apresentam coerentes com a teoria proposta.

Deve-se salientar que as variáveis preço real de banana e preço real de laranja, incluídas em modelos alternativos, por se supor afetar o consumo de abacaxi, não se mostraram significantes, sendo então eliminadas do modelo, isto é, não parece existir relação de substitutibilidade ou de complementariedade dos dois produtos para com abacaxi.

O teste F indicou que, ao nível de 1% de probabilidade, pelo menos uma das variáveis independentes está influenciando a variável dependente.

A hipótese de correlação serial nos resíduos foi testada. Como a equação estimativa incluía uma variável retardada, aplicou-se o teste de Durbin, cujo valor para a sua estatística h (igual a 1,305) indica que os resíduos são serialmente independentes.

A equação escolhida é mostrada no quadro 2.

Verificou-se que o coeficiente de regressão parcial da variável preço real de abacaxi foi igual a -0,1229. Isso indica que para uma variação de 10% no preço de abacaxi, espera-se uma variação em sentido contrário no consumo da ordem de 1,2%, ou seja, o consumo de abacaxi é fracamente afetado pelo preço do produto e a procura é preço-inelástica. O valor de t para esta variável indica que, estatisticamente,

ela não difere de zero nem ao nível de 50% de probabilidade, sugerindo ainda que a variável preço não é importante na explicação de variação no consumo *per capita* de abacaxi.

O coeficiente de regressão parcial da variável renda real *per capita* foi igual a 0,7076 e é estatisticamente diferente de zero pelo menos ao nível de 0,5% de probabilidade, indicando ser esta variável muito importante para explicar variações no consumo *per capita* de abacaxi. O valor do coeficiente de regressão parcial sugere que o produto em análise é um bem normal para o mercado estudado. O valor do coeficiente indica que uma variação de 10% na renda real provoca uma variação no mesmo sentido de 7% no consumo de abacaxi. A demanda é então considerada inelástica com relação à renda.

O coeficiente de regressão parcial da variável consumo retardado de abacaxi é igual a 0,3457 e é estatisticamente diferente de zero pelo menos ao nível de 15% de probabilidade. O valor do coeficiente indica que, havendo um aumento no consumo de abacaxi em dado período, resulta em um acréscimo de 35% do aumento correspondente no período seguinte. O coeficiente de ajustamento do consumo de abacaxi é igual a 0,65, indicando que 65% da diferença entre consumo no longo do prazo e consumo observado são eliminados em um ano.

Como o modelo utilizado para avaliar o equilíbrio espacial exige que a equação de demanda tenha a forma linear, foi feita a transformação da equação estimada:

$$\hat{Y} = 2,007 - 0,0036X_1 + 0,9050X_2 + 0,3656X_3 \quad (\text{XXV})$$

A derivação de uma equação de demanda para cada estado foi feita



fixando-se o valor médio da variável consumo retardado de abacaxi e diferenciando-se a equação de cada estado em relação à renda média. Expressaram-se assim as equações de demanda para cada estado em função apenas do preço real de abacaxi. Elas diferem entre si pelo valor do intercepto, podendo uma equação de um estado i ser representada por:

$$\hat{Y}_i = 2,007 - 0,0036X_{1i} + 0,9050\bar{X}_{2i} + 0,3656\bar{X}_3 \quad (\text{XXVI})$$

onde \hat{Y}_i é o consumo *per capita* de abacaxi no i -ésimo estado, expresso em frutos por ano; X_{1i} é o preço real de abacaxi no estado i , expresso em cruzeiros de 1965/67 por mil frutos; \bar{X}_{2i} é a renda real *per capita* média no estado i , expressa em cruzeiros de 1965/67 por ano, e \bar{X}_3 é o consumo retardado de abacaxi, expresso em frutos por ano.

As equações de demanda derivadas para cada estado são mostradas no quadro 3.

A equação na forma potencial foi a que melhor ajustamento apresentou, sendo a escolhida para representar o relacionamento entre distância e custo de transferência de abacaxi:

$$\log C_t = - 0,457829 + 0,953738 \log D \quad (\text{XXVII})$$

onde C_t é o custo unitário de transporte de abacaxi, expresso em cruzeiros de 1965/67 por mil frutos por quilômetro e D é a distância entre mercados, expressa em quilômetros. O valor de t referente ao coeficiente de regressão da variável distância indica que ela é importante na explicação do custo de transporte e o coeficiente de determinação indica que 88% da variação no custo de transporte são explicados pela dis-

tância.

O modelo ajustado é coerente com os pressupostos do modelo teórico, em que o custo de transporte é função direta da distância, mas cresce a uma taxa decrescente.

Baseado na equação estimada e de posse da matriz de distâncias, obteve-se a matriz de custos de transporte (Quadro 4).

Com os dados do quadro 1, aplicou-se o método simples para resolução do problema do custo de transporte, minimizando a função objetivo, tomando-se os estados que apresentam excedente como pontos de oferta e os que apresentam *deficit* como consumidores. Como resultado, obteve-se um fluxo de produto das origens i aos destinos j como aparece no quadro 5. A solução do problema conduziu à obtenção de diferenciais de preços, tidos como uma primeira aproximação dos verdadeiros valores de d_i .

De posse dos valores de d_i (U_i e V_j) e com a equação de demanda estimada para cada estado, determinou-se o preço na região base. O preço real de abacaxi em cada estado foi substituído pelo preço na região base mais o respectivo diferencial de preço. Isso permitiu uma nova classificação dos estados quanto a produção e consumo, conforme mostra o quadro 6.

Como os d_i 's gerados nessa segunda fase do processo iterativo diferem dos obtidos inicialmente, o processo é repetido. Calcula-se o preço na região base, derivam-se preços reais para cada um dos estados, estabelece-se o consumo e os níveis de excedente ou *deficit*. O quadro 8 mostra a nova classificação dos estados.

Como os pontos de oferta continuam sendo os mesmos, não é mais reformulado o problema, mudando-se apenas as restrições.

O quadro 9 apresenta o resultado da iteração na fase III, com os

QUADRO 2 - Parâmetros Estimados: Equação de Demanda de Abacaxi, Nordeste, 1947/70.

Especificação	Consumo de Abacaxi (Y)	Preço Real de Abacaxi (X ₁)	Renda Real (X ₂)	Consumo Retardado (X ₃)
I				
Coefficiente de regressão parcial		- 0,1229	0,7076	0,3457
Erro padrão		0,2749	0,2453	0,1529
Estatística de teste (t)		0,4472	2,8842	1,6014
Matriz de coeficientes de correlação				
Y	1,0000	0,4517	0,1449	0,7726
X ₁		1,0000	0,0387	0,4763
X ₂			1,0000	0,2615
X ₃				1,0000
Média (de Log)	0,4333	1,9667	0,3265	0,4090
Erro padrão (de Log)	0,0980	0,0526	0,0850	0,0899
Média geométrica (antilog)	2,7121	92,6190	2,1208	2,5645
II				
Número de observações = 23			Coefficiente de Determinação = 0,72	
Intercepto (de Log) = 0,303			Graus de Liberdade = 19	
Intercepto (antilog) = 2,007			Estatística de F = 16,57	
			Coefficiente de Determinação Ajustado = 0,68	

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 3 - Funções de Demanda Derivadas da Equação Ajustada. Nordeste, 1974/70.

Estado	Equação Estimativa
Bahia	$\hat{Y} = 5,29397 - 0,0036 X_1$
Sergipe	$\hat{Y} = 5,00979 - 0,0036 X_1$
Alagoas	$\hat{Y} = 4,72199 - 0,0036 X_1$
Pernambuco	$\hat{Y} = 5,63245 - 0,0036 X_1$
Paraíba	$\hat{Y} = 4,03689 - 0,0036 X_1$
Rio Grande do Norte	$\hat{Y} = 4,72561 - 0,0036 X_1$
Ceará	$\hat{Y} = 4,84779 - 0,0036 X_1$
Piauí	$\hat{Y} = 4,05589 - 0,0036 X_1$
Maranhão	$\hat{Y} = 4,23290 - 0,0036 X_1$

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 4 - Matriz de Custo de Transporte de Abacaxi. Valores Expressos em Cruzeiros de 1965/67 por Mil Frutos. Região Nordeste, 1975.

Origem \ Destino	Bahia	Sergipe	Alagoas	Pernambuco	Paraíba	Rio Grande do Norte	Ceará	Piauí	Maranhão
Bahia	0,00	14,43	25,37	34,77	39,16	45,70	50,23	52,26	69,16
Sergipe		0,00	10,77	22,42	26,90	33,54	53,39	60,10	76,89
Alagoas			0,00	11,39	16,00	22,78	42,91	49,69	66,62
Pernambuco				0,00	6,12	13,14	33,61	46,83	63,81
Paraíba					0,00	8,73	29,42	52,22	69,12
Rio Grande do Norte						0,00	22,99	46,72	63,69
Ceará							0,00	25,25	42,74
Piauí								0,00	18,75
Maranhão									0,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 5 - Fluxo Ótimo de Quantidades Transportadas de Abacaxi, da Origem i ao Destino j e Diferencial de Preço. Fase Inicial do Processo Iterativo. Valores Expressos em Milhares de Frutos (Quantidades) e Cruzeiros de 1965/67 por Mil Frutos (U_i e V_j), Nordeste, 1975.

Destino \ Origem	Bahia	Paraíba	Rio Grande do Norte	V_j
Sergipe	2406	317	-	26,90
Alagoas	-	418	-	16,00
Pernambuco	-	770	-	6,12
Ceará	-	14152	2568	29,42
Piauí	-	8742	-	52,22
Maranhão	-	13309	-	69,12
"Resíduo"	-	51561	-	-
U_i	12,47	0,0	6,43	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 6 - Estimativas de Preços Reais, Produção, Consumo, Excedente e Deficits, Nordeste, 1975.

Estado	$P_i + d_i$	Produção	Consumo	Excedente (+) ou Deficit (-)
Bahia	85,12	41461	41800	399 (-)
Sergipe	72,65	1846	4655	2808 (-)
Alagoas	79,08	7854	7877	23 (-)
Pernambuco	99,55	26085	30393	4308 (-)
Paraíba	88,65	101334	9625	91709 (+)
Rio Grande do Norte	78,72	10931	7972	2959 (+)
Ceará	102,07	6514	22338	15824 (-)
Piauí	124,87	290	6990	6700 (-)
Maranhão	141,47	1973	21211	10238 (-)

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7 - Fluxo Ótimo de Quantidades Transportadas de Abacaxi, da Origem i ao Destino j e Diferenciais de Preço. Fase II do Processo Iterativo. Valores Expressos em Milhares de Frutos (Quantidades) e Cruzeiros de 1965/67 por Mil Frutos (U_i e V_j), Nordeste, 1975.

Destino \ Origem	Paraíba	Rio Grande do Norte	V_j
Bahia	399	-	39,16
Sergipe	2808	-	26,90
Alagoas	23	-	16,00
Pernambuco	4308	-	6,12
Ceará	12865	2959	29,42
Piauí	6700	-	52,22
Maranhão	10238	-	69,12
"Resíduo"	54368	-	-
U_i	0,0	6,43	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 8 - Estimativas de Preços Reais, Produção, Consumo, Excedentes e Deficits, Nordeste, 1975.

Estado	$P_0 + d_i$	Produção	Consumo	Excedente (+) ou Deficit (-)
Bahia	72,27	41461	42127	666 (-)
Sergipe	88,70	1846	4599	2753 (-)
Alagoas	77,93	7854	7884	30 (-)
Pernambuco	78,82	26085	30823	4738 (-)
Paraíba	72,70	101334	9774	91560 (+)
Rio Grande do Norte	79,13	10931	7969	2962 (+)
Ceará	102,12	6514	22337	15823 (-)
Piauí	124,92	290	6990	6700 (-)
Maranhão	141,82	1973	12208	10234 (-)

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 9 - Fluxo Ótimo de Quantidades Transportadas de Abacaxi, da Origem i ao Destino j e Diferenciais de Preço. Fase III do Processo Iterativo. Valores Expressos em Milhares de Frutos (Quantidades) e Cruzeiros de 1965/67 por Mil Frutos (U_i e V_j), Nordeste, 1975.

Destino \ Origem	Paraíba	Rio Grande do Norte	V_j
Bahia	666	-	39,16
Sergipe	2753	-	26,90
Alagoas	30	-	16,00
Pernambuco	4738	-	6,12
Ceará	12861	2962	29,42
Piauí	6700	-	52,22
Maranhão	10234	-	69,12
"Resíduo"	53578	-	-
U_i	0,0	6,43	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

correspondentes diferenciais de preço. Alcança-se o equilíbrio, já que os diferenciais de preço coincidem em valor com aqueles definidos na fase II.

Os valores X_{ij} do quadro 9 representam as quantidades ótimas de abacaxi a serem transportadas, a fim de que o custo global de transporte seja mínimo.

Pode-se observar que a Paraíba se apresenta como o principal supridor regional. Somente para o Estado do Ceará aparece o Rio Grande do Norte como supridor. Assim, do excedente de produção da Paraíba, devem ser enviados 666 mil frutos para a Bahia, 2.753 mil frutos para Sergipe, 30 mil frutos para Alagoas, 4.738 mil frutos para Pernambuco, 12.861 mil frutos para o Ceará, 6.700 mil frutos para o Piauí e 10.234 mil frutos para o Maranhão. O excedente do Rio Grande do Norte deve ser enviado para o Ceará.

A quantidade de abacaxi enviada para o "resíduo" deve ser interpretada como a quantidade disponível que, supridos os mercados nordestinos, pode ser exportada para outros estados, ou mesmo para o exterior.

O custo mínimo do fluxo estimado do produto é da ordem de Cr\$ 16.333.279,00.

De acordo com o valor de U_i para o Rio Grande do Norte (6,43) este estado compete com a Paraíba com uma vantagem de Cr\$ 6,43 por mil frutos. Em outras palavras, o abacaxi do Rio Grande do Norte poderia ser vendido por um preço igual ao do abacaxi da Paraíba mais Cr\$ 6,43.

O valor dos V_j , o preço do produto no destino j , indica a distância relativa do estado j em relação ao estado que serviu como base.

A análise feita não levou em consideração diferença em custos de produção, pressupondo serem os mesmos uniformes para todos os estados. No entanto, poderia ele ser introdu-

zido de forma indireta na matriz de custo de transporte, subtraindo-se de cada C_{ij} o diferencial relativo ao custo de produção, o que poderia resultar em vantagem comparativa para alguns estados, independente da sua localização.

Como a região tomada como base supre cinco outros estados, sendo o seu U_i igual a zero, o custo de transporte C_{ij} entre esse estado e cada um dos destinos é igual ao valor do produto no destino. Assim, todos os fluxos de produto entre Rio Grande do Norte e Ceará também constituem rota ótima.

Não existem, então, "melhores mercados" para a produção da Paraíba. Por exemplo, se os produtores da Paraíba decidissem enviar a produção para Sergipe, ao invés de enviá-la para Alagoas, eles seriam recompensados, pois o produto neste segundo mercado é vendido por um preço superior, Cr\$ 10,90 de 1965/67 por mil frutos, ao preço em Alagoas.

Para o Rio Grande do Norte, o envio do excedente de produção para o Ceará constitui rota ótima. Como "melhores mercados" para a produção deste estado aparecem, depois do Ceará, Piauí, Maranhão, Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco.

Esses mercados alternativos podem ser interpretados como possíveis destinos do produto, caso o principal mercado se apresente suprido por outra fonte. Raciocínio semelhante pode ser feito no caso do principal supridor regional (Paraíba) resolver aumentar suas exportações para o exterior, liberando parcela do mercado interno para o Rio Grande do Norte.

CONCLUSÕES

A equação de demanda de abacaxi estimada para o Nordeste indica que o consumo *per capita* do produto na região é influenciado pela renda *per capita* e pelo consumo no ano

imediatamente anterior.

A elasticidade-preço da procura de abacaxi é da ordem de $-0,12$, ou seja, a procura do produto é preço-inelástica. Por outro lado, a elasticidade-renda da procura é de $0,7$, indicando que abacaxi pode ser considerado um bem normal. Como a renda real *per capita* tende a aumentar, o consumo também será aumentado, com resultados favoráveis para os produtores.

A função de custo de transporte ajustada indica que o custo de transporte é função direta da distância, embora cresça a taxas decrescentes. Os dados coletados em Salvador (Bahia), junto a transportadores na Central de Abastecimento, parecem refletir o frete médio observado na região. Na elaboração da matriz de custo de transporte não se consideraram as diferentes condições de estradas nem o tipo de veículo transportador. No entanto, o resultado a que se chegou é bastante coerente com o modelo teórico formulado.

A classificação inicial dos estados nordestinos, baseada no balanço entre oferta e consumo de abacaxi, apresentou Paraíba, Bahia e Rio Grande do Norte como pontos de oferta (estados com excedente de produção). Definido um preço para a região base e derivados os preços reais para cada estado, chegou-se à conclusão que, a esse novo preço, a Bahia consumiria maior quantidade de abacaxi, num *deficit* para o estado. Novamente aplicado o método de programação linear, envolvendo somente os outros dois estados como pontos de oferta, chegou-se ao equilíbrio. Somente Paraíba e Rio Grande do Norte têm condições de suprir o *deficit* dos demais estados, sendo que o Rio Grande do Norte supre parte do mercado cearense.

O Rio Grande do Norte apresentou uma vantagem comparativa em relação à Paraíba da ordem de Cr\$ 6,43

de 1965/67 por mil frutos. Isto sugere que seria vantajoso, para aquele Estado, estimular a produção de abacaxi.

O fluxo de abacaxi definido constitui um conjunto de rotas ótimas, desde que o custo de transporte se iguale à diferença entre preço no destino e preço na origem, para todos os X_{ij} .

Para o estado da Paraíba não foi possível definir "melhores mercados", desde que $C_{ij} - (V_j - U_i) = 0$, considerando-se quaisquer dos destinos. Para o Rio Grande do Norte os "melhores mercados" são Ceará, Piauí, Maranhão, Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco, nesta ordem.

LITERATURA CITADA

- BAHIA; 1975. Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia. CEPED. *Mercado do Centro-Sul para frutas "in natura" e processadas*. Salvador, CEPED. 36 p. (Versão preliminar).
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL; 1973. *Abacaxi nordestino. Pesquisa de mercado na Europa e Estados Unidos*. Fortaleza, BNB. 230 p.
- BRAGA, N.L.; 1976. *Vantagens comparativas no mercado nordestino de abacaxi*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária. 58 p. (Tese M.S.).
- BRASIL; 1972. Ministério da Agricultura. SUPLAN. *Sinopse estatística da agricultura brasileira. 1947-70*. Brasília. 5 v.
- _____; 1972. *Subsídios para o estudo da economia agrícola no nordeste*. Brasília, D.F. 3 v.
- BRESSLER, R. G., Jr. & KING, R. A.; 1970. *Markets, prices and inter-regional trade*. New York, John Wiley & Sons. 426 p.
- BRITTO, J. L. C. & ARAUJO, L. C. S.; 1975. *Abacaxi na Paraíba: aspectos da comercialização*. In: BRIT-



- TO, José Luiz Corujeira *et al.* *Abacaxi no Nordeste: produção e comercialização nas principais regiões produtoras.* Salvador, CEPED. (Boletim Técnico nº 4, Série Tecnologia de Alimentos).
- FERGUSON, C. E.; 1972. *Microeconomic theory.* 3rd ed. London, Irwin. 565 p.
- GUIA quatro rodas do Brasil; 1975. Rio de Janeiro, Editora Abril. 513 p.
- ÍNDICES ECONÔMICOS; 1976. *Conjuntura Econômica.* Rio de Janeiro, v. 30(1).
- JUDGE, G. G. & WALLACE, T. D.; 1958. Estimation of spatial price equilibrium models. *Journal of Farm Economics.* Menasha, 40(4): 801-20.
- LEITE, P. S.; 1971. Perspectivas do desenvolvimento da agricultura do Nordeste. *Revista Econômica.* Fortaleza, BNB, 3(10): 5-31.
- MADEIRA, J. L. & SIMÕES, C. C. da S.; 1972. Estimativas preliminares da população urbana e rural, segundo as unidades de federação, de 1960/1980, por uma nova metodologia. *Revista Brasileira de Estatística,* Rio de Janeiro, 33 (129): 3-11.
- OLIVEIRA, A. M. de; 1975. *Competição interregional no mercado brasileiro de feijão.* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária. 53 p. (Tese de M.S.).
- PATRICK, G.F.; 1972. *Desenvolvimento agrícola do Nordeste.* Rio de Janeiro, IPEA/INPES. 319 p. (Coleção Relatórios de Pesquisa, 11).
- PUCCHINI, A. de L.; 1972. *Introdução à programação linear.* Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico. 252 p.
- RAO, P. & MILLER, R. L.; 1971. *Applied econometrics.* Belmont (Califórnia), Wadsworth Publishing Co., Inc. 235 p.
- SANTOS, H. do N.; 1975. *Modelo de equilíbrio espacial do mercado brasileiro de arroz.* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária. 50 p. (Tese de M.S.).
- SILVA, A.; 1972. Oferta de abacaxi (*Ananas comosus*) no Estado da Paraíba, 1947-70. *Revista Ceres,* Viçosa, 19(106): 449-59.
- SILVA, F. C. C. de; 1974. *Funções de custo de transporte de frutas ao mercado de Brasília.* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária. 74 p. (Tese de M.S.).
- SUDENE/DAA; 1975a. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Salvador. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975b. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Aracaju. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975c. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Macaíó. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975d. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Recife. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975e. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de João Pessoa. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975f. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Natal. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975g. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Fortaleza. Recife, SUDENE.
- _____ ; 1975h. Aspectos da comercialização de produtos hortifrutigranjeiros na cidade de Te-

resina. Recife, SUDENE.
SUDENE/DAA; 1975i. Aspectos da co-

mercialização de produtos horti-
frutigranjeiros na cidade de São
Luiz. Recife, SUDENE.

ABSTRACT

The general objective of this study was to analyze the structural relationships of pineapple demand in the Northeast region of Brazil, as well as to evaluate the comparative advantage of the supplier states.

Consumption, price, and income data used in this study were obtained from secondary sources. Price and income series were corrected by a general price index (basis: 1965/67 = 100).

The pineapple demand equation, estimated for the Northeast region, suggests that *per capita* consumption is influenced by both *per capita* income and lagged *per capita* consumption. Short-run price-elasticity of pineapple demand is of about - 0.12. Income-elasticity of demand is of about 0.7, in the short-run, suggesting that pineapple is a normal good for Northeasterners.

The transportation cost function indicates that transportation cost is a direct function of distance, even though average costs rise at a decreasing rate. The cost data was collected directly from truckers at the Salvador Wholesale Market.

The initial classification of States was based upon the balances between demand and consumption. Paraíba, Bahia and Rio Grande do Norte are important suppliers. After defining the price for the basic region and deriving real prices for every other State, it was concluded that, for this new set of prices, Bahia would consume a larger quantity of product. That would result in a deficit for that state. Applying again the linear programming method for the two remaining supply points (states), a new equilibrium was obtained. Then, only Paraíba and Rio Grande do Norte were able to supply the deficit of the other states. Rio Grande do Norte would supply only part of the Ceará market.

Rio Grande do Norte shows a comparative advantage relative to Paraíba. Its was of about Cr\$ 6.43 of 1965/67 per thousand fruits. This suggests that it might be convenient to increase production in that state.

The programmed product flow is a set of optimal routes, since transportation costs are equal to the differences between prices in destinations and origins.

It was not possible to define "best markets" for Paraíba, since $C_{ij} - (Y_j - U_i) = 0$, considering all destinations. For Rio Grande do Norte the "best markets" are Ceará, Piauí, Maranhão, Bahia, Sergipe, Alagoas and Pernambuco, in that order.