

MODELO ECONOMÉTRICO DE OFERTA
MICROREGIONAL DE ARROZ

Alexandre Aad Neto
Alberto Martins Rezende
Sergio Alberto Brandt
Helôísa Helena Ladeira⁽¹⁾

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - O Problema e sua Importância

O arroz é uma das culturas básicas da região Amazônica, mantendo o Estado do Pará, há muitos anos, a posição de maior produtor desse ce real, com cerca de 70% da produção regional.

A cultura é das mais importantes, não só do ponto de vista so cial, em razão da grande parte de sua população dedicar-se a ela, sendo fa tor de sobrevivência, como do ponto de vista econômico, pois é uma das que mais contribui para a economia do Estado do Pará, bastando dizer que, em 1969, esta contribuição foi aproximadamente de 13 milhões de cruzeiros, ocu pando a quarta colocação em termos de valor da produção agrícola.

O conhecimento empírico das relações estruturais de oferta po de ser de grande valia na orientação de políticas e, ou programas de desenvolvimento da produção e comercialização estadual do arroz. Mais especificamente, a estimativa das elasticidades da oferta indica as reações de produtores, face às variações aleatórias ou controladas de preço do produto, (5).

1.2 - Objetivos

O objetivo geral deste estudo é de especificar e quantificar os efeitos de variáveis selecionadas sobre produção de arroz no Município

(¹) Os três primeiros autores são professores da Universidade Federal de Viçosa e o quarto autor citado é técnico do DER-ESA-UFV.

de Santarém e no Estado do Pará como um todo.

Especificamente, procura-se determinar as elasticidades da oferta a curto e longo prazos para o Município de Santarém e para o Estado do Pará.

1.3 - Revisão de Literatura

No Estado do Pará não existe qualquer estudo estrutural da oferta do referido produto. No quadro 1, apresenta-se algumas estimativas obtidas de estudos em diferentes regiões em processo de desenvolvimento e para o Brasil como um todo.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Teoria da Função de Oferta

A função de oferta explica a relação direta entre preço do produto e sua quantidade ofertada, por unidade de tempo, "ceteris paribus".

Em outros termos, o produtor ou vendedor tende a ofertar maiores quantidades do produto a preços mais altos do que a preços mais baixos e vice-versa.

A oferta é representada, diagramaticamente, como uma curva ascendente da esquerda para a direita, de baixo para cima, tendo em mente que preços altos levam os vendedores a colocar maior quantidade de produção no mercado.

As curvas de oferta são derivadas das curvas de custo da firma, resultantes da função de produção. Através do somatório das curvas individuais, podem-se determinar as curvas de oferta para a indústria.

Teoricamente, a curva da oferta de uma firma individual, num mercado de competição perfeita, é igual a sua curva do custo marginal, quando este estiver acima da curva do custo variável médio. Deste modo, a função de oferta para a indústria representa o somatório das curvas de oferta das firmas individuais, desde que os preços não estejam sendo afetados pelos níveis de produção. Havendo influência de determinadas economias ou deseconomias externas, a curva de oferta para a indústria não será simplesmente a soma das curvas das firmas individuais.

As curvas de oferta, derivadas das curvas de custo, são defini-

QUADRO 1.- Estimativas Seleccionadas de Elasticidades de Oferta de Arroz, em Diferentes Regiões em Processos de Desenvolvimento

Variável dependente	Fonte	Região	Período	Elasticidade	
				Curto prazo	Longo prazo
Quantidade produzida	BRANDT (2)	São Paulo	1948-63	0,62	4,10
Quantidade produzida	TOYAMA e PESCARIN (9)	São Paulo	1948-69	0,43	0,69
Área cultivada	SANTOS (8)	Minas Gerais	1947-69	0,06	0,08
Rendimento cultural	SANTOS (8)	Minas Gerais	1947-69	-0,01	...
Quantidade produzida	SANTOS (8)	Minas Gerais	1947-69	0,05	...
Quantidade produzida	RIBEIRO (7)	Minas Gerais	1948-69	0,04	0,06
Área plantada	RIBEIRO (7)	Minas Gerais	1949-69	0,14	...
Quantidade produzida	VILAS (10)	Goiás	1948-69	0,30	2,34
Área plantada	VILAS (10)	Goiás	1948-69	0,22	3,09
Área cultivada	PANIAGO (6)	Brasil	1946-66	0,31	1,74

das quando se tem: a) determinado conjunto de preços de produtos que na sua produção competem com o uso dos recursos da firma; b) determinado conjunto de preços de fatores; e c) determinado conjunto de tecnologia.

Estes três fatores anteriormente citados definem as condições de oferta para a firma ou para a indústria. Uma modificação em qualquer um destes fatores afetará as condições de oferta. Se as condições de oferta variarem, o resultado será uma quantidade diferente com o mesmo preço do produto.

A inclinação da curva de oferta é determinada pela função de produção. A curva de custo marginal constitui a curva de oferta para a firma. Por conseguinte, a inclinação da curva do custo marginal depende da inclinação da função de produção.

Suponha-se uma função de produção $y = f(x_1/x_2, \dots, x_n)$, representada diagramaticamente de sorte que o eixo horizontal indica os níveis do insumo variável exigido para dados níveis de insumos fixos e com eles atingir determinados, colocados no eixo vertical, níveis de produção (figura 1).

Converte-se a escala horizontal (investimento) em valores. Isto é conseguido facilmente, uma vez que o preço das unidades de investimento é uma constante. Pela simples multiplicação de cada nível de investimento pelo preço da unidade, serão obtidos os valores para nova escala de investimento (figura 2).

Dã-se uma rotação de um quarto de volta para a direita na figura 2 e obtêm-se a figura 3.

Para comodidade de interpretação, consegue-se, por meio de uma simples rotação da figura 3 sobre o seu eixo horizontal, a figura 4, que mostra as quantidades em forma convencional.

Isto demonstra que a função do custo total de produção ou simplesmente a função do custo total variável é um reflexo da curva de investimento-produção. A escala de investimento, contudo, é transformada de unidades físicas em unidades de valores.

Em um gráfico distribuído deste modo os custos fixos podem ser indicados por uma linha reta (figura 5).

Esta linha indica que os custos fixos ou custos dos investimentos fixos não variam de acordo com o nível do investimento.

Desde que o custo total inclui tanto custo fixo como o variável, o custo total pode ser distribuído em gráfico, como se vê na figura 6.

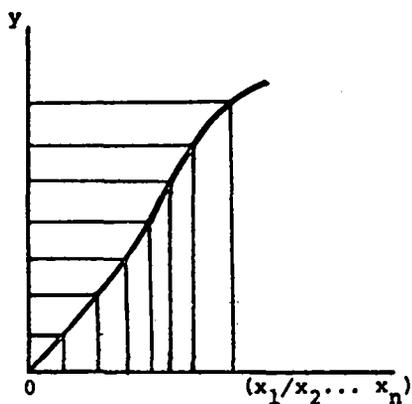


FIGURA 1. - Ilustração da Função de Produção.

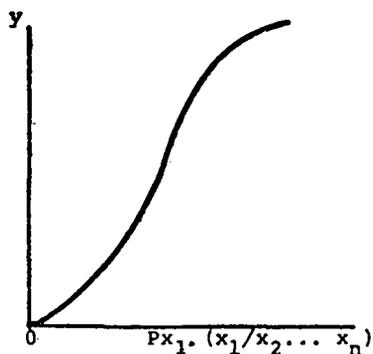


FIGURA 2. - Ilustração da Conversão da Escala de Investimento Físico em Investimento Monetário.

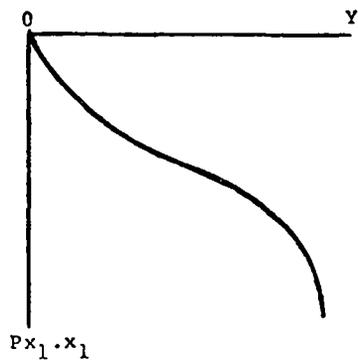


FIGURA 3. - Ilustração da Rotação da Figura Anterior.

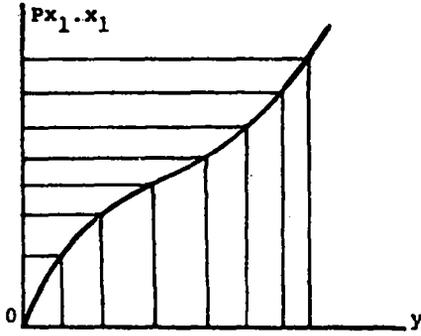


FIGURA 4. - Ilustração da Rotação da Figura Anterior sobre o Eixo Horizontal.

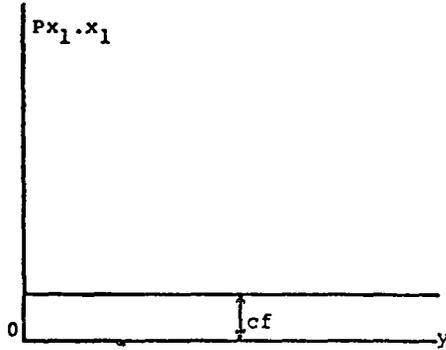


FIGURA 5. - Ilustração da Função do Custo Fixo (cf).

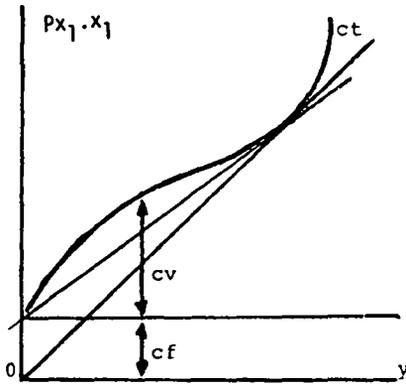


FIGURA 6. - Ilustração das Funções de Custo Total (ct), Custo Variável (cv) e Custo Fixo (cf).

O custo marginal pode ser definido como a adição ao custo total acompanhando a adição de uma unidade à produção. Ou pode ser definido como o custo necessário para conseguir uma unidade a mais de produção. O custo marginal deve ser distinguido do custo do fator marginal, que é apenas o preço da unidade de investimento, quando se presume que os preços são constantes.

Geometricamente, o custo marginal é definido como:

$$\frac{\Delta CT}{\Delta PT} \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta CVT}{\Delta PT}$$

Ao atingir o limite, isto se torna a inclinação da tangente para a curva de custo total no nível particular da produção.

Forçosamente é também obliquidade de tangente para a curva do custo variável total, porque a curva do custo total tem a sua forma da curva de custo variável.

Pode-se colocar a curva de custo marginal em gráfico como na figura 7.

O custo marginal corresponde, geometricamente, à inclinação de uma tangente à curva total ou à curva de custo variável total, o ponto de inflexão ou curva S.

Observa-se que a escala vertical da metade superior é diferente da escala da metade inferior da figura 7. O custo total pode ser em milhares de cruzeiros, enquanto que o custo marginal, para aumentar mais uma unidade à produção, pode ser apenas uns poucos centavos. Contudo, em ambos os gráficos, a escala horizontal ou unidade da produção mantém-se a mesma.

Observa-se que a obliquidade de CT é representação geométrica da unidade média total de custo mais baixo.

A obliquidade O'S é a unidade média variável de custo mais baixo. Desde que estas linhas são tangentes a O'RST suas obliquidades também representam custos marginais, isto é, o custo marginal é igual ao custo médio em seus pontos mais baixos, o que também é demonstrado na metade inferior da figura 7.

Pela ordem dos pontos mais baixos, o custo marginal atinge um ponto mais baixo, primeiramente, antes de atingir o custo médio variável em OA, e finalmente, o custo médio total em OB.

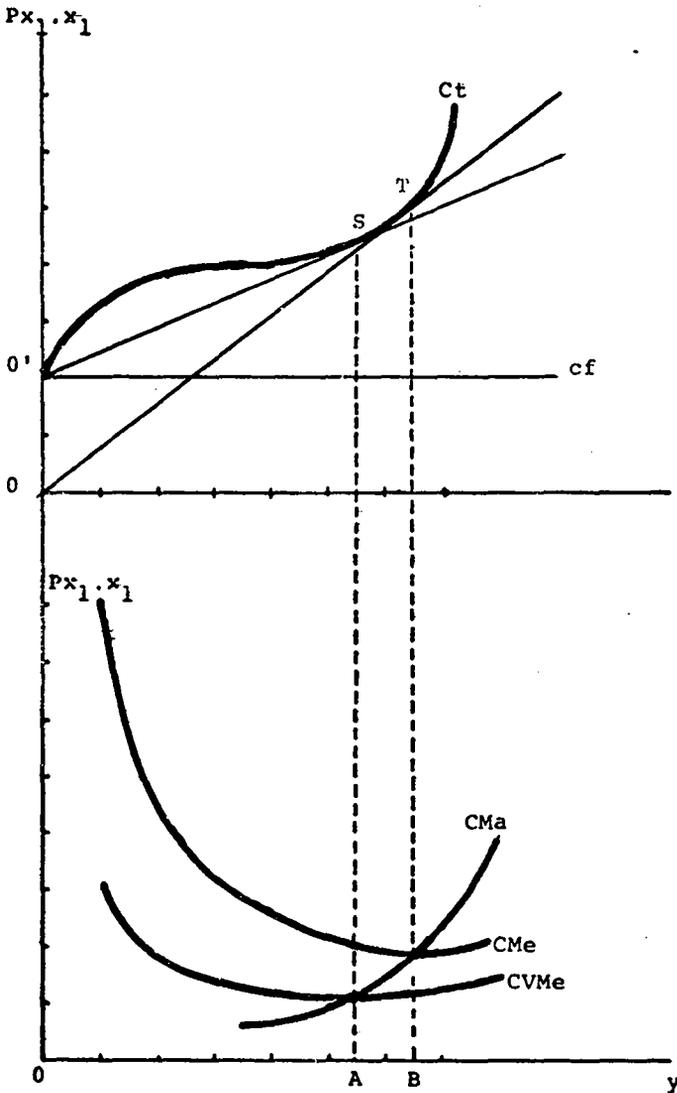


FIGURA 7. - Derivação das Curvas de Custo Marginal (C_{Ma}), Custo Médio (C_{Me}) e Custo Variável Médio (C_{VMe}) a partir da Função de Custo Total.

Nestas circunstâncias, o empresário fixará sua produção ao nível em que os custos marginais se igualem às receitas marginais (figura 8).

A curva de custo marginal, acima do custo variável médio, é a curva de oferta da firma. Assim, o único meio para que qualquer firma possa produzir mais e expandir a sua produção ao longo da curva de custo marginal.

A curva do custo marginal, a longo prazo, de uma firma isolada, será menos inclinada do que a curva marginal a curto prazo e a produção deverá, conseqüentemente, expandir-se mais do que aquela a curto prazo (figura 9).

2.2 - Modelos com Retardamentos Distribuídos

Existe um retardamento entre uma variação no preço corrente e a variação na quantidade produzida. Essencialmente, este retardamento se compõe de duas partes: a) o retardamento psicológico, o qual diz respeito ao lapso de tempo decorrido entre a variação no preço corrente, o reconhecimento de que o preço realmente mudou e o ajustamento de expectativa baseado na aquela mudança. Pode haver ainda um retardamento adicional em razão da resistência à mudança, e b) o retardamento físico, que se refere ao tempo mínimo necessário para mudança na produção, que, para a maioria das atividades agrícolas, é de um ano.

Os retardamentos distribuídos surgem na teoria quando dada causa econômica produz seu efeito somente após a passagem de algum retardamento, de tal modo que seu pleno efeito não é sentido de uma só vez, em um único ponto no tempo, mas se distribui ao longo do tempo.

A função de oferta a longo prazo pode ser apresentada da seguinte forma:

$$(I) \quad Y^* = a_0 + a_1 x_1 + E$$

onde: y é a produção desejada a longo prazo; a_0 é a intercepção em y quando as variáveis explicativas são iguais a zero; a_1 é o coeficiente de regressão; x_1 é o preço real do produto; E é o componente do erro ao acaso.

Pressupondo que os agricultores agem no sentido de eliminar o desequilíbrio entre a produção atual e a produção desejada a longo prazo, a extensão de ajustamento de produção planejada para o ano em curso, em rela-

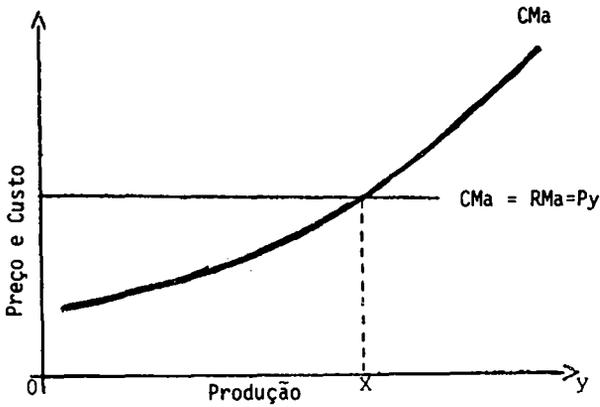


FIGURA 8. - Nível de Produção para Maximização de Lucro.

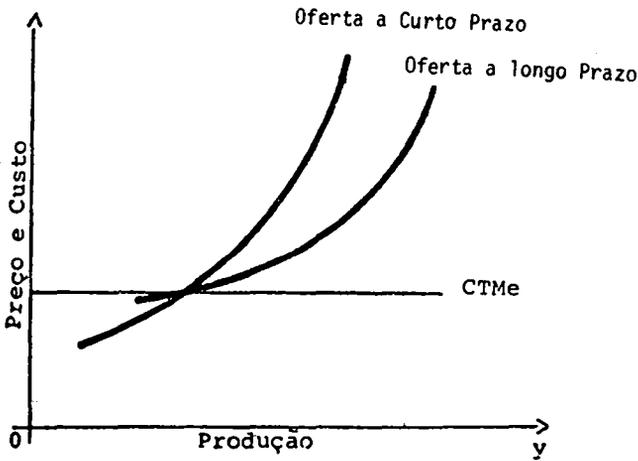


FIGURA 9. - Curvas de Custo Marginal a Curto e Longo Prazos (oferta a Curto e a Longo Prazos), respectivamente.

ção à produção obtida no ano anterior, pode ser apresentada pela seguinte equação, supondo ausência de mudanças nas variáveis explicativas, das quais a oferta depende:

$$(II) \quad y_t - y_{t-1} = b (y^* - y_{t-1})$$

onde: y_t é a produção no ano em curso; y_{t-1} é a produção no ano anterior; b é o coeficiente de elasticidade de ajustamento e y^* é a área plantada no ano t .

Como as equações (I) e (II) não podem ser estimadas, visto terem variáveis não observáveis no mercado, obtêm-se uma equação empírica (III) para a produção do ano em curso, da qual são derivadas as elasticidades de oferta a curto e a longo prazo:

$$(III) \quad y_t = b a_0 + b a_1 x_1 + (1 - b) y_{t-1} + bE$$

que representa não propriamente uma equação de oferta, mas sim uma relação entre variáveis observáveis.

As estimativas para as equações de oferta a longo prazo são obtidas dividindo os coeficientes das variáveis explicativas a curto prazo pelo coeficiente de ajustamento.

O coeficiente de ajustamento é obtido subtraindo da unidade o coeficiente da área plantada no ano anterior (y_{t-1}).

O coeficiente do ajustamento constitui a parcela de desequilíbrio entre a produção atual e a planejada a longo prazo, que é eliminada num período de tempo.

2.3 - Relações Esperadas

Para estimativa de relações de oferta de arroz foram utilizadas as informações de fonte secundária para o Estado do Pará como um todo e para o município maior produtor - Santarém. Estas informações se resumem em séries temporais de produção e preços deste produto (quadros 2 e 3).

O modelo mais geral usado para estimar relações de resposta de produção inclui retardamentos distribuídos:

$$\hat{y} = a + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 z_3 + b_4 z_4 + b_5 z_5 + b_6 z_6 + b_7 z_7$$

onde: \hat{y} é a estimativa da quantidade de arroz produzida no ano t , expressa em toneladas; z_1 é a quantidade de arroz produzida no ano $t-1$, expressa

QUADRO 2.- Quantidade Corrente, Quantidade Retardada, Preço Real Retardado (Cr\$ de 1970 = 100) e Tendência para a Cultura do Arroz em Sant
rem, PA, 1960-71

Ano	Q_t (t)	Q_{t-1} (t)	P_{t-1} 1970=100 (Cr\$/t)	T 1960=1
1960	3.000	2.520	284,31	1
1961	2.220	3.000	242,21	2
1962	1.998	2.220	244,19	3
1963	2.700	1.998	366,67	4
1964	3.000	2.700	361,22	5
1965	6.000	3.000	232,88	6
1966	5.040	6.000	155,24	7
1967	7.800	5.040	307,57	8
1968	9.000	7.800	359,39	9
1969	11.160	9.000	289,31	10
1970	12.000	11.160	239,58	11
1971	13.334	12.000	250,00	12

Fonte: Departamento Estadual de Estatística do Parã - DEE - Parã.

QUADRO 3.- Quantidade Corrente, Quantidade Retardada, Área Colhida Corrente, Área Colhida Retardada, Rendimento Cultural Corrente, Rendimento Cultural Retardado, Preço Real Retardado (Cr\$ de 1970=100) e Tendência para a Cultura do Arroz, Estado do Pará, 1951-70

Ano	Q_t (t)	Q_{t-1} (t)	A_t (ha)	A_{t-1} (ha)	R_t (t/ha)	R_{t-1} (t/ha)	P_{t-1} 1970=100 Cr\$/t	T
1951	21.838	38.397	25.098	28.517	0,879	0,996	244,19	1
1952	25.858	21.838	25.088	25.098	1,031	0,870	268,00	2
1953	27.912	25.858	29.274	25.088	0,953	1,031	258,93	3
1954	28.293	27.912	30.346	29.274	0,932	0,953	315,62	4
1955	30.441	28.293	32.866	30.346	0,926	0,932	260,98	5
1956	32.531	30.441	35.027	32.866	0,929	0,926	240,00	6
1957	39.341	32.531	45.192	35.027	0,876	0,929	200,00	7
1958	38.327	39.341	42.470	45.192	0,902	0,876	303,84	8
1959	40.755	38.327	47.313	42.470	0,861	0,902	322,30	9
1960	30.786	40.755	47.310	47.313	0,651	0,861	254,41	10
1961	40.413	30.786	50.942	47.310	0,794	0,651	284,43	11
1962	39.422	40.413	49.217	50.942	0,800	0,794	266,16	12
1963	56.455	39.422	65.515	49.217	0,862	0,800	334,50	13
1964	51.112	56.455	63.008	65.515	0,811	0,862	307,60	14
1965	67.955	51.112	74.039	63.008	0,918	0,811	235,28	15
1966	61.790	67.955	67.477	74.039	0,916	0,918	193,34	16
1967	60.525	61.790	62.974	67.477	0,961	0,961	318,57	17
1968	74.858	60.525	74.304	62.974	1,001	0,961	328,30	18
1969	63.810	74.858	64.508	74.304	0,989	1,001	252,70	19
1970	73.055	63.810	74.580	64.508	0,979	0,989	252,47	20

Fonte: ETEA - MA.

em toneladas; z_2 é o rendimento cultural de arroz no ano t , expresso em toneladas por hectare; z_3 é o preço real de arroz no ano $t-1$, expresso em cruzeiros de 1970 por tonelada; z_4 é o preço real de milho no ano $t-1$, expresso em cruzeiros de 1970 por tonelada; z_5 é o preço real de feijão no ano $t-1$, expresso em cruzeiros de 1970 por tonelada; z_6 é o preço real de mandioca em raiz no ano $t-1$, expresso em cruzeiros por tonelada; z_7 é uma variável de tendência ou tempo, expressa em anos, onde $1951 = 1$, e a e b_i são constantes de regressão.

A variável z_2 , rendimento cultural da produção de arroz, considerada como indicador do nível tecnológico da cultura, e y_1 , produção corrente de arroz, devem apresentar relação direta; a variável independente em causa é encarada como um deslocador da função de oferta.

As variáveis z_3 , preço real retardado do arroz, e y_1 , produção corrente do arroz, devem apresentar relação direta, pressupondo que o empresário rural seja estimulado a produzir mais a preços mais altos do produto e vice-versa. Esta hipótese tem fundamento direto na chamada "lei de oferta".

No que diz respeito às variações z_4 , z_5 e z_6 não se pode, "a priori", especificar a natureza das suas relações com y_1 , quantidade produzida de arroz. Em outras palavras, a teoria não especifica quais os produtos que tendem a apresentar relações competitivas ou complementares com o produto em pauta, visto que este é um problema de ordem empírica. Esperam-se relações inversas para produtos competitivos, isto é, na medida que os preços do(s) produto(s) competitivo(s) soem, o empresário rural é estimulado a produzir mais do(s) referido(s) produto(s), ao invés de produzir arroz. Se produtos competitivos tem seus preços diminuídos, espera-se maior reação da empresa no sentido de produzir maior quantidade de arroz. Para produtos complementares espera-se uma relação direta, isto é, na medida que aumentam os preços dos produtos complementares, espera-se que a quantidade produzida de arroz aumente. Deste modo é possível, determinar, quais produtos têm relações competitivas ou complementares, em termos de uso de recursos, com a produção de arroz.

As variáveis z_1 e z_7 são introduzidas no modelo com os objetivos específicos de a) derivar equações de oferta a longo e curto prazos; e b) determinar a taxa de deslocamento anual da função de oferta devido a outros fatores que não os explicitamente incluídos no modelo.

Outras variáveis que poderiam ser consideradas como deslocado

ras da função de oferta de arroz foram: precipitação pluviométrica e preços de produtos da pecuária bovina de corte, uma vez que a cultura é reconhecimento exigente em suprimento de água e, por outro lado, a cultura tem sido utilizada pelos empresários rurais da região como meios preliminares de preparo do solo para formação de pastagens. Entretanto, o nível de precipitação médio na região é de molde a tornar negligenciável a probabilidade de deficiência hídrica. Além disso, a produção de arroz da maioria das áreas estudadas caracteriza-se como atividade agrícola principal, diferindo daquela tendência geral da região, em que a produção de arroz segue-se a implantação de projetos da pecuária de corte.

O referido modelo básico é uma equação multivariada e foi ajustado pelo método dos mínimos quadrados ortodoxos. As hipóteses referentes aos coeficientes de regressão parcial foram testados por meio do teste "t" do Student. O grau de ajustamento da regressão das variáveis independentes relacionadas sobre a produção corrente foi avaliado pelo coeficiente de múltipla determinação. O problema de multicolineariedade foi evitado, foram ajustadas diversas equações estimativas em que se subtraem uma ou mais variáveis explicativas no modelo básico. Isto permitirá, pelo menos em parte, avaliar possíveis efeitos de multicolineariedade sobre os valores dos parâmetros estimados (7). O critério de exclusão de uma ou mais variáveis nas equações alternativas é o de alta correlação desta ou destas variáveis com outras, remanescentes no modelo geral. A estatística de Durbin-Watson foi usada para avaliação de problemas de correlação serial nos resíduos das equações estimadas, (1) e (4).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações de oferta de arroz a curto e a longo prazo, para o Município de Santarém e para o Estado do Pará como um todo, são derivadas de equações empíricas de resposta de produção apresentadas nos quadros 4 e 5.

Teoricamente, a elasticidade de oferta de um produto agrícola como o arroz é igual ao somatório das elasticidades-preço das respostas de área e rendimento cultural, visto que a produção ou quantidade produzida é igual ao produto de área cultivada pelo rendimento cultural. Assim, seria de interesse decompor a elasticidade-preço da oferta nas suas duas componentes básicas. Neste estudo, entretanto, problemas de natureza estatística

impossibilitaram a obtenção de estimativas fidedignas e ou coerentes das elasticidades-preço de área e rendimento da cultura de arroz, tanto para o Município quanto para o Estado do Pará como um todo.

O modelo estimativo da relação de resposta à produção utilizado para derivar as equações de oferta a curto e a longo prazo de arroz no Município de Santarém é o modelo II apresentado no quadro 4. A regressão linear de quantidade produzida no ano corrente sobre quantidade retardada (z_1) preço corrigido retardado de arroz (z_2) e tendência ou tempo (z_3) explicou oitenta e nove por cento da variação observada na variável dependente. A estatística de Durbin-Watson (d') utilizada para verificar a existência ou não de correlação serial nos resíduos desta equação, apresentam resultado inconclusivo.

No modelo II, apresentado no quadro 4, todas as variáveis são expressas nos logaritmos decimais dos valores observados. O coeficiente de regressão da variável z_1 é estatisticamente diferente de zero ao nível de probabilidade de 0,01 e o coeficiente estimado da variável z_2 é quase igual ao respectivo erro padrão. Para alguns economistas agrícolas, a simples coerência da estimativa empírica com o parâmetro estrutura sugerido pela teoria econômica permite a aceitação daquele valor empírico como indicador do verdadeiro coeficiente estrutural (3). O coeficiente da variável z_3 é estatisticamente significativo pelo menos ao nível de probabilidade 0,05.

A equação de oferta de arroz a longo prazo, derivada da equação empírica (Modelo II), é a seguinte:

$$y_{11}^* = 0,583 z_2^{1,507} z_3^{1,120}$$

a qual indica que para uma variação de 1% em preço corrigido de arroz, outros fatores permanecendo constantes, seria de esperar uma variação de aproximadamente de 1,5% na produção de arroz no Município de Santarém, no longo prazo. Neste estudo, entende-se por longo prazo a extensão de tempo suficiente para permitir à empresa produtora complete ajustamento face a uma variação em preço. Na teoria da firma isto se refere ao prazo em que se permitem variar todos os fatores da produção.

Este valor, como era de esperar, é substancialmente maior que a elasticidade-preço da oferta de arroz, estimado para o curto prazo. Os coeficientes das variáveis z_3 no modelo II e na equação de oferta a longo prazo podem ser interpretados como "elasticidades de tendência", respectiva

QUADRO 4.- Equações Estimativas da Relação de Resposta de Produção no Município de Santarém, Estado do Pará, 1960-71

Especificação	Modelo alternativo (1)		
	I	II	III
b_0	-1.320,710	-0,112	1,466
b_1	0,630	0,791	0,410
t	2,570	3,877	1,338
b_2	3,465	0,315	0,176
t	0,625	0,926	0,556
b_3	508,765	0,234	0,050
t	2,100	1,349	2,097
$R^2_{y. 1,2\dots k}$	0,93	0,89	0,89
d'	2,98 (I)	2,66 (I)	2,96 (I)

(1) Nos modelos I e III todas as variáveis são expressas nos números naturais dos valores observados e no modelo II todas as variáveis são expressas na forma logarítmica. Para a estatística d' de Durbin-Watson, I indica teste inconclusivo em relação à existência ou não de correlação serial nos resíduos. As variáveis (z) para os respectivos coeficientes de regressão parcial (b_i) são: z_1 é a quantidade produzida no ano t-1, expressa em toneladas; z_2 é o preço recebido pelo empresário rural no ano t-1, expresso em cruzeiros de 1970, por tonelada; z_3 é tendência ou tempo 1960=1.

mente, nos curto e longo prazos.

O modelo estimativo da relação de resposta à produção utiliza do para derivar as equações de oferta a curto e longo prazo de arroz, para o Estado do Parã como um todo, é o modelo II do quadro 5. A regressão linear de quantidade produzida de arroz no ano t (y_{12}) sobre quantidade produzida no ano t-1 (z_1), preço corrigido de arroz no ano t-1 (z_3), preço corrigido de milho no ano t-1 (z_4), preço corrigido de mandioca no ano t-1 (z_6) e rendimento cultural de arroz no ano t-1 (z_2) explica 91% da variação total observada em produção corrente de arroz e a estatística de Durbin-Watson indica ausência de correlação serial dos resíduos na equação ajustada.

Neste modelo, todas as variáveis são expressas nos logarítmos decimais dos valores observados e, desse modo, os coeficientes de regressão estimados podem ser interpretados como uma elasticidade de resposta de produção a curto prazo, exceto o coeficiente da variável z_1 , que é utilizado para derivação do coeficiente de ajustamento ($1-b_1$). Todos os coeficientes de regressão parcial desta equação são estatisticamente diferentes de zero, pelo menos ao nível de probabilidade de 0,01. A equação de oferta do arroz no longo prazo derivada desta equação empírica (modelo II), é a seguinte:

$$y_{12}^* = 3,656 z_2^{1,918} z_3^{0,518} z_4^{0,912} z_6^{-1,566}$$

Esta equação indica que, no longo prazo, a produção estadual de arroz é altamente sensível às variações em preços de arroz, milho e mandioca e que, outras variáveis permanecendo constantes, uma variação de 1% em rendimento cultural tende a resultar uma variação de aproximadamente 2% no mesmo sentido, com exceção da mandioca, que é em sentido contrário na produção corrente do arroz. Como era de esperar, as elasticidades preço da oferta no longo prazo são relativamente maiores que as elasticidades-preço da oferta de arroz no curto prazo. Assim, para uma variação de 1% no preço de arroz é de esperar variações de 0,2% e 0,5%, em variação de 1% em preço de milho é de esperar acréscimos de produção de arroz da ordem de 0,5 e 0,9% na produção de arroz no ano seguinte. O milho parece ser uma atividade complementar à produção de arroz no Estado. Para uma variação de 1% em preço de mandioca, é de esperar variações de 1,1% e 1,5% na produção de arroz, no ano seguinte, em sentido contrário. O sinal do coeficiente de z_6 também sugere relações de natureza competitiva entre a produção de arroz e de mandioca.

QUADRO 5.- Equações de Estimativas da Relação de Resposta de Produção, Estado do Pará, 1951-70

Especificação	Modelo alternativo (1)		
	I	II*	III
b_0	1,816	2,045	1,046
b_1	0,580	0,442	0,647
t	4,510	3,599	5,991
b_2	0,953	1,070	1,420
t	3,024	3,903	4,649
b_3	0,511	0,289	0,221
t	2,348	1,401	1,076
b_4	...	0,509	...
t	...	2,535	...
b_5	0,478
t	2,875
b_6	-0,696	-0,874	-0,807
t	3,395	4,619	4,676
$R^2_{y. 1,2...k}$	0,87	0,91	0,96
d'	2,26 (NCS)	2,20 (NCS)	2,99 (I)

(1) Nos modelos I, II e III, todas as variáveis são expressas na forma loga rítmica. Para estatística d' de Durbin-Watson I indica teste inconclusivo e NCS indica não evidência de correlação serial. As variáveis (z_i) para os respectivos coeficientes de regressão parcial (b_i) são: z_1 é quantidade de arroz produzida no ano t-1, expressa em toneladas; z_2 é rendimento cultural, expresso em toneladas por hectare; z_3 é preço real de arroz no ano t-1, expresso em cruzeiros de 1970, por tonelada; z_5 é preço real do feijão no ano t-1, expresso em cruzeiros de 1970, por tonelada; z_6 é o preço real de mandioca no ano t-1, expresso em cruzeiros de 1970, por tonelada.

As estimativas de elasticidade de oferta de arroz obtidas para o Estado como um todo parecem mais plausíveis que as estimativas obtidas para o Município de Santarém. Assim, por exemplo, a estimativa de elasticidade-preço da oferta de arroz, no longo prazo, obtida para o Estado do Pará ($E_p^* = 0,5$), parece mais coerente com o conhecimento empírico do que a estimativa obtida para o Município de Santarém ($E_p^* = 1,5$). Isto pode ser explicado, pelo menos em parte, por um possível viés na estimativa de coeficiente de ajustamento da produção no Município de Santarém, em virtude de evidente erro de especificação do modelo. É aparente que inúmeras variáveis que podem afetar a produção de arroz foram omitidas no modelo (quadro 5). Esta deficiência não pode ser corrigida, por falta de informações (séries temporais) indicadoras destas variáveis, para aquela área específica ajustada.

4 - CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente estudo possibilitam algumas conclusões com relação à resposta de produção e oferta de arroz para o Município de Santarém e para oito municípios selecionados do Estado do Pará, incluindo o Município de Santarém.

Uma conclusão mais geral é a de que os produtores paraenses de arroz reagem às variações em preços do produto, produtos competitivos e complementares.

As elasticidades de oferta estimadas para os prazos curto e longo oscilam entre 0,3 e 1,5 e 0,3 e 0,5, respectivamente, para o Município de Santarém e para o Estado do Pará. Verifica-se que a elasticidade-preço de oferta de arroz a curto prazo foi inferior à encontrada para longo prazo, o que é consistente com a teoria.

Os resultados mostraram uma elasticidade-preço relativamente baixa, quer para curto, quer para longo prazo, com exceção do Município de Santarém, que para longo prazo foi de 1,5. Isto pode ser explicado, pelo menos em parte, por um possível viés na estimativa do coeficiente de ajustamento da produção no Município de Santarém, em virtude de evidente erro de especificação do modelo. Esta deficiência não pode ser corrigida por falta de informações (séries temporais) que indiquem estas variáveis com relação à área específica ajustada.

Os resultados indicam que aumentos substanciais nos preços de arroz tendem a provocar modificações menos que proporcionais na produção da

cultura do arroz, com exceção para longo prazo para o Município de Santarém, que são modificações mais do que proporcionais.

Assim, para uma variação de 1% no preço de arroz é de esperar variações de 0,3% e 0,5% em produção de arroz a curto e a longo prazos, respectivamente, para as oito áreas selecionadas do Estado do Pará, enquanto que para o Município de Santarém as variações são de 0,3 e 1,5% em produção de arroz a curto e a longo prazos.

As funções de resposta de produção para o Município de Santarém e para as áreas selecionadas do Estado do Pará explicaram cerca de 89 e 91% das variações de produção, respectivamente.

O coeficiente de ajustamento da produção variou em torno de 0,2 e de 0,6, respectivamente, para o Município de Santarém e Estado do Pará.

A instabilidade de preços pode ser considerada uma das causas por que os produtores de arroz fazem ajustamentos de produção relativamente pequenos a curto prazo. Sendo assim, a incerteza defrontada pelo produtor, com relação a preços, dificulta o planejamento racional da produção.

O coeficiente de elasticidade-cruzada da oferta, relativo a preço de milho para as áreas selecionadas, revela a existência de complementariedade entre esses produtos. Acréscimos no preço de milho tendem a causar acréscimos na produção de arroz.

Isto já não acontece com a cultura da mandioca, visto que esta cultura mostrou caráter competitivo com a produção de arroz. Isto significa que acréscimos nos preços de mandioca em raiz tendem a provocar diminuição na produção de arroz.

As estimativas da elasticidade de oferta de arroz, a longo prazo, obtidas para as oito áreas selecionadas como um todo, parecem ser mais plausíveis do que as estimativas obtidas para o Município de Santarém. Assim, por exemplo, a estimativa de elasticidade-preço de oferta de arroz, obtida a longo prazo para as áreas selecionadas do Estado do Pará ($E_p^* = 0,5$), parece mais coerente com o conhecimento empírico do que a estimativa obtida somente para o Município de Santarém ($E_p^* = 1,5$).

RESUMO

O objetivo deste estudo é especificar e quantificar os efeitos de variáveis selecionadas sobre a produção do arroz no Município de Santa-

rêm e em oito áreas do Estado, incluindo o Município de Santarêm, utilizando séries temporais para derivação posterior da relação da oferta.

As equações estimativas foram ajustadas pelo método dos mínimos quadrados ortodoxos.

Dentre os principais resultados e conclusões destacam-se os seguintes:

As funções de resposta de produção para o Município de Santarêm e para o Estado do Pará explicaram cerca de 89 e 91% das variações de produção, respectivamente.

As elasticidades de oferta estimadas para os prazos curto e longo oscilam entre 0,3 e 1,5 e 0,3 e 0,5, respectivamente, para o Município de Santarêm e para o Estado do Pará. Disto se conclui que os rizicultores de Santarêm e do Estado reagem de modo direto e substancial a variações em preços do produto.

O coeficiente de ajustamento da produção variou em torno de 0,2 e de 0,6, respectivamente, para o Município de Santarêm e Estado do Pará.

Parece existir relações de complementariedade entre as culturas de arroz e milho e algum grau de competição entre as culturas de arroz e mandioca. Os produtores de arroz também reagem a variáveis preços de milho e mandioca, porém de modo diferente.

SUMMARY

The objectives of this study are to specify and evaluate the effects of selected variables on the production of rice in the município of Santarêm and in 8 areas of Pará including the município of Santarêm, utilizing time series data estimate supply.

The estimated equations were fitted by the orthodox least squares method.

Among the principal results and conclusions, the following are outstanding:

The production response function of the município of Santarêm and of the state of Pará explained about 89 and 91% of the variations in rice production, respectively.

The estimated elasticity of supply in the short and long run oscillate between 0.3 and 1.5, and 0.3 and 0.5, respectively, in the município

pio of Santarém and Pará. From this it is concluded that the rice producers of Santarém and Pará react directly and substantially to variations in product price.

The coefficient of production adjustment varied around 0.2 and 0.6, respectively, for Santarém and Pará.

There seems to exist complementary relations between the production of rice and corn and some degree of competition between rice and cassava. The producers of rice also react in different ways to variations in the prices of corn and cassava.

LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, R.L. The problem of autocorrelation in regression analysis. *Journal of the American Statistical Association*. Washington, 49 (256): 113-129, Dec. 1954.
2. BRANDT, S.A. Estimativas de oferta de amendoim, arroz e mamona no Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1965. 18 p.
3. CROMARTY, W. An econometric model for United States agriculture. *JASA*, Washington 54 (287): 556-74, 1959.
4. DURBIN, J. & WATSON, G.S. Testing for serial correlation in least squares regression, II. *Biometrika*, 38 (2): 159-178. Aug. 1951.
5. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Projeções da oferta e demanda de produtos agrícolas para o Brasil. Rio de Janeiro, FGV, 1966. 269 p.
6. PANIAGO, E. An evaluation of agricultural price policies for selected food products: Brazil. Lafayette, Purdue University, 1969. 221 p. (Tese Ph.D.).
7. RIBEIRO, J.L. Estimativa das relações estruturais da oferta de arroz no Estado de Minas Gerais. *Informativo Estatístico de Minas Gerais*, Belo Horizonte, 7 (80): 4-17. Jan. 1972.
8. SANTOS, L.F. Estimativa de oferta de arroz, milho e feijão em Minas Gerais, 1947/1969. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1972. 91 p. (Tese M.S.).
9. TOYAMA, N.K. & PESCARIN, R.M.C. Projeções de oferta agrícola do Estado de São Paulo. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, 17 (9-10): 1-97, set./out.1970.
10. VILAS, A.T. Estimativas de funções de oferta de arroz para o Estado de Goiás e suas implicações econômicas, período 1948-69. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1972. 137 p. (Tese M.S.).