

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUTIVIDADE DE RECURSOS PRODUTIVOS NA PECUÁRIA DE CORTE NO ESTADO DE SÃO PAULO*

Nelson Batista Martin
Nelson Kazaki Toyama
Zuleima Alleoni Pires**

SINOPSE

Este trabalho analisa a alocação e produtividade dos recursos utilizados na produção pecuária nas Divisões Regionais Agrícolas de Araçatuba, Bauru, São José do Rio Preto e Presidente Prudente, no Estado de São Paulo. A metodologia utilizada é constituída pela estimativa de funções de produção e pela decomposição da produtividade total entre os fatores de produção considerados.

Entre os resultados obtidos, tem-se que todas as funções estimadas apresentaram bom ajustamento. O mesmo ocorreu com todos os fatores, com exceção de trabalho, que foram significantes ao nível de, 5% de probabilidade. As funções estimadas para a atividade pecuária indicaram retornos constantes à escala, enquanto que nas estimadas por DIRA os retornos à escala foram levemente crescentes. Enquanto que as funções estimadas por atividades eram estatisticamente diferentes, as estimadas por região apresentaram resultados díspares. Os fatores que apresentaram maiores produtividades foram terra e capital fixo.

Na análise inter-regional, o fator terra apresentou maior produtividade na DIRA de Presidente Prudente e menor na DIRA de Bauru. O fator trabalho apresentou maior valor do produto marginal na DIRA de Bauru. No caso dos fatores capital fixo e operacional, maiores VPMG foram encontrados nas DIRAs de São José do Rio Preto e Araçatuba. As diferenças regionais encontradas sugerem ajustamentos na política agrícola relativa ao setor pecuário, ao nível das DIRAS, a fim de melhorar a eficiência na alocação de recursos.

SUMMARY

This study analyses resource allocation and productivity of beef cattle production in the Regions of Araçatuba, Bauru, São José do Rio Preto and Presidente Prudente, in the State of São Paulo. The methodology is based on the

* Trabalho apresentado na XV Reunião Anual da SOBER, realizada em Viçosa-MG, de 18 a 21 de julho de 1977.

** Técnicos do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

estimation of production functions and the sharing of total productivity among the factors considered.

All the functions estimated presented a good adjustment and, with the exception of labor, all variables were significant at the 5% probability level. The functions adjusted to cattle activities indicated constant returns to scale, while those adjusted by Region showed slightly increasing returns. Whereas the functions adjusted by activity were statistically different, the ones adjusted by region presented variate results. Soil and fixed capital were the factors with higher productivity.

Among regions, soil presented higher productivity in Presidente Prudente and smaller in Bauru; labor presented higher productivity in Bauru. Fixed and operational capital had higher VMP in São José do Rio Preto and Araçatuba. Regional differences suggest the need for agricultural policy adjustments in the beef cattle sector at the regional level, in order to improve efficiency in resource allocation.

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUTIVIDADE DE RECURSOS PRODUTIVOS NA PECUÁRIA DE CORTE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Nelson Batista Martin
Nelson Kazaki Toyama
Zuleima Alleoni Pires

1. INTRODUÇÃO

A pecuária bovina no Estado de São Paulo, concentrando uma população de 10 milhões de cabeças, ocupando aproximadamente 11 milhões de hectares de pastagens e com o maior conjunto de frigoríficos do país, adquire grande importância na economia agrícola do estado e da região do Brasil central. No caso específico da pecuária de corte, esta atividade tem se mostrado como o principal produto da agricultura paulista, com uma participação variando de 14% a 20% no valor total da produção agrícola do estado (quadro 1).

Análises recentes da pecuária de corte em São Paulo (5) indicaram que esta atividade se encontra distribuída entre produtores com diferentes tipos de especialização, tais como cria (produção de bezerros), cria-recria (produção de novilhos par engorda), integrado (produção do bezerro até o boi destinado para abate) e engorda. Essas especializações apresentam a mesma importância em relação à área ocupada com pastagem, e o maior número de pecuaristas é constituído por criadores, seguidos pelos especializados em cria-recria (quadro 2). Por outro lado, nota-se uma evidente especialização pecuária nas principais regiões onde predomina a bovinocultura de corte. Assim, nas regiões de Araçatuba e Presidente Prudente, as fazendas do tipo integrado e de engorda são as mais importantes, em termos de área de pastagem explorada, enquanto qual nas de Bauru e São José do Rio Preto as empresas de cria e cria-recria se sobressaem. Desse modo, há indicações de uma nítida especialização da pecuária de corte a nível regional, isto é, regiões onde predomina a produção de bezerros e novilhos e outras especializadas na produção do produto final do processo de produção pecuária: o boi para abate.

Além desses aspectos, verificou-se que nas pequenas e médias empresas ocorria grande predominância das atividades de cria e cria-recria, enquanto que nas grandes, as atividades de engorda e integradas eram as mais expressivas (quadro 3).

Outro fato importante constatado no referido trabalho (5) foi de que a produtividade das pastagens, em termos de unidade-animal por hectare, mostrou-se decrescente com o tamanho das empresas que exploram a pecuária (quadro 4).

Resumindo, as análises efetuadas entre a tecnologia, produção e produtividade na pecuária de corte paulista indicaram os seguintes pontos mais relevantes:

- a) elevada frequência de empresas especializadas de cria constituem empresas de pequeno porte (até 130 ha de pastagem) e constituem a maior proporção do total das empresas, que, associadas às de cria-recria, podem ser consideradas de tamanho médio para baixo; enquanto que as integradas e de engorda vão constituir as propriedades médias e grandes;
- b) a produtividade das pastagens é decrescente, à medida que aumenta o tamanho das empresas;
- c) a especialização, variando em função do tamanho, mostrou a existência de razoáveis diferenças entre os indicadores tecnológicos (densidade das pastagens, taxa de natalidade, mortalidade e descarte, suplementação alimentar e manejo do rebanho e pastagens) e na eficiência econômica entre as empresas de diferentes tamanhos e/ou especialização.

QUADRO 1. Participação relativa do valor da produção de bovino de corte e seu posto entre os 21 produtos agropecuários do Estado de São Paulo, 1953-76

Ano	Participação (%)	Posto
1953	13,20	2º
1954	11,20	2º
1955	12,00	2º
1956	15,70	2º
1957	12,10	2º
1958	14,60	2º
1959	14,90	2º
1960	19,60	1º
1961	18,40	1º
1962	17,60	1º
1963	14,20	2º
1964	16,30	1º
1965	13,50	3º
1966	17,70	1º
1967	16,60	1º
1968	16,00	1º
1969	16,50	1º
1970	14,60	1º
1971	15,70	2º
1972	17,30	1º
1973	20,40	1º
1974	19,40	1º
1975	16,32	1º
1976	14,15	2º

Fonte: Instituto de Economia Agrícola

QUADRO 2. Percentagem do número de empresas pecuárias e da área de pastagem, por região e segundo a especialização, no Estado de São Paulo, 1973

Atividade	Araçatuba		Bauru		Presidente Prudente		São José do Rio Preto		Total	
	nº	Área	nº	Área	nº	Área	nº	Área	nº	Área
Cria	53,73	21,65	64,99	46,37	51,04	18,50	61,71	35,34	57,94	27,91
Cria-recria	23,39	13,23	26,35	28,86	29,90	22,40	29,24	24,16	27,31	21,04
Cria-recria-engorda	11,30	27,88	3,15	9,33	12,90	26,30	3,10	9,30	7,46	60,61
Engorda	11,58	37,24	5,51	15,44	6,37	32,80	5,95	31,20	7,29	30,44
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: MARTIN (5).

QUADRO 3. Número de empresas e área de pastagem na área de estudo, segundo as atividades pecuárias e o estrato da área, no Estado de São Paulo, 1972/73

(continua)

Atividade	Estrato							
	25,1 a 200,0 ha				200,1 a 500,0 ha			
	Número		Área de pastagem		Número		Área de pastagem	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Cria	5.324	67,29	400.005,95	59,23	641	41,18	185.245,00	38,95
Cria e recria	2.281	28,82	225.641,25	33,41	403	25,86	126.273,15	26,55
Cria, recria e engorda	145	1,83	22.665,05	3,36	323	20,76	102.636,65	21,58
Engorda	163	2,06	27.057,35	4,00	190	12,20	61.440,85	12,92
TOTAL	7.913	100,00	675.369,60	100,00	1.557	100,00	475.595,65	100,00

QUADRO 3. (Conclusão)

Atividade	Estrato								Total			
	500,1 a 1.500,0 ha				+ 1.500,0 ha							
	Número		Área de pastagem		Número		Área de pastagem		Número		Área de pastagem	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Cria	188	22,25	153.505,70	21,12	22	6,31	62.633,90	6,30	6.175	57,94	801.389,50	27,91
Cria e recria	189	22,30	142.714,30	19,63	38	11,35	109.426,60	11,01	2.911	27,31	604.055,30	21,04
Cria, recria e engorda	225	25,56	196.990,40	27,10	102	29,77	269.687,70	27,14	795	7,46	591.979,80	20,61
Engorda	245	28,89	233.683,10	32,15	179	52,57	552.035,00	55,55	777	7,29	874.216,30	30,44
TOTAL	847	100,00	726.893,50	100,00	341	100,00	993.783,20	100,00	10.658	100,00	2.871.640,90	100,00

Fonte: MARTIN (5).

QUADRO 4. Densidade média das pastagens da região de pecuária de corte do Estado de São Paulo, 1972/73

Estrato de área	Araçatuba	Bauru	Presidente Prudente	São José do Rio Preto	Total
25,1 a 200,0	1,059	0,774	0,978	1,037	0,949
200,1 a 500,0	0,982	0,685	0,878	0,976	0,886
500,1 a 1.500,0	0,886	0,644	0,852	0,753	0,802
1.500,1 e mais	0,764	0,539	0,688	0,719	0,696
TOTAL	0,888	0,675	0,797	0,819	0,814

Fonte: MARTIN (5).

1.1. Objetivo

Tendo em vista as análises já efetuadas, bem como os aspectos acima, o presente trabalho objetiva verificar as diferenças de produtividade dos recursos e de produto entre as regiões produtoras, bem como enfocar as variações no uso de fatores de produção entre empresas de diferentes especializações.

A importância da análise da existência ou não de diferenças entre as funções de produção dos quatro tipos de empresa (cria, cria-recria, integrado e engorda) advém do fato de que, como as empresas que se dedicam mais à cria são as pequenas, enquanto as que produzem animais para abate são na sua maioria as grandes empresas, surge o problema dessa diferença poder levar à ocorrência de funções de produção diferentes, indicando que a agregação pode conduzir a erros de estimação e interpretação dos resultados.

Outro problema a considerar refere-se à existência ou não de economias de escala no setor, que também será objetivo da análise.

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de Modelo Utilizado

No uso da função de produção como instrumento de análise sobre a alocação de recursos, são encontrados muitos problemas na estimação e nas hipóteses restritivas impostas ao problema real pela teoria da produção.

Assim, no presente caso, consideram-se as seguintes hipóteses que serão mantidas no modelo (3):

- a) existe perfeito conhecimento dos mercados de fatores e produtos e de suas relações tecnológicas;
- b) os níveis de insumo e de produto são taxas defluxo por unidade de tempo 10 considerado;
- c) tanto o produto como os fatores são divisíveis em qualquer proporção, a fim de permitirem a seleção da melhor combinação de insumos para um determinado nível de produção, objetivando a maximização do lucro;
- d) o nível tecnológico de produção é dado;
- e) o preço do fator de produção é independente do preço do produto.

Admitindo-se a hipótese de que o objetivo básico da firma é a maximização do lucro e considerando-se a finalidade da produção de n produtos utilizando-se de m insumos, tem-se que a função lucro é dada por:

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^m r_j x_j$$

O empresário deseja maximizar o lucro sujeitando-se a regras técnicas dadas por sua função de produção:

$$F(q_1, q_2, \dots, q_n, x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Tem-se, então:

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^m r_j x_j + \lambda F(q_1, q_2, \dots, q_n, x_1, x_2, \dots, x_m)$$

onde:

π = lucro;

p_i = quantidade do produto produzido;

q_i = preço do produto;

r_j = custo do fator;

x_j = quantidade do fator utilizado;

λ = multiplicador indeterminado de Lagrange ($\lambda \neq 0$);

F = função da produção de q_i produtos e com x_j fatores.

O tipo de função de produção a ser estimada é uma "cross. section" do tipo Cobb-Douglas. A escolha recaiu sobre este tipo de função em virtude de ser facilmente linearizada para estimação pelo método dos mínimos quadrados e também por ser o tipo já testado por diversos autores para a pecuária de corte, fornecendo bons resultados (2, 8 e 6). Assim, a função de produção Cobb-Douglas fica:

$$q_i = A \pi_{j=1}^m x_j^{b_j} e^u \quad (I)$$

onde:

q_i = quantidade produzida do produto;

A = constante;

x_j = quantidade do fator;

b_j = elasticidade de produção ($b_j \neq 0$);

u = variável aleatória.

Convém observar que este tipo de função apresenta duas restrições "a priori":

- a) a produtividade marginal dos fatores e as elasticidades de produção (b_j) são constantes;
- b) a taxa marginal de substituição também é constante ($p = 1,0$).

Linearizando-se a expressão (I) com a aplicação de logaritmos, tem-se:

$$\ln q_i = \ln A + \sum_{j=1}^m b_j \ln x_j + u$$

que será o modelo a ser estimado.

2.2. Fonte dos Dados e Especificação das Variáveis

Os dados utilizados foram levantados em 1973 e referem-se ao ano agrícola 1972/73. O levantamento foi efetuado por amostragem aleatória estratificada nas principais regiões de pecuária bovina de corte do estado, pelo Instituto de Economia Agrícola. Maiores detalhes sobre a amostra podem ser encontrados em MARTIN; VIEIRA; PIRES (5).

Teoricamente, o conceito de função de produção pressupõe relações físicas entre as variáveis, porém, para fins de agregação, as variáveis foram avaliadas monetariamente.

Assim, as variáveis utilizadas foram as seguintes:

- q = valor da produção pecuária medida em Cr\$ 1.000,00, constituída pela venda de animais e subprodutos (leite, esterco etc.) e subtraídas as aquisições de animais para engorda e considerada a variação de inventário do rebanho;
- x_1 = área em hectares, explorada com a atividade pecuária;

- x_2 = serviços de mão-de-obra utilizados na manutenção das pastagens e no manejo do rebanho, em cruzeiros;
- x_3 = serviço do capital fixo (investido) em Cr\$ 1.000,00, constituído por capital em instalações (5%), equipamento mecanizado, tratores e equipamento não-mecanizado (12%) e de animais de trabalho e de produção (7%);
- x_4 = capital operacional, em cruzeiros, incluindo as despesas anuais com insumos para manutenção das pastagens e capineiras, gastos com alimentação suplementar, assistência veterinária e medicamentos, combustível e lubrificantes, alimentação dos animais de trabalho e despesas gerais (100%).

Os modelos serão estimados pelo método de mínimos quadrados, tal como está desenvolvido em JOHNSTON (4).

2.3. Hipóteses a Serem Testadas

A - As funções de produção variam em função da especialização das empresas, isto é, dado que existem diferenças de produtividade e de especialização segundo o tamanho, isto permite pressupor que as empresas grandes (engorda e integrada) apresentam funções de produção diferentes das apresentadas pelas pequenas (cria), com reversão de fatores. No caso, a hipótese considerada é de que, para a mesma estrutura de preços relativos, é possível ter empresas pequenas e grandes, ambas utilizando fatores de produção eficientemente, tanto do ponto de vista tecnológico quanto do ponto de vista econômico (figura 1) (7).

Para esta hipótese, utilizar-se-á o teste de CHOW (1 e 4) para cada par de regressões:

$$F(q, m + n - 2p) = \frac{[A - (B + c)]/q}{(B + c)/(m + n - 2p)}$$

onde:

A = SQ resíduos da regressão com $m + n$ observações;

B = SQ resíduos da regressão com as primeiras m observações;

c = SQ resíduos da regressão com as últimas n observações;

q = número de coeficientes de regressão a serem comparados;

p = número de coeficientes de regressão no modelo (inclusive o termo constante).

No caso $p = q$.

B - Para os coeficientes de regressão estimados, as hipóteses a serem testadas são:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_a: \beta \neq 0$$

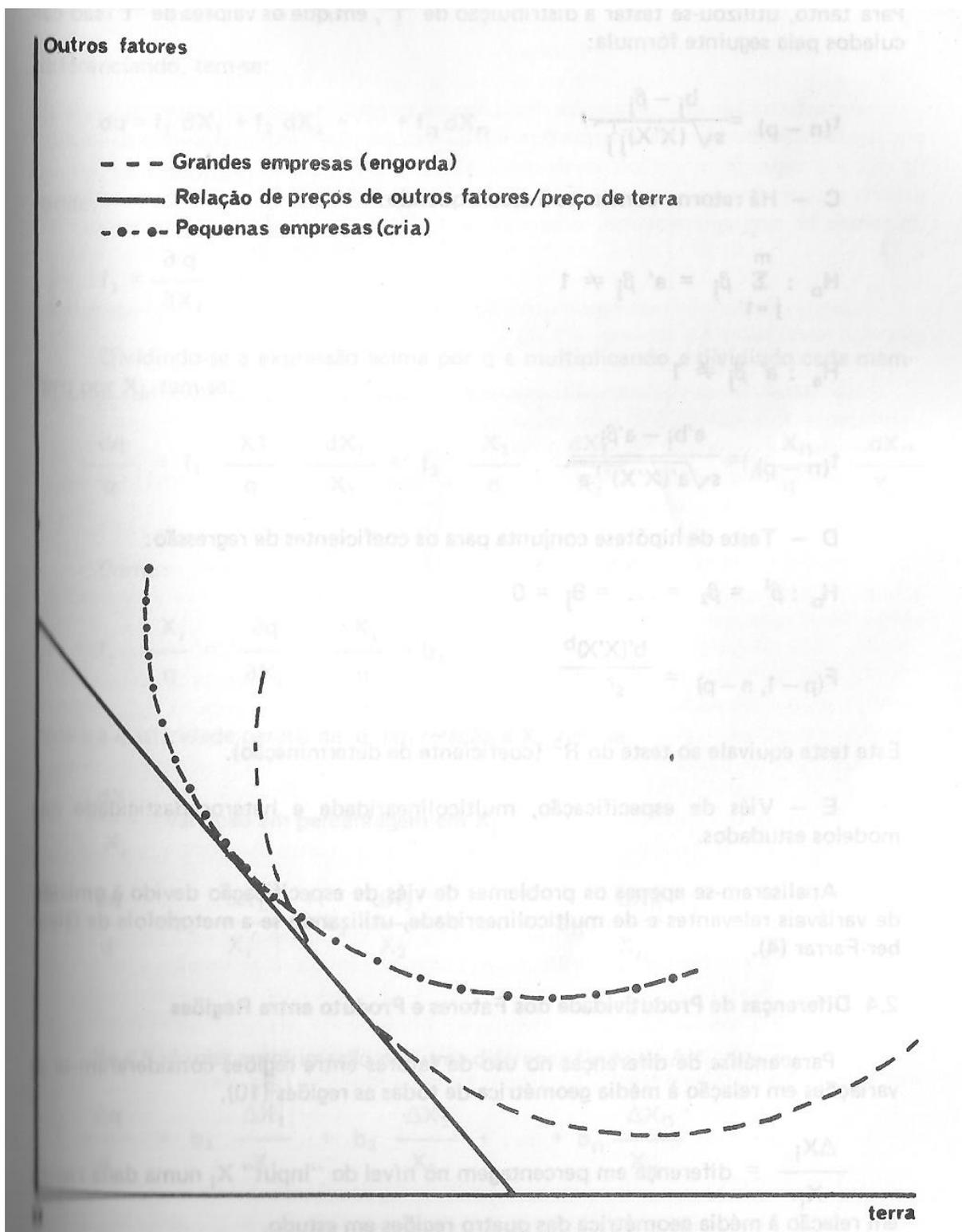


FIGURA 1. Isoquantas de produção unitárias com reversão de fatores de produção para pequenas e grandes empresas

uma vez que não nos interessam valores de $b_j = 0$, no caso de função de produção. Para tanto, utilizou-se testar a distribuição de, em que os valores de "t" são calculados pela seguinte fórmula:

$$t(n-p) = \frac{b_j - \beta_j}{s \sqrt{(X'X)^{-1}_{jj}}}$$

C - Há retorno constante à escala quando:

$$H_0: \sum_{j=1}^m \beta_j = a' \beta \neq 1$$

$$H_a: a' \beta_j \neq 1$$

$$t(n-p) = \frac{a' b_j - a' \beta_j}{s \sqrt{a'(X'X)^{-1}a}}$$

D - Teste de hipótese conjunta para os coeficientes de regressão:

$$H_0: \beta^1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0$$

$$t(p-1, n-p) = \frac{b'(X'X)^{-1}b}{s^2}$$

Este teste equivale ao teste do R^2 (coeficiente de determinação).

E - Viés de especificação, multicolinearidade e heterocedasticidade nos modelos estudados.

Analisaram-se apenas os problemas de viés de especificação devido à omissão de variáveis relevantes e de multicolinearidade, utilizando-se a metodologia de Glauber-Farrar (4).

2.4. Diferenças de Produtividade dos Fatores e Produto entre Regiões

Para análise de diferenças no uso de fatores entre regiões consideraram-se as variações em relação à média geométrica de todas as regiões (10).

$\frac{\Delta X_i}{X_i}$ = diferença em percentagem no nível do "input" X_i numa dada região em relação à média geométrica das quatro regiões em estudo.

No caso de diferenças no nível do produto, tem-se que, dada a função de produção:

$$q = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

diferenciando, tem-se:

$$dq = f_1 dX_1 + f_2 dX_2 + \dots + f_n dX_n$$

onde:

$$f_1 = \frac{\delta q}{\delta X_1}$$

Dividindo-se a expressão acima por q e multiplicando e dividindo cada membro por X_i , tem-se:

$$\frac{dq}{q} = f_1 \frac{X_1}{q} \cdot \frac{dX_1}{X_1} + \frac{X_2}{q} \cdot \frac{dX_2}{X_2} + \dots + f_n \frac{X_n}{q} \cdot \frac{dX_n}{X_n}$$

Como:

$$f_i \frac{X_i}{q} = \frac{\delta q}{\delta X_i} \cdot \frac{X_i}{q} = b_i$$

que é a elasticidade parcial de q em relação a X_i , tem-se:

$$\frac{dX_i}{X_i} = \text{variação em percentagem em } X_i$$

$$\frac{dq}{q} = b_1 \frac{dX_1}{X_1} + b_2 \frac{dX_2}{X_2} + \dots + b_n \frac{dX_n}{X_n}$$

Se dX_i é uma aproximação por uma diferença finita de ΔX_i , tem-se:

$$\frac{\Delta q}{q} = b_1 \frac{\Delta X_1}{X_1} + b_2 \frac{\Delta X_2}{X_2} + \dots + b_n \frac{\Delta X_n}{X_n}$$

Assim, indicará a variação no nível do produto em relação à média geométrica das quatro regiões, ponderada pelas elasticidades de produção (b_i).

3. RESULTADOS

3.1. Estimativas das Funções de Produção

As estimativas estatísticas das funções de produção, por atividade pecuária e por região, são fornecidas nos quadros 5 e 6. No caso das funções para as atividades de cria e cria-recria, o coeficiente de determinação múltipla foi de 0,90 e 0,92, e nas de cria-recria-engorda (integrada) foi de 0,87. As empresas especializadas na engorda foram as que apresentaram o menor coeficiente de determinação múltipla, de 0,77.

Quanto às funções estimadas para as quatro DIRAs, verificou-se que em todas elas esse coeficiente foi superior a 0,90.

No geral, o coeficiente de regressão da variável trabalho mostrou-se não significativo ao nível de 5%, com exceção das funções estimadas para as atividades de cria-recria e de engorda e para a DIRA de Bauru. Quanto aos coeficientes de regressão para as demais variáveis (terra, capital fixo e capital operacional), apresentaram-se, significantes pelo menos ao nível de 5% de probabilidade.

Dentre todos os modelos estimados e para todas as variáveis consideradas, apenas o coeficiente de regressão para-o fator trabalho na DIRA de Araçatuba apresentou sinal negativo.

Como se trata de estimativas por "cross section", e devido ao problema do coeficiente de regressão do fator trabalho mostrar-se não significativo na maioria das funções estimadas, levantou-se a hipótese da existência de multicolinearidade nos modelos. Para se analisar o problema da multicolinearidade nas funções estimadas, observou-se, primeiramente, a matriz de coeficientes de correlação simples, verificando-se que existia uma correlação relativamente alta entre terra e trabalho e, em algumas funções, entre trabalho e capital fixo, o que poderá ser visto nos quadros 7 e 8.

Mas, como a simples análise da matriz de correlação simples nem sempre permite verificar a existência de multicolinearidade nos modelos estimados quando se tem mais de duas variáveis explicativas, procurou-se analisar o problema utilizando-se a metodologia de Farrar e Glauber, apresentada por JOHNSTON (4). Segundo esta metodologia, o determinante da matriz dos coeficientes de correlação simples das variáveis independentes ($X'X$) em valores absolutos varia de:

$$0 \leq |X'X| \leq 1$$

Assim, testa-se a hipótese de que $|X'X| = 1$, isto é, não existe multicolinearidade no modelo em estudo. Este teste é efetuado através de χ^2 , sob a hipótese de que os χ têm distribuição normal multivariada.

O quadro 9 apresenta os $|X'X|$ e os χ^2 calculados para cada regressão

QUADRO 5. Funções de produção para as atividades de pecuária de corte no Estado de São Paulo, 1973

Atividade	Constante (1n)	Coeficiente de regressão				b_j	R^2	F	n	Erro- padrão
		Terra	Trabalho	Capital fixo	Capital operacional					
Cria	-2,0048 (3,54)	0,2875 (3,45)	0,0506 (0,99)	0,3611 (0,33)	0,3219 (4,01)	1,0211 ⁽¹⁾ (0,58)	0,90	185,96	84	0,356
Cria-recria	-2,6236 (-3,57)	0,1832 (2,27)	0,2092 (2,62)	0,2870 (2,86)	0,3300 (4,73)	1,0094	0,92	134,78	61	0,322
Cria-recria-engorda	-0,5653 (-0,91)	0,3388 (3,60)	0,0210 (0,35)	0,4809 (4,2)	0,1366 (1,80)	0,9773 (1,44)	0,87	133,01	84	0,352
Engorda	-2,5198 (-3,89)	0,3073 (3,28)	0,1302 (2,01)	0,4045 (4,02)	0,2802 (4,23)	1,1222 (1,57)	0,97	94,17	116	0,444
TOTAL	-2,1037 (-7,44)	0,3189 (7,45)	0,0834 (2,67)	0,3657 (7,02)	0,2873 (8,01)	1,055 (8,87)	0,92	965,08	345	0,389

Fonte: Instituto de Economia Agrícola

Nota: Os valores entre parênteses são as estimativas do "t" de Student

(1) No caso da b_j , o teste "t" refere-se a $H_0: b_j = 1,00$.

QUADRO 6. Funções de produção para pecuária de corte em DIRAs selecionadas no Estado de São Paulo, 1973

DIRA	Constante (1n)	Coeficiente de regressão				b_j	R^2	F	n	Erro- padrão
		Terra	Trabalho	Capital fixo	Capital operacional					
Araçatuba	-1,7909 (-4,12)	0,4095 (5,83)	-0,0049 (-0,09)	0,3332 (3,88)	0,2961 (5,53)	1,0383 (1) (3,47)	0,93	361,89	126	0,368
Bauru	-2,4177 (-3,45)	0,1495 (1,41)	0,1866 (2,32)	0,3401 (2,49)	0,3170 (3,42)	0,9932 (0,15)	0,92	114,99	44	0,381
Presidente Prudente	-2,4579 (-4,09)	0,4077 (5,17)	0,0774 (1,47)	0,2641 (2,50)	0,3106 (4,12)	1,0598 (4,32)	0,91	248,82	107	0,396
São José do Rio Preto	-2,5070 (-3,96)	0,3525 (3,34)	0,1065 (1,41)	0,3434 (3,29)	0,3064 (4,02)	1,1092 (7,00)	0,94	247,90	68	0,354
TOTAL	-2,1037 (-7,44)	0,3189 (7,45)	0,0834 (2,67)	0,3657 (7,02)	0,2873 (8,02)	1,055 (8,87)	0,92	965,08	345	0,389

Fonte: Instituto de Economia Agrícola

Nota: Os valores entre parênteses são as estimativas do "t" de Student

(1) No caso da b_j , o teste "t" refere-se a $H_0: b_j = 1,00$.

estimada, indicando que ao nível de probabilidade de 5% rejeita-se a hipótese da não existência da multicolinearidade em todas as regressões estimadas. Estes resultados indicam que, provavelmente, a multicolinearidade está afetando a significância dos coeficientes do fator trabalho na maioria das regressões, uma vez que está afetando as estimativas dos desvios-padrão dos coeficientes, superestimando-os.

QUADRO 7. Matriz de corrupção simples das variáveis, para as funções, por atividade, de pecuária de corte, no Estado de São Paulo, 1973

Variável e subamostra	q	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
q = Produção					
- cria	1,00				
- cria-recria	1,00				
- cria-recria-engorda	1,00				
- engorda	1,00				
X ₁ = Terra					
- cria	0,89	1,00			
- cria-recria	0,87	1,00			
- cria-recria-engorda	0,88	1,00			
- engorda	0,80	1,00			
X ₂ = Trabalho					
- cria	0,69	0,65	1,00		
- cria-recria	0,84	0,71	1,00		
- cria-recria-engorda	0,71	0,69	1,00		
- engorda	0,66	0,64	1,00		
X ₃ = Capital fixo					
- cria	0,92	0,73	0,54	1,00	
- cria-recria	0,91	0,74	0,63	1,00	
- cria-recria-engorda	0,91	0,71	0,75	1,00	
- engorda	0,81	0,83	0,54	1,00	
X ₄ = Capital operacional					
- cria	0,89	0,61	0,62	0,60	1,00
- cria-recria	0,88	0,66	0,63	0,64	1,00
- cria-recria-engorda	0,85	0,64	0,70	0,72	1,00
- engorda	0,74	0,31	0,44	0,65	1,00

Fonte: Dados de pesquisa

Um dos problemas econométricos a considerar nas regressões estimadas refere-se ao viés de especificação a que estão sujeitas, em virtude de não se ter

QUADRO 8. Matriz de correlação simples das variáveis, para as funções, por DIRA e total, e pecuária de corte, no Estado de São Paulo, 1973

Variável e subamostra	q	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
q = Produção					
- Araçatuba	1,00				
- Bauru	1,00				
- Presidente Prudente	1,00				
- São José do Rio Preto	1,00				
- Total	1,00				
X ₁ = Terra					
- Araçatuba	0,93	1,00			
- Bauru	0,89	1,00			
- Presidente Prudente	0,81	1,00			
- São José do Rio Preto	0,94	1,00			
- Total	0,92	1,00			
X ₂ = Trabalho					
- Araçatuba	0,81	0,80	1,00		
- Bauru	0,85	0,76	1,00		
- Presidente Prudente	0,76	0,74	1,00		
- São José do Rio Preto	0,81	0,82	1,00		
- Total	0,81	0,79	1,00		
X ₃ = Capital fixo					
- Araçatuba	0,93	0,72	0,68	1,00	
- Bauru	0,92	0,63	0,67	1,00	
- Presidente Prudente	0,92	0,81	0,68	1,00	
- São José do Rio Preto	0,94	0,78	0,65	1,00	
- Total	0,93	0,74	0,69	1,00	
X ₄ = Capital operacional					
- Araçatuba	0,89	0,53	0,60	0,62	1,00
- Bauru	0,91	0,71	0,78	0,84	1,00
- Presidente Prudente	0,90	0,59	0,57	0,77	1,00
- São José do Rio Preto	0,92	0,56	0,48	0,56	1,00
- Total	0,91	0,60	0,60	0,69	1,00

Fonte: Dados de pesquisa.

QUADRO 9. Análise de multicolinearidade das funções de produção, estimadas por atividade e por DIRA, no Estado de São Paulo, 1973

Atividade ou DIRA (1)	Atividade		DIRA	
	X'X (2)	χ^2 (3)	X'X	χ^2
1	0,05	241,16	0,05	366,98
2	0,11	107,05	0,02	158,43
3	0,03	282,28	0,03	362,93
4	0,16	206,16	0,07	171,52

Fonte: Instituto de Economia Agrícola

(1) Atividade: 1-cria, 2-cria-recria, 3-cria-recria-engorda e 4-engorda. Dira: 1-Araçatuba, 2-Bauru, 3-Presidente Prudente e 4-São José do Rio Preto. (2) $|X'X|$ = determinante de matriz dos coeficientes de regressão, em valores absolutos. (3) $\chi^2 = -[n - 1 - 1/6(2k + 5)] 1n |X'X|$, com ϕ graus de liberdade, onde $\phi = (k/2)(k/1)$.

considerado a variável administração ou capacidade empresarial. Provavelmente, a não introdução desta variável no modelo levou a uma subestimação dos retornos à escala (6).

3.2. Retornos à Escala

Como soma das elasticidades parciais de produção é, geralmente, considerada estimativa dos retornos à escala, para as quatro atividades consideradas esta soma situou-se em torno da unidade. E os testes estatísticos efetuados indicaram que a produção das diferentes atividades pecuárias não diferiam da unidade, ao nível de 5% de probabilidade. Neste caso, os resultados apresentados pelas atividades de cria, cria-recria, cria-recria-engorda e engorda indicam produções sujeitas a retornos constantes à escala.

Na análise agregada a nível regional, verificou-se que a produção pecuária apresentava retornos levemente crescentes nas DIRAs de Araçatuba, Presidente Prudente e São José do Rio Preto e, também, para o agregado das regiões. Por outro lado, na DIRA de Bauru os retornos foram constantes com relação à escala. Esses resultados foram aceitos estatisticamente a um nível de probabilidade de 5%. Esses resultados aproximam-se dos obtidos em outros estudos para a agricultura e pecuária, e podem ser explicados pelo fato de se estarem estimando funções de produções médias, e, nessas condições, pressupõe-se que os custos médios sejam mínimos, então os retornos são constantes à escala.

3.3. Análise Comparativa

Nas funções de produção estimadas por atividade, verificou-se que o fator de produção com maior elasticidade parcial de produção foi o capital fixo, onde se inclui, acentuadamente, o rebanho; em seguida, têm-se os fatores terra e capital operacional. O fator trabalho apresentou baixas elasticidades parciais de produção, indicando uma demanda relativamente pequena desse fator para se obterem acréscimos substanciais de produção (quadro 5).

Quanto às funções estimadas por DIRA, as estimativas das elasticidades parciais de produção mostraram que, para as de Araçatuba, Presidente Prudente e São José do Rio Preto, o fator com maior elasticidade foi a terra, seguido do capital fixo e do operacional. Somente no caso da DIRA de Bauru, o fator com maior elasticidade de produção foi o capital fixo, seguido do capital operacional. Nessa DIRA, a elasticidade do fator trabalho foi superior à da terra (quadro 6).

Assim, no caso da análise regional, o fator trabalho também se mostrou com uma baixa elasticidade de produção, com exceção da DIRA de Bauru.

Praticamente, os resultados obtidos vieram confirmar o relativo consenso já existente na prática de que os fatores de produção, dos quais depende a produção pecuária, são terra e capital fixo, sendo o trabalho utilizado em pequena intensidade. Portanto, qualquer expansão na produção, dado o nível tecnológico existente, demandar I à pequena quantidade de mão-de-obra relativamente aos demais fatores: terra, capital fixo e capital operacional.

Analisando-se, comparativamente, as funções de produção por atividade pecuária, observou-se que as diferenças encontradas entre as elasticidades de produção por fator, entre as atividades, evidenciam uma nítida diferença entre aquelas funções. A fim de confirmar as observações, efetuou-se o teste de CHOW (1), que permite aceitar ou rejeitar a hipótese de igualdade entre as funções de produção estimadas.

Assim, na aplicação daquele teste chegou-se à indicação de que nas funções de produção de cria, cria-recrta, cria-recrta-engorda e engorda, a hipótese de igualdade entre todas as combinações de pares destas funções deve ser rejeitada ao nível de probabilidade de 5%.

Quanto às funções por região, os resultados não se apresentaram tão homogêneos quanto às funções por atividade. Os testes dos pares de funções das DIRAs de Araçatuba-Bauru, Bauru-Presidente Prudente, Araçatuba-Presidente Prudente e Bauru-São José do Rio Preto indicaram que a hipótese de igualdade deve ser rejeitada ao nível de significância de 5%. Mas aceitou-se a hipótese de igualdade ao mesmo nível de probabilidade no caso dos pares de funções das DIRAs de Araçatuba-São José do Rio Preto e Presidente Prudente-São José do Rio Preto (quadro 10).

Os resultados da análise comparativa mostraram que os recursos aplicados na atividade pecuária em empresas com diferentes especializações e nas quatro regiões consideradas, em geral estavam sendo utilizados em diferentes níveis, possivelmente associados à produtividade dos recursos na pecuária naquelas regiões.

Quanto ao caso das funções por atividade pecuária, o fato de se chegar a resultados que indicam que as atividades apresentam diferentes funções de produção, já em si era esperado, e permite análise complementar de realocação de recursos entre atividades (o mesmo acontecendo entre regiões), visando a aumentar a eficiência econômica no uso dos recursos.

QUADRO 10. Comparação das funções de produção entre tipos de atividades e DIRAs, no Estado de São Paulo, 1973

Atividade ou DIRA (1)	Atividade		DIRA	
	F	GL (2)	F	GL
1 e 2	2,91	(5, 129)	5,69	(5, 160)
1 e 3	2,89	(5, 163)	2,34	(5, 213)
1 e 4	2,71	(5, 190)	0,64	(5, 184)
2 e 3	2,77	(5, 139)	5,14	(5, 141)
2 e 4	5,87	(5, 171)	7,27	(5, 102)
3 e 4	2,23	(5, 190)	1,49	(5, 165)

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

(1) Código para atividades: 1-cria; 2-cria-recria; 3-cria-recria-engorda; e 4-engorda. Código para as DIRAs: 1-Araçatuba; 2-Bauru; 3-Presidente Prudente; e 4-São José do Rio Preto. (2) (N; D), onde N = grau de liberdade do numerador e D = grau de liberdade do denominador.

Assim, considerando-se as estimativas do valor do produto marginal (VPMg), transcritos no quadro 12, pode-se verificar que na época em que se efetuou o levantamento dos dados, ano de 1973, a terra, o trabalho e o capital fixo apresentavam maior produtividade na atividade de engorda.

No caso do fator terra, maiores valores de produto marginal (VPMG) foram encontrados nas atividades de engorda e cria-recria-engorda, o mesmo ocorrendo com o fator capital fixo. Quanto ao trabalho, além da atividade de engorda, salienta-se também a atividade de cria-recria. Por outro lado, o fator capital operacional apresentou maiores valores de produto marginal (VPMG) nas atividades de cria-recria e de cria.

3.4. Variação Inter-regional da Produtividade Pecuária

O valor do produto marginal (VPMG) por fator de produção, para as regiões estudadas, indica a produtividade dos recursos utilizados e permite analisar a variação inter-regional. As estimativas do VPMG (quadro 11) indicam, para o fator terra, que maiores produtividades eram obtidas pela pecuária na DIRA de Presidente Prudente, seguida das de Araçatuba e São José do Rio Preto. Em termos relativos, a DIRA de Presidente Prudente apresentou uma produtividade de 40% superior à média do total das DIRAs. Por outro lado, o fator terra apresentou baixo VPMG na DIRA de Bauru, cerca de 70% inferior à média do total. Essas diferenças, provavelmente, estão associadas à especialização regional (quadro 2) e ao próprio nível de produtividade física apresentada pelas terras com pecuária nas diferentes DIRAs (quadro 4).

QUADRO 11. Média geométrica e valor do produto marginal por fator de produção, para DIRAs especializadas em pecuária de corte, no Estado de São Paulo, 1973

DIRA	Fator de produção								Produto médio (Cr\$)
	Terra		Trabalho		Capital fixo		Capital operacional		
	Média (ha)	VPMg (Cr\$)	Média (Cr\$)	VPMg (Cr\$)	Média (Cr\$ 1.000,00)	VPMg (Cr\$)	Média (Cr\$)	VPMg (Cr\$)	
Araçatuba	1.179,23	123,82	27.846,60	-0,06	90,99	1,31	58.569,70	1,80	356,55
Bauru	1.254,90	26,51	20.148,90	2,08	69,00	1,11	62.183,70	1,14	224,29
Presidente Prudente	1.899,17	129,97	44.793,00	1,04	151,48	1,05	106.583,00	1,75	602,25
São José do Rio Preto	965,27	121,80	21.506,10	1,66	75,69	1,51	44.180,90	2,31	333,54

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

Quadro 12. Média geométrica e valor do produto marginal por fator de produção, para as atividades pecuárias, no Estado de São Paulo, 1973

DIRA	Fator de produção								Produto médio (Cr\$)
	Terra		Trabalho		Capital fixo		Capital operacional		
	Média (ha)	VPMg (Cr\$)	Média (Cr\$)	VPMg (Cr\$)	Média (Cr\$ 1.000,00)	VPMg (Cr\$)	Média (Cr\$)	VPMg (Cr\$)	
Cria	407,47	77,16	11.855,80	0,47	33,97	1,16	19.086,60	1,84	109,36
Cria-recria	616,09	52,50	20.604,70	1,79	52,71	0,96	29.494,90	1,98	176,56
Cria-recria-engorda	1.864,13	95,12	41.118,40	0,24	150,16	1,50	87.372,00	0,73	467,22
Engorda	2.230,30	98,90	43.314,30	2,16	149,17	1,95	118.982,00	1,69	717,76
TOTAL	1.368,17	92,40	30.871,00	1,74	103,53	1,45	71.085,80	1,66	411,37

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

O único fator de produção que apresentou um VPMG negativo foi o trabalho na DIRA de Araçatuba. No entanto, foi nas DIRAs de Bauru e de São José do Rio Preto que se encontraram maiores VPMG para o fator trabalho. Como nessas duas DIRAs as atividades de cria e de cria-recria são mais freqüentes, e utilizando mais intensamente mão-de-obra do que as demais atividades pecuárias, as empresas estão utilizando o fator mais eficientemente do que nas DIRAs de Araçatuba e Presidente Prudente, onde ocorriam em maior intensidade as atividades de engorda e cria-recria-engorda.

Quanto aos fatores capital fixo e capital operacional, maiores valores para VPMg foram encontrados nas DIRAs de São José do Rio Preto e Araçatuba.

Analisando a variação percentual no nível do produto e do uso de fatores por DIRA, em relação à média geométrica do total das DIRAS, verifica-se que a única DIRA que apresentou variação positiva foi a de Presidente Prudente (+46,40%). Isto é explicado em função do fato de que os fatores apresentavam variação positiva em relação à média nessa DIRA. A DIRA de Bauru foi a que apresentou a menor variação no nível do produto (-45,48%) (quadro 13).

QUADRO 13. Variação percentual no nível de produto e fatores por DIRA, em relação à média geométrica do total das DIRAs, no Estado de São Paulo, 1973

DIRA	Fatores de produção (%)				Produção
	Terra	Trabalho	Capital Fixo	Capital Operacional	
Araçatuba	-13,18	-9,80	+3,05	-17,61	-13,32
Bauru	-7,48	-34,73	-26,44	-12,52	-45,48
Presidente Prudente	+38,08	+45,10	+19,11	+49,54	+46,40
São José do Rio Preto	-29,45	-30,34	-19,52	-37,85	-18,92

Fonte: Instituto em economia

Quando se ponderaram as variações no nível do produto e dos fatores, pelas elasticidades parciais de produção, a fim de se estimar a diferença explicada pelas funções estimadas, verificou-se que as variações ao nível do produto explicadas pelas regressões são inferiores às observadas (quadro 14), notando-se amplitude menor nas variações ao nível dos fatores e do produto.

No caso das diferenças explicadas, observou-se que as variações em relação à média atingiram o maior valor na DIRA de Presidente Prudente (+39,60) e o menor na DIRA de São José do Rio Preto (-31,92). Quanto às variações ao nível dos fatores, ponderadas pelas respectivas elasticidades, foram as DIRAS de Araçatuba, Bauru e São José do Rio Preto - que apresentaram valores relativamente próximos da média para o total (quadro 13).

Do conjunto das análises efetuadas, verificou-se que na amostra em estudo há ampla variação no nível de insumos e produto, indicando comportamento diferenciado entre regiões. Tendo-se em vista os baixos valores do VPMG para os fatores terra, capital fixo e capital operacional na DIRA de Bauru, realocações entre atividades pecuárias poderiam levar a uma melhoria da eficiência econômica no uso daqueles fatores na região.

QUADRO 14. Diferenças das variações percentuais no nível do produto e fatores, explicadas pelas funções de produção estimadas, em relação à média geométrica do total as DIRAs, no Estado de São Paulo, 1973

DIRA	Fatores de produção (%)				Diferença exigida
	Terra	Trabalho	Capital Fixo	Capital Operacional	
Araçatuba	-5,39	+0,05	+1,02	-5,21	-9,55
Bauru	-1,12	-6,48	-9,01	-3,97	-20,58
Presidente Prudente	+15,52	+3,49	+5,08	+15,51	+39,60
São José do Rio Preto	-10,38	-3,24	-6,70	-11,50	-31,92

Fonte: Instituto de Economia Agrícola

4. CONCLUSÃO

Pela análise efetuada, verificou-se que as funções estimadas apresentavam um bom ajustamento, sendo que a única variável que apresentou coeficiente de regressão não significativo, ao nível de pelo menos 5% de probabilidade, foi o fator trabalho, fato este associado à existência de multicolinearidade nas regressões, principalmente entre os fatores trabalho e capital fixo.

Quanto ao problema de retorno à escala, verificou-se que as atividades de cria, cria-recria, cria-recria-engorda e engorda estavam sujeitas a retornos constantes à escala, enquanto que, no caso das funções de produção estimadas para as DIRAS, as estimativas indicaram o mesmo resultado para a 'de Bauru, e retornos levemente crescentes nas de Araçatuba, Presidente Prudente e São José do Rio Preto.

As estimativas das elasticidades parciais de produção indicaram que, no caso do fator trabalho, essa elasticidade foi relativamente baixa nas funções de produção por atividade e, também, nas funções por DIRA, com exceção da DIRA de Bauru. Os fatores de produção terra, capital fixo e capital operacional apresentaram maiores elasticidades de produção para a maioria das funções estimadas, mostrando-se como os mais importantes, em termos relativos, na produção pecuária.

Os resultados da análise comparativa das funções de produção mostraram que aquelas estimadas por atividade eram estatisticamente diferentes, enquanto que nas estimadas para as DIRAs os resultados foram dispares. Aceitou-se a hipótese de igualdade entre as funções de Araçatuba e São José do Rio Preto, mas nas demais combinações a hipótese de igualdade foi rejeitada, estatisticamente. Esses resultados permitem concluir que as funções de produção por atividade são diferentes, e que análises efetuadas para uma região onde predomina determinada atividade, quando generalizadas, poderão trazer inúmeros inconvenientes.

Analisando-se os recursos aplicados nas atividades pecuárias, tem-se que maiores VPMG para terra e capital fixo foram encontrados nas atividades de engorda e cria-recria-engorda, enquanto que os do fator trabalho, na atividade de cria-recria.

Utilizando-se a mesma variável, VPMG, para análise inter-regional verificou-se que o fator terra apresentou maior valor na DIRA de Presidente Prudente e menor na de Bauru. Essas diferenças devem estar associadas à especialização regional.

O fator trabalho apresentou maior valor na DIRA de Bauru e valor negativo na de Araçatuba. Assim, deslocamentos do fator trabalho das diferentes atividades pecuárias da DIRA de Araçatuba para as atividades de cria-recria e engorda poderão melhorar a eficiência econômica do fator trabalho nessa DIRA.

No caso dos fatores capital fixo e capital operacional, maiores VPMG foram encontrados nas DIRAs de São José do Rio Preto e Araçatuba.

A análise regional no nível do uso dos recursos, bem como da variação do produto, indica nítidas diferenças regionais, mostrando que políticas agrícolas de atuação no setor pecuário daquelas quatro DIRAs exigem adaptações ao nível regional, a fim de se obterem realocações de recursos entre atividades e/ou DIRAS, a fim de aumentar a eficiência econômica dos recursos escassos, existentes em cada DIRA.

5. LITERATURA CITADA

1. CHOW, Gregory C. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, v. 28, n. 3, July 1960.
2. GIRÃO, José Antônio. A função da produção de Cobb-Douglas e a análise inter-regional da produção agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1960.
3. HANDERSON, J.N. & QUANDT, R.E. Teoria microeconômica: uma abordagem matemática. São Paulo, Pioneira, 1976.
4. JOHNSTON, J. *Econometric methods*. New York, McGraw-Hill, 1972.
5. MARTIN, N. B.; VIERIA, C. A.; PIRES, Z. A. Administração, tecnologia, custos e rentabilidade na bovinocultura de corte do Estado de São Paulo, 1972/73. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Instituto de Economia Agrícola, 1975.

6. NORONHA, J.F. Um estudo sobre alocação eficiente de recursos ao nível de empresa rural no sul do Brasil. *Agricultura em São Paulo*, 21 (2): 219-45, 1974.
7. PASTORE, A.C. et alii. A inovação induzida e os limites à modernização na agricultura brasileira. São Paulo, Instituto de Pesquisas Econômicas, 1974. (Mimeo.).
8. PINHEIRO, F.A. Análise econométrica de alocação de recursos na produção bovina do município de Botucatu, ano agrícola 1969/70. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1972.
9. TOYAMA, N.K.; MARTIN, N.B.; TACHIZAWA, E.H. A pecuária bovina de corte no Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Instituto de Economia Agrícola, 1975.
10. THOMPSON, R.L. The metaproduction function for Brazilian agricultural: an analysis of productivity and other aspects of agricultural growth. Lafayette, Indiana, Purdue Univ., 1974.