



[Trabalho 989]
APRESENTAÇÃO ORAL

*GUSTAVO INÁCIO DE MORAES; ALEXANDRE RODRIGUES LOURES.
PUCRS, PORTO ALEGRE - RS - BRASIL;*

**Um Estudo da Função de Produção da Agropecuária Gaúcha,
2006**

Grupo de Pesquisa: Evolução e Estrutura da Agropecuária no Brasil

Resumo: O presente artigo estima uma função de produção para a agropecuária gaúcha a partir de dados do Censo 2006, nos municípios. Em especial, a partir da função de produção estimada obtêm-se as relações de complementariedade e de substituição entre os principais fatores de produção. Destacadamente, relações de complementariedade inelásticas são obtidas entre área e trabalho, trabalho e tratores, área e outros insumos. Relação de substituição inelástica é encontrada para trabalho e outros insumos. Finalmente, nota-se relação de substituição elástica para área e tratores e outros insumos.

Palavras-Chave: Agricultura, Função de Produção, Rio Grande do Sul, Elasticidades de Substituição

Abstract: The present paper estimates a production function in agricultural of Rio Grande do Sul municipalities at 2006, from Brazilian agricultural census. From production function is feasible find complementary and substation elasticity between production factors. The relations shows inelastic complementary relation among land

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012



and labor, labor and machines, land and other inputs. Substitution inelastic elasticity among land and other inputs is finding also. Finally, substitution elastic elasticity is find amid land and machinery, machinery and other inputs.

Key Words: Agriculture, Production Function, Rio Grande do Sul, Substitution Elasticity

JEL Classification: C21, D24, Q11

1. Introdução

A agropecuária gaúcha vivenciou importantes transformações ao longo das décadas recentes. Sua expressão no valor adicionado bruto do Rio Grande do Sul não é tão significativa quanto em outrora, mas ainda é uma importante fonte de riqueza regional, totalizando 9,86% da economia gaúcha em 2009, ou R\$ 18,6 bilhões¹ (IBGE, 2011).

Desde os anos setenta, nota-se um decréscimo das áreas de pastagens e um aumento nas áreas de lavouras e, mais importante, de matas e florestas. No entanto, a agropecuária gaúcha foi capaz de manter sua produtividade em permanente crescimento, ao menos se considerarmos a utilização de terras. A força de trabalho alocada para as atividades agropecuárias encontra-se em patamar inferior ao do início dos anos setenta, ainda que durante os anos oitenta tenha atingido patamar maior. De toda forma, evidencia-se que a produtividade do trabalho também cresceu no período e contribuiu para que a economia agrícola do estado se fortalecesse. Outro indicador que demonstra a maior produtividade da agricultura regional é demonstrado pelo crescente uso de tratores, que atinge um total de 161,4 mil máquinas em 2006 (IBGE, 2007), tornando o estado um dos mais mecanizados, proporcionalmente à área, do país.

Ademais, a atividade agrícola local é uma importante contratadora de mão-de-obra e assim cumpre, em paralelo, uma importante função sócio-econômica ao garantir o rendimento e o sustento de inúmeras famílias. O censo agropecuário aponta que 1,219 milhão trabalhavam na agropecuária em 2006, ou o equivalente a quase 11% da população ou, ainda, quase os mesmos 6,5% da força de trabalho concentrada na agricultura em território brasileiro (IBGE, 2008).

A tabela 1 demonstra a evolução dos principais indicadores da agropecuária gaúcha ao longo dos diferentes censos agrícolas.

Na tabela 2 esses números são confrontados entre si perfazendo indicadores propostos de produtividade. A evolução da produtividade da agricultura gaúcha é evidente desde os anos setenta, contudo, algum efeito relativo ao difícil ano de 2005 pode ser observado nos dados relativos a 2006. Por exemplo, como a queda representativa na quantidade de tratores pela área disponibilizada para lavouras.

¹ Neste valor foram somadas as atividades agrícolas, silvicultura e exploração florestal, além de pecuária.
Vitória, 22 a 25 de julho de 2012



Entretanto, mesmo essa queda não foi capaz de interromper a contínua queda da relação de trabalhadores por trator.

Note que enquanto há trinta anos um trabalhador, em média, correspondia a 3 hectares de áreas de lavouras, hoje temos um indicador próximo a 6 hectares por trabalhador. No caso de tratores o salto de produtividade foi mais duradouro e contínuo ao menos até 1995. Em particular, o ritmo de incorporação de tratores à produção foi mais intenso do que a evolução no número de trabalhadores, sugerindo uma substituição, em sintonia com o processo econômico, destes por aqueles.

De qualquer maneira, essas são impressões relativas a uma evolução temporal. A partir dos dados do censo agropecuário, realizado pelo IBGE em 2006, é possível examinar o problema da inter-relação entre os insumos de um ponto de vista geográfico. Por essa proposta, a partir de dados de cada um dos municípios gaúchos, é possível enxergar a relação entre tratores, energia, mão de obra e capital (terra e outros elementos) na produção agropecuária do estado. Essa é uma informação importante para a elaboração de políticas e de gestão privada, também. Na medida em que se identifica a inter-relação média presente na agropecuária, esforços no sentido de induzir modificações necessárias por crises e/ou conjunturas específicas serão mais profícuos.

Portanto, o objetivo deste artigo é estimar a partir das informações dos municípios gaúchos uma função custo da agropecuária gaúcha e calcular as elasticidades entre os insumos, apontando relações de complementaridade ou substitubilidade.

Além desta introdução, optou-se por uma estrutura na qual na segunda seção discutir-se-á o referencial teórico relacionado à função custo. Na terceira seção, os dados e os resultados da estimação são apresentados e discutidos em perspectiva. Na última seção, comentários conclusivos são realizados.

Algumas análises que estimam funções de produção podem ser encontradas na literatura. Dois trabalhos pioneiros, compilados por BARBOSA (1985), são ROCCA (1970), GOODMAN et alli (1971), MACEDO (1974), SCANDIZZO e ALBUQUERQUE (1977) e LUQUE (1977). Recentemente, PARRÉ e FERREIRA FILHO (1998), GASQUES et alli (2004), FREITAS e BACHA (2004) e ALMEIDA (2005).

Outros estudos que exploram a dualidade entre funções de produção e função custo e contemplam a estimação de funções custo para diferentes objetivos podem ser encontrados em LAU e YOTOPOULOS (1971, 1972), ANTLE (1984), ALBUQUERQUE (1987), GARCIA e FERREIRA FILHO (2004), CONTE e FERREIRA FILHO (2007), GOMES e FERREIRA FILHO (2007), ISHII et alli (2007). Alguns como ANTLE (1984) utilizam-se de séries em painel, ao passo que a maior parte dos estudos brasileiros dedica-se a estudos em *cross-section*. BARBOSA (1985) também ilustra algumas das aplicações para o Brasil. Por vezes, o objetivo não é apenas extrair as relações de elasticidades entre os insumos, mas também obter as possibilidades de ganho de escala em propriedades. Como na amostra desse artigo trabalhamos com municípios, a

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



possibilidade de se calcular escalas produtivas ótimas foi descartada, restando, no entanto a oportunidade de cálculo das elasticidades dos insumos.

Em uma variante, SIDHU e BAANANTE (1981) também calculam a elasticidade de demanda por insumos e a elasticidade de oferta para uma amostra de produtores do Punjab indiano através do uso da função lucro. MULLIBEAUX (1978) também pela ótica da função lucro constrói uma análise para o setor bancário. Ainda como lembram McFADDEN (1978), CHAMBERS (1988), SILBERBERG (1990) e VARIAN (1992) há equivalência entre a estimação da função lucro e função custo, tal como existe entre a função de produção e a função custo, também.

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



Tabela 1 – Evolução dos indicadores da agropecuária do Rio Grande do Sul

	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Área Total (milhões de ha)	23,8	23,6	24,0	23,8	21,8	19,7
Lavouras (milhões de ha)	5,0	5,9	6,7	6,6	5,6	7,2
Pastagens (milhões de ha)	14,6	13,7	13,3	12,9	11,7	8,9
Matas (milhões de ha)	1,9	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
Pessoal Ocup. (milhões)	1,446	1,893	1,747	1,747	1,377	1,219
Tratores	39.923	77.254	120.070	138.540	150.074	161.434
Bovinos (milhões)	12,305	12,692	13,985	13,509	13,221	11,148
Bubalinos	1.596	3.464	11.762	23.328	65.917	50.976
Caprinos	76.761	67.344	79.471	87.180	61.351	125.128
Ovinos (em mil unidades)	12.157	11.361	10.696	8.394	5.081	3.326
Suínos (milhões)	5,851	5,612	5,421	4,225	3,933	5,827
Aves (milhões)	29,164	33,066	57,368	60,565	100,074	156,021
Produção Leite Vaca (em bilhões de litros)	0,778	0,943	1,325	1,280	1,885	2,746
Produção leite cabra (em milhares de litros)	–	156	381	313	345	591
Produção de lã (toneladas)	33.216	31.202	29.666	23.336	12.957	10.074
Ovos (milhões de dúzias)	56,395	74,497	127,123	132,344	225,628	388,765

Fonte: Dados da Tabela 1.3.17 em IBGE (2007)

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



Tabela 2 – Índice de Evolução Técnica da Agropecuária do Rio Grande do Sul

	1970	1975	1980	1985	1995	2006
[Pessoal Ocupado / Área de lavouras]	0,29	0,32	0,26	0,26	0,24	0,17
[Tratores / Área de lavouras] (x 1000)	8,02	13,03	17,97	21,01	26,63	22,30
[Bovinos / Área de pastagens]	0,84	0,92	1,05	1,04	1,13	1,24
Unidade Animal ²	1,19	1,09	0,95	0,96	0,88	0,80
[Pessoal Ocupado / Tratores]	36,24	24,52	14,55	12,62	9,18	7,55

Fonte: Dados elaborados a partir de números da Tabela 1.3.17 em IBGE (2007)

2. Metodologia e Base de Dados

Para se estimar a função de produção, no entanto, será utilizada a função translog – transcendental logarítmica. Sua aplicabilidade reside em ser flexível, ou seja, sem determinar uma especificação a priori, ao mesmo tempo em que permite aproximar uma função arbitrária contínua e duplamente diferenciável (Chambers, 1988). A equação (1) já apresenta o formato que será utilizado neste artigo, contendo os insumos objetos de estudo.

Seu formato é dado pelos logaritmos da expansão da série de Taylor:

$$\begin{aligned} \ln y = & \beta_0 + \beta_A \ln A + \beta_C \ln C + \beta_L \ln L + \beta_T \ln T + \frac{1}{2} \beta_{AA} (\ln A)^2 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{CC} (\ln C)^2 + \frac{1}{2} \beta_{LL} (\ln L)^2 + \frac{1}{2} \beta_{TT} (\ln T)^2 \\ & + \frac{1}{2} \varphi_{AC} (\ln A)(\ln C) + \frac{1}{2} \varphi_{AL} (\ln A)(\ln L) \\ & + \frac{1}{2} \varphi_{AT} (\ln A)(\ln T) + \frac{1}{2} \varphi_{CL} (\ln C)(\ln L) \\ & + \frac{1}{2} \varphi_{CT} (\ln C)(\ln T) + \frac{1}{2} \varphi_{LT} (\ln L)(\ln T) + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (1)$$

Em que:

Y – produção agrícola em mil reais, no município, ano de 2006;

L – total de mão-de-obra dedicada à agropecuária no município, ano de 2006;

T – total de tratores no município, ano de 2006;

C – total de insumos para preparação do solo e conservação da atividade agropecuária, ano de 2006;

A – total da área temporária e permanente dedicada à agropecuária no município (em hectares), ano de 2006;

² Esta é uma medida inversa à linha anterior. Portanto, corresponde a área necessária para uma cabeça.

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012



Ln – logaritmo neperiano;

ϵ_i - erro de estimativa.

As derivadas primeiras e segundas em $\ln(.) = 0$, seriam:

$$\frac{\partial \ln y^*}{\partial \ln A} = (y/A)[\beta_A + \beta_{AA}(\ln A) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln T)] \quad (2)$$

$$\frac{\partial \ln y^*}{\partial \ln C} = (y/C)[\beta_C + \beta_{CC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln T)] \quad (3)$$

$$\frac{\partial \ln y^*}{\partial \ln L} = (y/L)[\beta_L + \beta_{LL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln T)] \quad (4)$$

$$\frac{\partial \ln y^*}{\partial \ln T} = (y/T)[\beta_T + \beta_{TT}(\ln T) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln L)] \quad (5)$$

Para se obter as elasticidades há que se considerar a taxa marginal de substituição técnica (*TMST*) entre os insumos, e contrariamente à BARBOSA (1985), não iremos considerar $\beta_{II} = \beta_{IL} = \beta_{LL} = \beta$, ou em outras palavras que a função seja necessariamente homogênea. Tal resultado, entretanto, pode surgir a partir das estimativas. De modo que os resultados para as *TMST* são:

$$TMST_{AC} = (C/A) \left[\frac{\beta_A + \beta_{AA}(\ln A) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln T)}{\beta_C + \beta_{CC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln T)} \right] \quad (6)$$

$$TMST_{AL} = (L/A) \left[\frac{\beta_A + \beta_{AA}(\ln A) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln T)}{\beta_L + \beta_{LL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln T)} \right] \quad (7)$$

$$TMST_{AT} = (T/A) \left[\frac{\beta_A + \beta_{AA}(\ln A) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln T)}{\beta_T + \beta_{TT}(\ln T) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln L)} \right] \quad (8)$$

$$TMST_{CL} = (L/C) \left[\frac{\beta_C + \beta_{CC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln T)}{\beta_L + \beta_{LL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln T)} \right] \quad (9)$$

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



$$TMST_{CT} = (T/C) \left[\frac{\beta_C + \beta_{CC}(\ln C) + 1/2 \varphi_{AC}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln T)}{\beta_T + \beta_{TT}(\ln T) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln L)} \right] \quad (10)$$

$$TMST_{LT} = (T/L) \left[\frac{\beta_L + \beta_{LL}(\ln L) + 1/2 \varphi_{AL}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CL}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln T)}{\beta_T + \beta_{TT}(\ln T) + 1/2 \varphi_{AT}(\ln A) + 1/2 \varphi_{CT}(\ln C) + 1/2 \varphi_{LT}(\ln L)} \right] \quad (11)$$

A partir das taxas marginais de substituição técnica é possível recuperar a fórmula da elasticidade entre os fatores, genericamente expressa, conforme SILBERBERG (1990):

$$\sigma = - \left[\frac{d(x_2/x_1)}{d(f_1/f_2)} \right] \left[\frac{f_1/f_2}{x_2/x_1} \right] \quad (12)$$

Então,

$$\sigma_{ii} = - \frac{f_i f_j (x_i f_i + x_j f_j)}{x_i x_j (f_i f_j^2 - 2 f_{ij} f_i f_j + f_{jj} f_i^2)} \quad (13)$$

Ressalte-se que a homogeneidade linear da função de produção translog requer que a somatória dos coeficientes β_i sejam iguais a 1; e que a soma dos coeficientes ψ_{xz} em X sejam iguais a zero, assim como a soma dos coeficientes ψ_{xz} em X e em Z. Neste artigo não se assumirá a homogeneidade linear como um resultado dado, sendo entretanto possível, entretanto, testá-la a partir dos resultados da estimação.

A amostra será composta por cada um dos municípios gaúchos em que registrou-se algum produto agropecuário no ano de 2006. Assim, o critério de produto final (Y) utilizado nesta estimação é o valor da produção agrícola no ano de 2006 em milhares de reais.

Os dados obtidos do Censo Agropecuário permitem dividir o problema em alguns insumos típicos. Pensando-se a produção da propriedade agrícola localizamos alguns insumos candidatos. Como o Censo traz informações múltiplas preferiu-se agregar vários desses insumos em grandes representações, como detalhamos a seguir.

Um primeiro insumo necessário ao processo produtivo agrícola é a terra. As informações do censo detalham em área de lavoura temporária e área de lavoura permanente a divisão municipal. Pois se preferiu agregar as duas tipologias em um único insumo correspondente à área de produção.

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012



Um segundo insumo presente é a mão-de-obra, que é utilizada em todos os estágios de produção. Nesse caso, preferiu-se somar o número de trabalhadores homens e mulheres, temporários e permanentes, com mais de 14 anos de idade. Note que nessa estatística são incluídas as pessoas que fazem parte da família do proprietário e por vezes não recebem remuneração monetária e/ou direta. De todo modo, são pessoas que colaboram na obtenção do produto final e, conseqüentemente, estão consideradas na função de produção.

Um terceiro insumo considerado na produção foi o número de tratores, onde somou-se os tratores com potência superior a 100hp e potência inferior 100hp, estabelecendo uma classe única de insumos. Destaque-se, porém, que em todos os municípios que compõe a amostra há a predominância de tratores com potência inferior a 100hp.

Finalmente, um último insumo refere-se aos instrumentos utilizados nas três etapas principais de produção: semeadura e desenvolvimento. As informações disponibilizadas pelo Censo são disponibilizadas em número de unidades nos municípios. Assim, optou-se por somar as quantidades de arados, semeadeiras e adubadeiras (semeadura) aos de enxadas rotativas, roçadeiras, pulverizadeiras (desenvolvimento).

Desse modo, teremos quatro insumos: terra, tratores, instrumentos e trabalho e como produto o valor da produção em mil reais. Como exigido pela função trans-log, os dados foram transformados em logaritmo, além da inclusão dos termos quadráticos e termos cruzados para cada unidade da amostra em 2006.

3. Estimação e Resultados

Nesta seção pretende-se expor a estimação e os problemas que foram contornados, além dos resultados obtidos. Na seção metodológica ficou claro a importância de posse dos valores e significâncias obtidas nos parâmetros recuperar o formato da função de produção, bem como da possibilidade de se examinar as elasticidades de substituição ou complementaridade entre os fatores de produção.

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



Tabela 3 – Resultados da Estimação do Modelo da Equação (6) – Função Trans-Log para a Agropecuária Gaúcha (continua)

	Coeficiente	Desvio Padrão	T – Robusto	Prob.	Intervalo de Confiança à 95%	
					Mín.	Máx.
β_0	-0,7604	0,3154	-2,41	0,016	-1,3802	-0,1407
β_A	0,4992	0,1789	2,79	0,005	0,1478	0,8507
β_L	2,7345	0,3297	8,30	0,000	2,0868	3,3823
β_T	0,5932	0,3748	1,58	0,114	-0,1432	1,3295
β_C	-1,6075	0,4610	-3,49	0,001	-2,5133	-0,7017
β_{AA}	0,1623	0,0468	3,47	0,001	0,0704	0,2542
β_{LL}	-0,0886	0,2144	-0,41	0,679	-0,5100	0,3327
β_{TT}	0,2563	0,1181	2,17	0,030	0,0242	0,4883
β_{CC}	0,1092	0,2513	0,43	0,664	-0,3847	0,6030
ψ_{AL}	-0,7305	0,1656	-4,41	0,000	-1,0559	-0,4050
ψ_{AT}	0,7236	0,1211	5,98	0,000	0,4857	0,9615
ψ_{AC}	-3,8149	0,1901	-2,01	0,045	-0,7550	-0,0079
ψ_{LT}	-0,8533	0,2635	-3,24	0,001	-1,3710	-3,3560
ψ_{LC}	1,0759	0,4170	2,58	0,010	0,2565	1,8953
ψ_{TC}	-0,4471	0,2653	-1,69	0,093	-0,9684	0,0743

Fonte: Resultados do Modelo

A estimação da tabela 3 se deu através de um estimador de máximo verossimilhança, contornando problemas de heterocedasticidade, que pudessem comprometer a confiabilidade dos intervalos.

A tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas relacionadas às variáveis utilizadas. Como se pode perceber consideraram-se os 496 municípios do Estado, em sua totalidade, o que é uma limitação, uma vez que as microrregiões do estado têm

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012



perfis distintos de produção. Especialmente na metade do Sul dedicada à pecuária e a agricultura de produção de grãos na metade norte do estado, por exemplo.

Tabela 4 – Valores médios em log dos insumos

Variável	Nº de observações	Média aritmética	Intervalo de Confiança à 95%	
			Mín.	Máx.
A	496	3,946648	3,890608	4,002687
C	496	2,945545	2,908911	2,982179
L	496	3,229364	3,195193	3,263534
T	496	2,32573	2,287937	2,363524

Fonte: Resultados do Modelo

Finalmente, na tabela 5 surgem os resultados relativos à relação entre os insumos, a partir das equações (6) a (11). Sobretudo, relações elásticas de substituição surgem entre outros insumos e tratores e deste último com relação à área. Denota, sobretudo, as oportunidades de incremento da produtividade na agricultura gaúcha cujo espaço geográfico também se apresenta limitado. Outra relação de substituição surge na relação entre outros insumos e trabalho, porém, desta vez de maneira inelástica. As relações de complementariedade são todas inelásticas e se dão entre área e outros insumos, área e trabalho e trabalho e tratores.

Tabela 5 – Resultados da Estimação do Modelo da Equação (1) – Elasticidade de Substituição pelas equações (6) – (11)

Relação	Elasticidade de substituição
Área – Insumos Produção	-0,61477
Área – Trabalho	-0,26653
Área – Tratores	1,113544
Insumos Produção – Trabalho	0,232127
Insumos Produção – Tratores	20,83218
Trabalho – Tratores	-0,56822

Fonte: Resultados do Modelo

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

A figura 1 tenta sintetizar as relações encontradas na função de produção da agropecuária no Rio Grande do Sul.

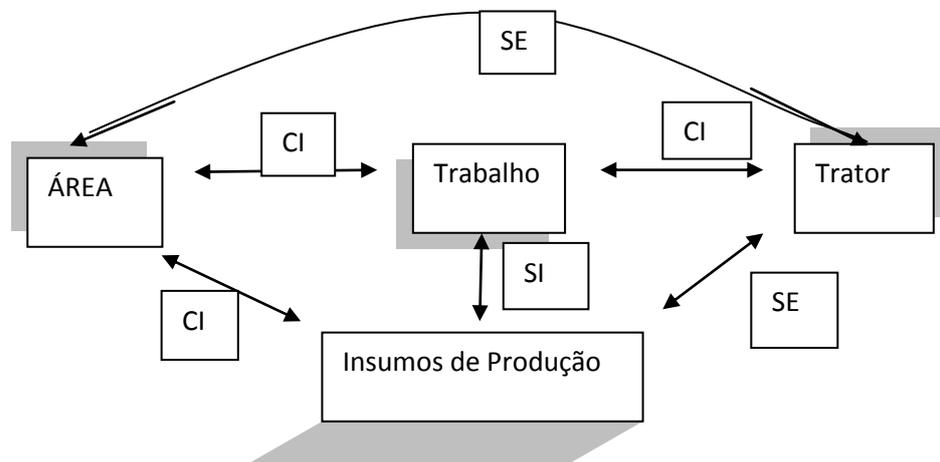


Figura 1 – Resumo das relações obtidas entre os insumos da agropecuária do Rio Grande do Sul – 2006

Fonte: Elaboração Própria; Legenda: CI – complementariedade inelástica, SE – substituição elástica, SI – substituição inelástica.

4. Comentários Finais

Percebem-se pela estimação realizada neste artigo algumas relações entre os insumos utilizados na agropecuária, nos municípios gaúchos. A partir de dados do Censo Agropecuário de 2006 é possível perceber algumas características da importante produção local.

Assim, percebe-se que no estado do Rio Grande do Sul a agropecuária tem potenciais interessantes, explorando a complementariedade e substitubidade entre os insumos. A característica de complementariedade entre trabalho e tratores indica um resultado importante, já que se percebe uma interação e possibilidades de ganhos produtivos conjuntos, indicando a oportunidade de aproveitamento de um trabalhador mais especializado. Ademais, essa condição no nível dos municípios em 2006 complementa a percepção da trajetória dos dados temporais entre 1995 e 2006. A relação de substituição entre área e trator também assinala o processo de intensificação da produtividade, sobretudo em um estado onde as oportunidades de fronteira agrícola estão essencialmente encerradas.

Os resultados podem ser úteis, também, para o cálculo da escala produtiva ótima. Entretanto, acreditamos que para tal, seria necessário dispor dos dados no nível das propriedades, ao invés dos municípios. Também não podemos afirmar que os resultados aqui obtidos sejam passíveis de extrapolação para outros estados, necessitando-se uma análise

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012



particular caso a caso, em especial para os estados com geografia e dinâmica econômica distinta ao Rio Grande do Sul. Todavia, foi possível determinar como se dá a relação entre os insumos mais importantes utilizados na agricultura gaúcha e esta informação pode ser útil para a definição de políticas agrícolas para o Estado.

Referências

ALBUQUERQUE, M.C.C.. Uma análise translog sobre mudança tecnológica e efeitos de escala: um caso de modernização eficiente. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.1, n. 17, p. 191-220, 1987.

ANTLE, J.M. The structure of U.S. Agricultural Technology, 1910-78. **American Journal of Agricultural Economics**, Malden, v. 66, N. 4, p. 414-421, novembro, 1984.

BARBOSA, F.H. **Microeconomia: Teoria, Modelos Econométricos e Aplicações à Economia Brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1985, 534 p.

FREITAS, C. A. e BACHA, C. J. C. Contribuição do Capital Humano para o Crescimento da Agropecuária Brasileira – Período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 533-557, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Resultados Preliminares**. IBGE: Rio de Janeiro, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Matriz Insumo-produto 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Contas Nacionais e Regionais 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

CHAMBERS, Richard G.. **Applied Production Analysis: A Dual Approach**. Cambridge University Press, Cambridge, 1988, 331 p.

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



CONTE, L. ; FERREIRA FILHO, J. B. S. . Substituição de fatores produtivos na produção de soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 45, p. 475, 2007

CHRISTENSEN, L.R.& JORGENSON; D.W.& LAU L.J. Conjugate duality and the transcendental logarithmic function. **Econometrica**, v. 39, n. 3, p.255-256, julho, 1971)

_____. Transcendental logarithmic production frontiers. **The Review of Economics and Statistics**, v.55, n.1, p.28-45, Fevereiro 1973

GOMES, A. L. ; FERREIRA FILHO, J. B. S. . Economias de escala na produção de leite: uma análise dos estados de Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 45, p. 591-620, 2007.

GASQUES, J. C.; REZENDE, G. C.; VERDE, C. M. V.; SALERNO. M. S.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CARVALHO, J. C. S. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília: IPEA, 2004. (Texto para Discussão nº 1009). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/2004/td_1009.pdf>.

GOMES, A. L. ; FERREIRA FILHO, J. B. S. . Economias de escala na produção de leite: uma análise dos estados de Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 45, p. 591-620, 2007.

GOODMAN, D.E.; SENA, J.F.F.; ALBUQUERQUE, R.C. Os incentivos financeiros à industrialização do Nordeste e a escolha de tecnologias. **Pesquisa e Planejamento**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, p. 329-366, 1971.

GREENE, W.H.. **Econometric Analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 2000. 1004p.

ISHII, K.S.; SOUZA, M.J.P.; FERREIRA FILHO, J.B.S.. **A Oferta e a Estrutura de Demanda de Fatores de Produção da Sojicultura Brasileira: O Modelo da Função Lucro Translog**. . In: Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2007, Londrina, 2007

LAU, L. J.& YOTOPOULOS, P.A. A test for relative Efficiency and an application to Indian agriculture. **American Economic Review**, v. 61, p.94-109, março, 1971.

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



LUQUE, C.A. Elasticidade de escala e taxa efetiva de incentivos à exportação. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 405-422, 1977.

McFADDEN, D.. **Cost, Revenue and Profit Function in Production Functions: A Dual Approach to Theory and Applications**. In: FUSS, M. e MCFADDEN, D. (orgs.), Nova York, North-Holland, 1978.

MULLIBEAUX D.J. Economies of scale and organizational efficiency in banking: A profit function approach. **The Journal of Finance**, v 33, n. 1, p. 259-280, março, 1978.

PARRÉ, J.L.; FERREIRA FILHO, J.B.S. Estudo da tecnologia utilizada na produção de soja no Estado de São Paulo. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v.6, n.11, p.7-18, nov. 1998.

ROCCA, C.A. Productivity in Brazilian manufacturing. In: Bergsman, J. (org.). **Brazil: Industrialization and trade policies**. Cambridge: Oxford University Press, pp. 222–241, 1970.

SCANDIZZO, P.L.; BARBOSA, T. Substituição e produtividade de fatores na agricultura nordestina. Rio de Janeiro: **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.7, n.2 , p. 367-404, 1977.

SIDHU, S.S. & BAANANTE, C.. Estimating Farm-Level Input Demand and Wheat Supply in the Indian Punjab Using a Translog Profit Function. **American Journal of Agricultural Economics**, Malden, v. 63, n. 2, p. 237-246, 1981.

SILBERBERG, E.. **The Structure of Economics: A mathematical analysis**. 2ª Ed., Nova York, McGraw-Hill, 1990. 686p.

VARIAN, H.R.. **Microeconomic Analysis**, 3ª Ed.. New York: W.W. Norton, 1992, 556 p..

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural



ANEXO

**Tabela - Matriz Hessiana Orlada da Resultados da Estimação do Modelo da Equação
(6) – Função Trans-Log para a Agropecuária Gaúcha**

0	-0,23992	0,82143	-1,59903	-0,580886
-0,23992	-0,162298	0,19075	0,36524	-0,361809
0,82143	0,19075	-0,109165	-0,53795	0,22354
-1,59903	0,36524	-0,53795	0,08866	0,42664
-0,580886	-0,361809	0,22354	0,42664	-0,25628

**Tabela - Matriz Hessiana Orlada da Resultados da Estimação do Modelo da Equação
(6) – Função Trans-Log para a Agropecuária Gaúcha**

0	$-f_A$	$-f_C$	$-f_L$	$-f_T$
$-f_A$	$-f_{AA}$	$-f_{AC}$	$-f_{AL}$	$-f_{AT}$
$-f_C$	$-f_{CA}$	$-f_{CC}$	$-f_{CL}$	$-f_{CT}$
$-f_L$	$-f_{LA}$	$-f_{LC}$	$-f_{LL}$	$-f_{LT}$
$-f_T$	$-f_{TA}$	$-f_{TC}$	$-f_{TL}$	$-f_{TT}$

Vitória, 22 a 25 de julho de 2012

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural