

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Economia de escala e substituição de fatores na produção de soja no Brasil

Luciane Conte

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2006**

Luciane Conte
Engenheiro Agrônomo

Economia de escala e substituição de fatores na produção de soja no Brasil

Orientador
Prof. Dr. **JOAQUIM BENTO DE SOUZA FERREIRA FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Conte, Luciane

Economia de escala e substituição de fatores na produção de soja no Brasil /
Luciane Conte. - - Piracicaba, 2006.
115 p.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
Bibliografia.

1. Economia escala 2. Produção agrícola 3. Soja – Brasil I. Título

CDD 338.17334

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, Genésio Conte, à minha mãe Maria de Lourdes Marroni Conte, à memória de minha avó paterna, Maria Pagote Conte, à memória de meu avô materno, José Lazaro Marroni e à minha avó materna Alice Poletto Marroni, pessoas amadas que sempre estiveram presentes em meu coração.

Dedico também aos meus irmãos Antonio Lázaro, Rosana e Silvana, aos meus cunhados Elyseu e Carlos Américo, e à minha cunhada Tânia. Agradeço a amizade e o carinho e aos meus sobrinhos Marcela, Bruno, Flávia, Eduarda e Felipe a alegria que trouxeram às nossas vidas.

E de forma bastante especial, dedico este trabalho à minha grande amiga Angelita, que me ensinou a não deixar que as pedras que surgem no nosso caminho nos desviem dos nossos objetivos principais na vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que em todos os momentos da minha vida me ilumina, me encoraja a prosseguir e a lutar por um mundo melhor.

Ao Programa de Doutorado em Economia Aplicada do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP, a oportunidade e confiança.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES - a concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP - o financiamento do projeto de pesquisa.

Ao professor Dr. Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho pela orientação, amizade e paciência ao compartilhar seu conhecimento.

Aos professores Dr. Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros, Dr. Roberto Arruda de Souza Lima e Dr. Sérgio De Zen a amizade e contribuições enriquecedoras ao trabalho.

Ao professor Dr. Rodolfo Hoffmann o auxílio concedido às questões econométricas da tese.

Aos professores integrantes da Banca examinadora as contribuições.

A todos os funcionários do Departamento e em especial, a Maielli e a Ligiana, a amizade, o dinamismo e o profissionalismo.

A todos os produtores rurais que participaram da pesquisa de campo.

A todos os técnicos agrícolas, agrônomos, cooperativas, sindicatos e revendas de produtos agropecuários que nos auxiliaram na realização das entrevistas junto aos produtores.

Aos alunos de graduação em engenharia agrônoma da ESALQ Gustavo, Enos e Juliano e a Aida Zilli o auxílio na coleta dos dados da pesquisa.

À toda equipe do CEPEA, em especial ao Mauro e ao Lucílio, o fornecimento dos contatos necessários para a realização da pesquisa de campo.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada os bons momentos que compartilhamos juntos.

Aos meus amigos Alexandre Nicolella e Arlei o auxílio concedido às questões econométricas da tese, a amizade e apoio constantes.

Agradeço às minhas grandes amigas Ana Laura, Leila, Mariusa, Luciana e Ana Maria e ao meu amigo Rogério o apoio, a amizade e a oportunidade de compartilharmos tantos bons momentos juntos.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivos.....	17
1.2 Organização do estudo.....	17
2 PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE SOJA	19
2.1 Produção mundial, exportação e importação.....	19
2.2 Evolução da produção e exportação brasileira de soja.....	23
2.3 Evolução da produção e estrutura agrária dos principais estados produtores	26
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	33
3.1 Dualidade entre as funções de produção e de custo	33
3.2 A função custo	34
3.2.1 A função custo translog.....	36
3.3 Elasticidades de substituição	39
3.4 Economias de Escala e Economias de Custo.....	44
4 MODELO ECONOMÉTRICO	47
4.1 Base de dados	47
4.2 Procedimentos de estimação de economia de escala.....	48
4.2.1 Estimativa do modelo	50
4.2.2 Descrição das Variáveis.....	53
4.2.2.1 Capital (K).....	53
4.2.2.2 Químicos (Q).....	54
4.2.2.3 Mão-de-obra (L).....	54
4.2.2.4 Outros custos (O).....	55
4.3 Procedimentos de estimação das elasticidades de substituição	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1 Caracterização sócio-econômica dos produtores das regiões pesquisadas.....	59

5.2 Elasticidades de substituição	73
5.3 Economias de escala.....	78
5.3.1 Parâmetros estimados	78
5.3.2 Índice de economia de escala (IES).....	81
5.3.2.1 IES calculado com base na média de preços de cada região	84
6 CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	96
ANEXOS	105

RESUMO

Economia de escala e substituição de fatores na produção de soja no Brasil

Este estudo tem a finalidade de estimar uma função de custo transcendental logarítmica para a atividade de produção de soja, e através dela determinar o tamanho ótimo da atividade de produção de soja, a fim de inferir sobre a existência, ou não, de economias de escala no setor. Adicionalmente, objetiva-se a caracterização sócio-econômica dos produtores de soja pesquisados e a análise das possibilidades de substituição dos recursos no processo produtivo da atividade. O referencial teórico do estudo é a teoria da dualidade da função custo e da função de produção. Os dados utilizados para a análise são de corte transversal, obtidos a partir de uma pesquisa de campo, realizada de agosto a dezembro de 2005, em uma amostra de 218 (duzentos e dezoito) produtores de soja nos cinco principais estados produtores do país: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul. A amostra representa as realidades regionais, com o predomínio de produtores com pequenas propriedades nos estados da região Sul do país e produtores com propriedades maiores no Centro-Oeste brasileiro. As elasticidades-preço cruzadas mostraram que há complementaridade entre os fatores mão-de-obra e capital. As elasticidades de substituição parcial de Allen indicaram substituição entre a maior parte dos fatores de produção. Houve uma forte relação de complementaridade entre os fatores capital e mão-de-obra e de substituição entre os fatores químicos e mão-de-obra. Na classificação de Morishima, capital e mão-de-obra são complementares quando o preço de capital varia, e substitutos quando varia o preço do fator mão-de-obra. As estimativas de economias de escala obtidas apontam uma escala ótima de produção de aproximadamente 11.880 toneladas de soja em grão, que pode ser obtida em propriedades com aproximadamente 4.000 hectares de área de produção de soja. Os resultados empíricos obtidos neste trabalho sugerem que as economias de escala estejam determinando uma nova configuração para o setor de produção de soja no Brasil. No entanto, algumas características da pequena produção podem minimizar a importância dessas economias e estão sendo determinantes para a manutenção da produção em pequena escala na região Sul do país, no curto prazo.

Palavras-chave: Economia de escala; Economia de tamanho; Elasticidade de substituição; Soja; Análise regional

ABSTRACT

Economies of scale and factor substitution in the brazilian soybean production

The main objective of this paper is to estimate a translog cost function for the soybean production activity in Brazil, to infer about the existence of scale economies in the sector. We use cross-section data obtained through a field research undertake during the period of September to December 2004, in a sample of 218 soybean-producing units in the main producer states in Brazil. The paper also addresses a socio-economic characterization of the surveyed units and analyses substitution possibilities between inputs. The sample reflects regional detail of production structure, with smaller producers concentrated in Southern Brazil and larger producers concentrate in the Center-West region. The elasticities of derived demand showed complementary relation between labor and capital. The Allen partial elasticities of substitution show substitution between most of the production inputs. Capital and labor are complements and chemical and labor are substitutes. In terms of Morishima elasticity of substitution capital and labor are complements when capital price varies and they are substitutes when labor price varies. The economies of scale estimates point to an optimal scale of production around 12 thousand ton that could be produced in an area with approximately 4,000 hectares. The results suggest that the presence of scale economies could be determining a new production structure for the sector in Brazil. And finally, the evidence found also suggests that some aspects of the small production system work to reduce the importance of these scale economies, and are determinant to keep the small-scale operations in the traditional regions in the short run.

Keywords: Economies of scale; Economies of size; Elasticity of substitution; Soybean; Regional analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da produção de soja dos quatro maiores produtores mundiais de soja: EUA, Brasil, Argentina e China, no período de 1990 a 2004	20
Figura 2 - Evolução da exportação de soja (1.000 ton) dos principais países exportadores exceto E.U.A., no período de 1992 a 2004.....	22
Figura 3 - Evolução da importação de soja (1.000 ton) dos principais países importadores, no período de 1992 a 2004	23
Figura 4 – Parcelas médias de custo dos fatores de produção para a soja, nos estados amostrados	74
Figura 5 - Curva de custo médio para a produção de soja não-transgênica e transgênica, no Brasil, construída pelo modelo Translog.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de soja em grão: principais países produtores - 1992/2004 (ton).....	19
Tabela 2 - Exportações de soja em grão: principais países exportadores - 1992/2004 (ton).....	21
Tabela 3 - Importações de soja em grão: principais países importadores - 1992/2004 (ton)	22
Tabela 4 - Evolução da produção de soja em grão no Brasil e das exportações brasileiras de soja em grão, farelo de soja, óleo de soja bruto, em toneladas, no período de 1990/2004	24
Tabela 5 - Principais países importadores de soja (toneladas de soja em grão) do Brasil, em 1990 e 2004	26
Tabela 6 - Evolução da produção de soja, em mil toneladas, nas cinco regiões do Brasil, no período de 1997 a 2004	27
Tabela 7 - Evolução da produção de soja em grão, em mil toneladas, nos principais estados produtores do Brasil, no período de 1997 a 2004.....	28
Tabela 8 - Evolução da área plantada de soja, em mil hectares, nos principais estados produtores do Brasil, no período de 1997 a 2004.....	28
Tabela 9 - Evolução da área colhida de soja, em mil hectares, nos principais estados produtores do Brasil, no período de 1997 a 2004.....	29
Tabela 10 - Percentual (%) de estabelecimentos agropecuários, segundo os grupos de área total (hectares), para os principais estados produtores de soja	29
Tabela 11 - Evolução do percentual (%) de estabelecimentos agropecuários com área de até 99,9 ha, segundo os grupos de área total (hectares), para os principais estados produtores de soja, no período de 1975 a 1995/1996: número de informantes.....	30

Tabela 12 - Evolução do percentual (%) de estabelecimentos agropecuários com área acima de 99,9 ha, segundo os grupos de área total (hectares), para os principais estados produtores de soja, no período de 1975 a 1995/1996: número de informantes.....	31
Tabela 13 - Área total, em hectares, das propriedades pesquisadas por estratos: região Sul	60
Tabela 14 - Área total, em hectares, das propriedades pesquisadas por estratos:.....	60
Tabela 15 - Área plantada com soja, em hectares, nas propriedades pesquisadas por estratos: região Sul.....	61
Tabela 16 - Área plantada com soja, em hectares, nas propriedades pesquisadas por estratos: região Centro-Oeste.....	62
Tabela 17 - Percentual (%) das áreas das propriedades pesquisadas ocupadas com pastagens, floresta plantada, mata nativa, lavoura permanente, lavoura temporária (exceto soja) e outros.....	62
Tabela 18 - Avaliação da produção de soja em áreas próprias, arrendadas, próprias e arrendadas e em parceria, em % do total	63
Tabela 19 - Atividades existentes nas propriedades pesquisadas, que ocorrem simultaneamente com a produção de soja, por estados e regiões.....	64
Tabela 20 - Culturas plantadas na entressafra da produção de soja nas propriedades pesquisadas, por estados e regiões.....	65
Tabela 21 - Tempo de existência, em anos, da atividade de produção de soja nas propriedades amostradas, por estados	66
Tabela 22 - Idade dos tomadores de decisão nas propriedades produtoras de soja amostradas, por estado, em porcentagem do total.....	66
Tabela 23 - Local de residência do proprietário (tomador de decisão): na propriedade (P) ou fora da propriedade (F). Número de produtores entrevistados por estado	67

Tabela 24 - Tipo de mão-de-obra utilizada na produção de soja: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total	67
Tabela 25 - Formas de gerenciamento da propriedade, por estado, em porcentagem	68
Tabela 26 - Nível de escolaridade do gerente das propriedades produtoras de soja amostradas, nos cinco principais estados produtores brasileiros.....	69
Tabela 27 - Atividade profissional do proprietário ou tomador de decisão fora da propriedade: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total	69
Tabela 28 - Cultura da soja como principal fonte de renda na propriedade: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total	70
Tabela 29 - Acompanhamento técnico nas propriedades produtoras de soja amostradas: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total	70
Tabela 30 - Financiamento do custeio agrícola da produção de soja das propriedades amostradas: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total	71
Tabela 31 - Fontes de financiamento do custeio agrícola da produção de soja obtidas pelos produtores amostrados, por estado, em porcentagem.....	71
Tabela 32 - Comercialização da produção de soja em grão das propriedades amostradas, por estado, em porcentagem	72
Tabela 33 - Tecnologia de produção de soja nas propriedades amostradas: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total	72
Tabela 34 - Resultados da estimativa das equações parciais de custo da soja, nos estados amostrados	74
Tabela 35 – Estimativas das elasticidades-preço diretas e cruzadas da demanda dos fatores para a produção de soja, nos estados amostrados.....	75

Tabela 36 – Estimativas das elasticidades de substituição parcial de Allen entre fatores para produção de soja, nos estados amostrados.....	76
Tabela 37 – Estimativa das elasticidades de substituição de Morishima, entre os fatores de produção para a cultura da soja, nos estados amostrados.....	77
Tabela 38 - Índices de Economias de Escala - IES para os modelos de A a E.....	78
Tabela 39 - Coeficientes das funções custo para os modelos de A a E.....	79
Tabela 40 - Teste estatístico para a imposição de homoteticidade, homogeneidade e elasticidade de substituição unitária a função de produção associada à equação de custo.....	80
Tabela 41 - Estimativa das elasticidades-preço diretas (η_{ii}) e de substituição parcial de Allen, diretas entre os fatores de produção (σ_{ii}), para o modelo de custos translog (A)	81
Tabela 42 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja no Brasil.....	82
Tabela 43 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja no estado do Rio Grande do Sul.....	85
Tabela 44 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado do Paraná.....	85
Tabela 45 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado do Mato Grosso do Sul.....	86
Tabela 46 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado do Mato Grosso.....	86
Tabela 47 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado de Goiás.....	86

Tabela 48 - Média de produtividade de soja dos cinco maiores estados produtores na safra 2004/2005, em sacos de 60 kg de soja/ha e em kg/ha, área média plantada com soja (ha) das propriedades amostradas e preço médio de venda da soja (R\$/ saco de 60 kg - Março 2005)	89
Tabela 49 –Preços médios de aquisição pelos produtores amostrados de herbicidas: dessecantes, pré e pós-emergentes (R\$/litro), fertilizantes: cloreto de potássio (KCL) e formulações (R\$/tonelada), inseticidas (R\$/litro) e fungicidas (R\$/litro) utilizados na cultura da soja.....	90

1 INTRODUÇÃO

A importância da agricultura para o crescimento econômico de um país sempre foi um tópico de grande relevância dentro da teoria econômica. Em uma nação em desenvolvimento como o Brasil, a importância do agronegócio é bastante significativa. Em 2004, o Produto Interno Bruto - PIB do agronegócio brasileiro, que inclui desde a produção primária até a indústria de processamento, insumos e serviços, foi de R\$ 533,98 bilhões, representando 30,07% do PIB nacional (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2005). O PIB do setor agrícola brasileiro foi de R\$ 379,89 bilhões, contribuindo com 21,39% na formação do produto interno bruto nacional.

A cadeia produtiva da soja é responsável por uma parcela significativa do PIB do agronegócio brasileiro. Ela é composta por empresas produtoras de máquinas, equipamentos e insumos agrícolas, por propriedades agrícolas produtoras da soja em grão, por indústrias de processamento como esmagadoras e refinarias, que produzem óleo e farelo de soja, e todos os demais agentes que operam na produção e distribuição de soja em grão e derivados (exportadores, atacadistas, varejistas, entre outros). A indústria dessa *commodity* é importante atualmente tanto para a captação de moedas estrangeiras pelas exportações brasileiras de farelo, óleo e grãos, como para o suprimento do mercado interno de óleos comestíveis e concentrados protéicos. O Brasil ocupa a posição de segundo maior produtor mundial de soja, sendo responsável por aproximadamente 24% da oferta global do produto (FAO, 2006). Atualmente, os líderes mundiais na produção desse produto são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai.

A soja é um dos principais produtos da pauta de exportações brasileiras. Em 2004, o país exportou aproximadamente 19,25 milhões de toneladas de soja em grão, 14,48 milhões de farelo de soja e 2,50 milhões de óleo bruto e refinado. As exportações de soja representaram em torno de 25,75% das exportações do agronegócio brasileiro, e em torno de 10,41% de nossas exportações totais, segundo estatísticas da Companhia Nacional do Abastecimento - CONAB, 2005.

É cultivada de Norte a Sul do país, sendo as regiões Centro-Oeste e Sul as maiores produtoras. Essas duas regiões se diferenciam principalmente no que se refere ao tamanho das propriedades produtoras de soja. Dados do censo agropecuário de 1995/1996 mostram que 29,5% dos estabelecimentos produtores de soja na região Centro-Oeste possuíam menos de 100 hectares

(ha). Já na região Sul esse percentual foi de 92,7 %, isso atesta a importância social e econômica da sojicultura para a pequena propriedade naquela região, em termos de geração de renda e de manutenção do homem no campo. Nesse sentido, a determinação da existência, ou não, de economias de escala na produção de soja, bem como a análise dos fatores que a determinam são elementos importantes na análise de produção do setor. Para o atendimento a eventuais aumentos de demanda por soja, além da capacidade hoje instalada no país, é necessário que a produção tenha um crescimento extensivo (aumento da área produzida) ou intensivo (aumento na produtividade). Qualquer que seja o caso é importante se conhecer a escala ótima de produção, não só para produzir com maior eficiência econômica mas também porque só a partir de determinado tamanho de produção se consegue investir em mais tecnologia e se obter ganhos de produtividade.

1.1 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho é verificar a existência de economias de escala na produção de soja no Brasil.

Os objetivos específicos são:

- a) Caracterização dos sistemas de produção das duas principais regiões produtoras de soja do país: Sul e Centro-Oeste, no que diz respeito aos seus aspectos sócio-econômicos;
- b) Determinação da função custo de produção de soja, com base nos dados *cross-section*, coletados na pesquisa de campo;
- c) Identificação da estrutura de demanda de fatores de produção e das possibilidades de substituição desses recursos no processo produtivo da atividade;
- d) Análise com vistas à determinação da existência ou não de economias de escala.

1.2 Organização do estudo

O presente trabalho é composto de seis capítulos, considerando-se este introdutório. Na segunda parte, apresentam-se os dados relativos à produção, exportação e importação mundial e brasileira da soja e os aspectos referentes à produção e estrutura agrária dos principais estados brasileiros. No terceiro capítulo descreve-se o referencial teórico; no quarto capítulo apresentam-

se a base de dados e os procedimentos econométricos utilizados; na quinta parte discutem-se os resultados obtidos. Finalmente, o capítulo seis traz as principais conclusões deste estudo.

2 PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE SOJA

2.1 Produção mundial, exportação e importação

A produção mundial de soja em grão apresentou um crescimento de 80,35 % no período de 1992 a 2004, passando de 114.450.306 toneladas para 206.409.525 toneladas (Tabela 1). Em 1992, os seis maiores produtores mundiais foram Estados Unidos (EUA) (59.612.000 toneladas), Brasil (19.214.704 toneladas), Argentina (11.310.000 toneladas), China (10.312.562 toneladas), Índia (3.390.000 toneladas) e Indonésia (1.869.713 toneladas). Após 12 anos, EUA, Brasil, Argentina e China continuam na liderança da produção mundial de soja em grão. Os EUA, maior produtor mundial, cresceram 43,83%, enquanto que países como Brasil e Argentina apresentaram um crescimento de 157,88% e 182,93%, respectivamente. A China, em quarto lugar no ranking, cresceu 72,12%. Em 2004, as produções de soja do Brasil, Argentina, EUA e China foram de 49,5 milhões de toneladas, 32 milhões de toneladas, 85,7 milhões de toneladas e 17,7 milhões de toneladas, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção de soja em grão: principais países produtores - 1992/2004 (ton)

País	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Argentina	11.310.000	11.719.900	12.448.200	18.732.172	20.206.600	30.000.000	32.000.000
Brasil	19.214.704	24.931.832	23.166.874	31.307.440	32.820.826	42.107.618	49.549.941
Canadá	1.455.300	2.250.700	2.170.000	2.736.600	2.703.000	2.335.700	2.919.600
China	10.312.562	16.011.005	13.233.693	15.153.163	15.411.495	16.507.368	17.750.340
E.U.A	59.612.000	68.445.000	64.782.000	74.599.000	75.055.288	74.824.768	85.740.952
Federação							
Russa	505.360	421.540	282.400	296.850	341.920	422.780	450.000
Índia	3.390.000	3.931.900	5.400.000	7.143.000	5.275.800	4.558.100	7.000.000
Indonésia	1.869.713	1.564.847	1.517.180	1.305.640	1.018.000	673.056	707.370
Itália	1.064.777	700.015	825.527	1.230.720	903.490	566.145	487.000
México	593.540	522.583	56.074	150.296	102.314	86.546	75.686
Paraguai	1.617.940	1.795.790	2.394.794	2.855.742	2.980.060	3.300.000	3.800.000
Resto do							
Mundo	3.504.410	4.167.769	3.936.072	4.590.859	4.593.994	5.347.189	5.928.636
Total do							
Mundo	114.450.306	136.462.881	130.212.814	160.101.482	161.412.787	180.729.270	206.409.525

Fonte: Dados do Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2005b); demais países: FAO (2006)

Os quatro maiores produtores mundiais, EUA, Brasil, Argentina e China, responderam por 89,65% de toda a produção mundial em 2004. Tanto a Argentina como o Brasil aumentaram suas participações na produção mundial de soja de 1992 para 2004. A Argentina

praticamente dobrou sua participação, passando de um *market share* de 9,88 % para 15,5% e o Brasil de 16,79% para 24,01%. Os EUA mostraram uma queda na sua parcela do mercado mundial, de 52,09% para 41,54% enquanto a China apresentou uma pequena redução na sua participação, de 9,01% para 8,6%. A Figura 1 mostra a evolução da produção de soja dos quatro maiores produtores mundiais: EUA, Brasil, Argentina e China, no período de 1990 a 2004.

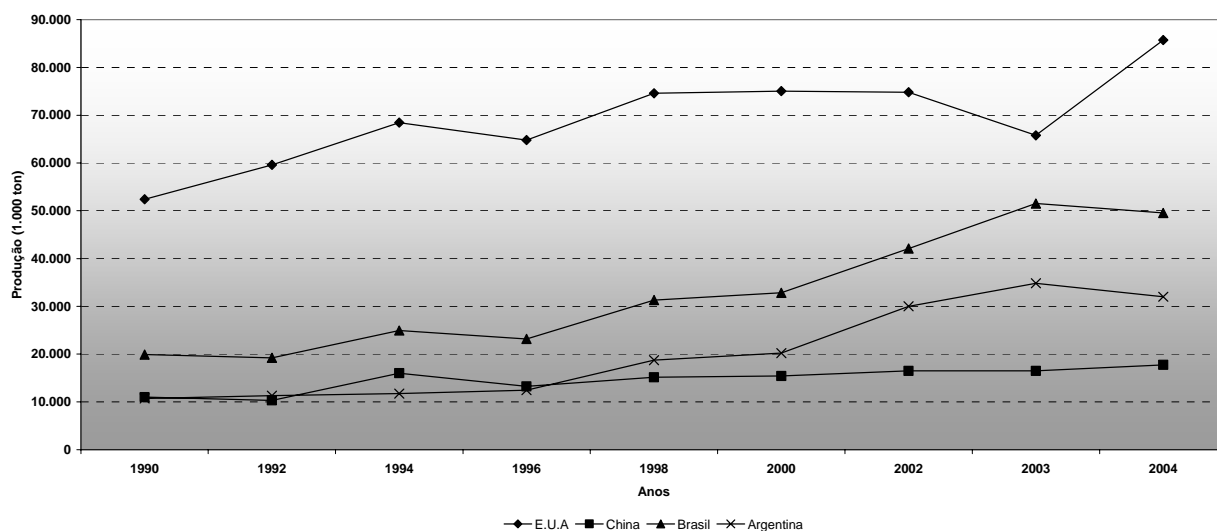


Figura 1 - Evolução da produção de soja dos quatro maiores produtores mundiais de soja: EUA, Brasil, Argentina e China, no período de 1990 a 2004

Fonte: FAO (2006)

A Tabela 2 mostra a evolução das exportações dos principais países exportadores, de 1992 a 2004. As exportações mundiais cresceram nesse período 97,75%, passando de 29.134.255 toneladas, em 1992, para 57.612.069 toneladas, em 2004. Os EUA foram os maiores exportadores nesse período, apresentando uma taxa de crescimento de 28,78%. O país que obteve o maior incremento em suas exportações nesses 12 anos foi o Brasil, que cresceu 416,58 %, seguido do Canadá, 301,56%, do Paraguai, 200,32% e da Argentina, que cresceu 109,17%. Em relação ao volume exportado em 2004, os EUA lideraram as exportações, sendo responsáveis por 44,44% do total exportado. O Brasil foi o segundo maior vendedor, exportando 33,41% do total mundial, seguido da Argentina, com 11,32% do total. Em 2004, EUA, Brasil e Argentina juntos exportaram 89,17% do total de soja em grão exportado no mundo. Desses três países, o Brasil e a Argentina obtiveram aumentos em suas participações nas exportações mundiais. O Brasil passou de 12,79% para 33,41% e a Argentina apresentou um avanço mais modesto, de 10,7% para

11,32%, no período de 1992 a 2004. Os EUA, que detinham 68,24% desse mercado em 1992, reduziram sua participação para 44,44%, em 2004. A Figura 2 mostra a evolução da exportação de soja dos quatro maiores exportadores mundiais, exceto os EUA, no período de 1992 a 2004.

Tabela 2 - Exportações de soja em grão: principais países exportadores - 1992/2004 (ton)

País	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Argentina	3.117.025	2.909.527	2.055.449	2.843.302	4.122.890	6.163.391	6.519.806
Bélgica	0	0	0	0	97.168	66.010	59.742
Bolívia	70.039	189.858	265.546	192.165	215.955	32.727	89.622
Brasil	3.725.980	5.397.589	3.646.934	9.274.752	11.517.260	15.970.003	19.247.690
Canadá	245.154	463.985	476.053	908.067	770.555	548.640	984.438
China	658.320	832.060	191.904	169.877	210.841	275.904	334.566
EUA	19.880.208	18.126.336	25.960.000	20.391.202	27.192.220	27.432.930	25.602.609
Malásia	11.517	10.023	20.364	25.443	38343	30.404	11.216
Paraguai	857.466	1.186.520	1.456.689	2.110.965	1.795.768	1.986.560	2.575.101
Resto do Mundo	568.546	991.490	864.817	2.085.011	1.417.624	2.125.747	2.187.279
Total do Mundo	29.134.255	30.107.388	34.937.756	38.000.784	47.378.624	54.632.316	57.612.069

Fonte: Dados do Brasil: Brasil (2005); demais países: FAO (2006)

A Tabela 3 mostra o volume importado de soja em grão pelos principais países importadores, de 1992 a 2004. As importações cresceram 95,17% no período, passando de 29.921.900 toneladas para 58.400.046 toneladas. Em 2004, a China foi a maior importadora com uma participação de 38,11%, seguida da Holanda com 8,19%, Japão 7,55% e Alemanha com 6,37% do total. Os países que obtiveram maiores aumentos no volume importado no período foram: China (845,04%), Tailândia (808,47%), México (68,44%) e Indonésia (61,03%).

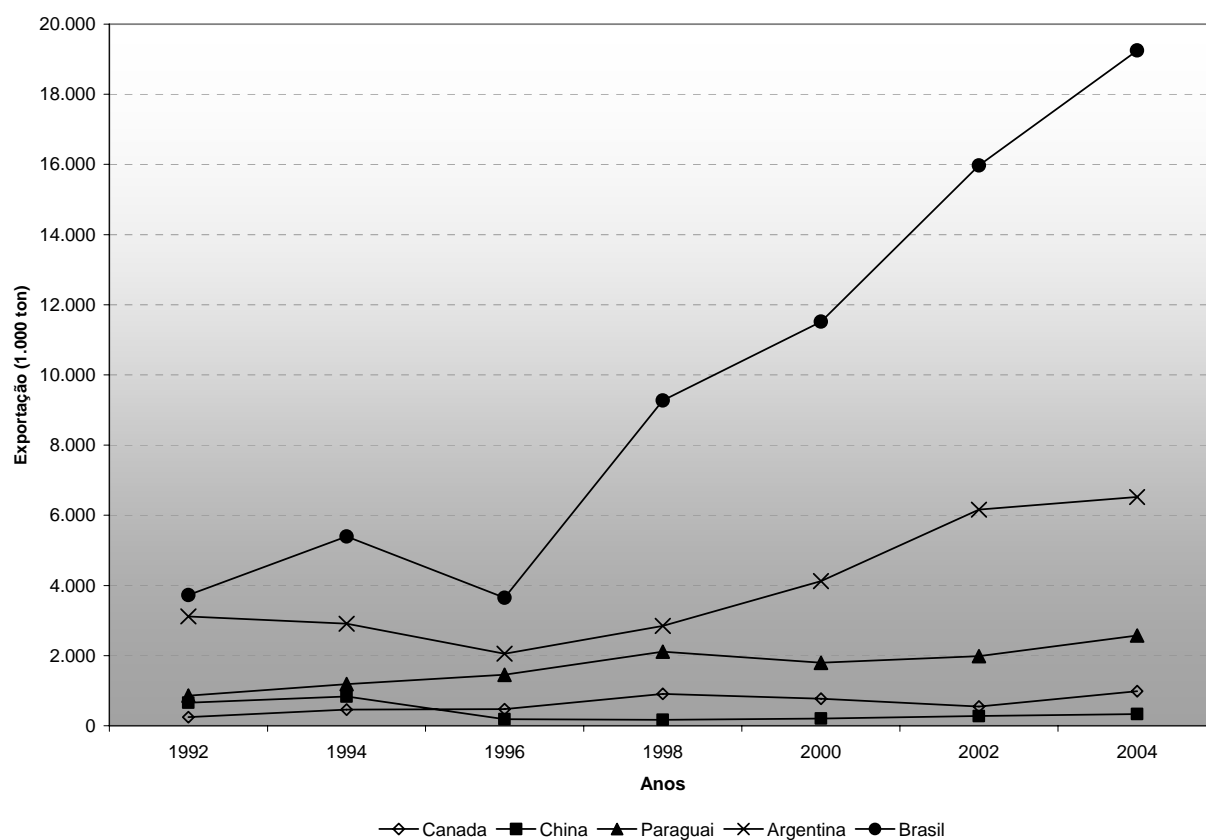


Figura 2 - Evolução da exportação de soja (1.000 ton) dos principais países exportadores exceto E.U.A., no período de 1992 a 2004

Fonte: FAO (2006)

Tabela 3 - Importações de soja em grão: principais países importadores - 1992/2004 (ton)

Países	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Bélgica					1.132.384	1.752.291	813.978
China	2.354.974	2.443.832	3.797.324	5.194.626	12.720.810	13.848.447	22.255.448
Alemanha	3.208.027	3.202.240	2.737.122	3.516.978	3.840.424	4.345.729	3.719.235
Indonésia	694.133	800.461	746.329	343.124	1.277.685	1.365.253	1.117.790
Japão	4.725.284	4.731.308	4.870.324	4.751.360	4.829.378	5.038.937	4.407.103
República da Coreia	1.289.441	1.228.386	1.469.618	1.413.011	1.492.228	1.474.963	1.283.491
México	2.101.091	2.496.565	3.048.040	3.489.399	3.984.886	4.382.508	3.539.023
Holanda	4.310.225	3.707.328	4.339.200	5.469.100	5.381.490	5.601.601	4.781.105
Espanha	2.562.015	2.019.350	2.322.348	3.168.785	2.650.777	3.352.300	2.462.415
Tailândia	158.047	97.998	418.811	687.255	1.320.402	1.528.557	1.435.803
Resto do Mundo	8.518.663	8.884.913	9.119.459	10.498.433	9.851.283	14.066.399	12.584.655
Total do Mundo	29.921.900	29.612.381	32.868.575	38.532.071	48.481.747	56.756.985	58.400.046

Fonte: FAO (2006)

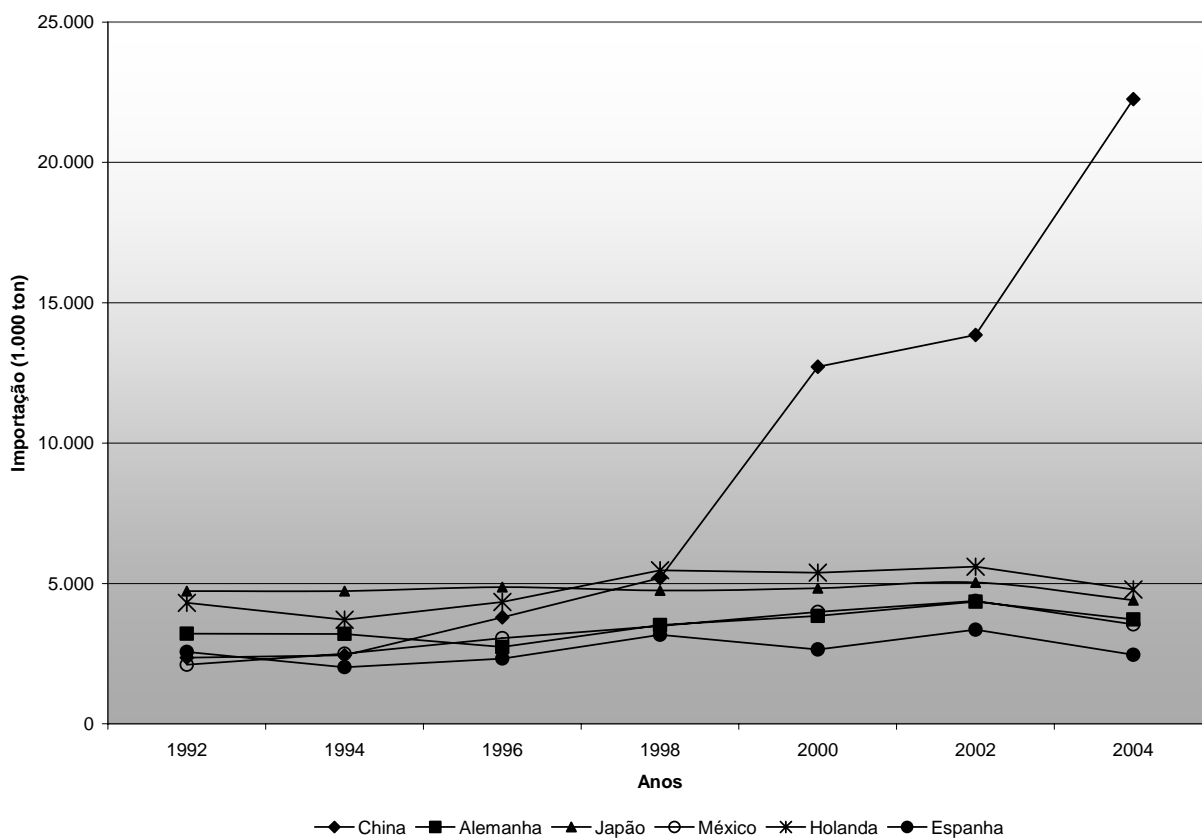


Figura 3 - Evolução da importação de soja (1.000 ton) dos principais países importadores, no período de 1992 a 2004

Fonte: FAO (2006)

2.2 Evolução da produção e exportação brasileira de soja

No final da década de 1960, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a enxergar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria o cenário mundial de produção do grão. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do país e a soja surgia como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um esforço na produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no país. A explosão do preço da soja no mercado mundial, em meados de 1970, despertou ainda mais os agricultores e o próprio governo brasileiro para a importância da cultura.

Santos (2000) realizou estudos sobre a evolução de sua produção e do seu processamento industrial, confirmando as características distintas entre as regiões produtoras de

soja no Brasil, no período entre 1970 e 1999, nas suas três fases de crescimento. De 1970 a 1979, a expansão se deu na região Sul, que ficou conhecida como tradicional pelo fato de ter sido pioneira na produção agrícola de soja. De 1980 a 1989, a expansão ocorreu na região do cerrado, mais especificamente no Centro-Oeste e no estado de Minas Gerais; e de 1990 a 1999, o avanço da cultura da soja ocorreu na região Nordeste, destacando-se os estados da Bahia e Maranhão, além da continuidade da expansão nas demais regiões. Na Tabela 4, verifica-se que a produção de soja passou de 19,89 milhões de toneladas, em 1990, para 49,55 milhões de toneladas, em 2004, representando um crescimento de 149,02 % em 14 anos. No mesmo período, a área plantada cresceu 86,44%, aumentando de 11,58 milhões de hectares para 21,59 milhões de hectares (IBGE, 2005).

Tabela 4 - Evolução da produção de soja em grão no Brasil e das exportações brasileiras de soja em grão, farelo de soja e óleo de soja bruto, em toneladas, no período de 1990/2004

Ano	Produção Soja em grão (ton)	Soja em grão (ton)	Exportação Farelo de soja (ton)	Óleo de soja bruto (ton)
1990	19.897.804	4.077.286		771.895
1991	14.937.806	2.020.436		506.703
1992	19.214.705	3.735.979		669.365
1993	22.590.978	4.209.211		734.773
1994	24.931.832	5.403.587		1.518.436
1995	25.682.637	3.492.524		1.730.336
1996	23.166.874	3.646.933	11.261.698	1.283.132
1997	26.392.636	7.787.661	10.013.356	1.013.437
1998	31.307.440	9.189.575	10.447.984	1.201.630
1999	30.987.476	8.798.731	10.430.878	1.297.051
2000	32.820.826	11.506.766	9.375.412	910.357
2001	37.907.259	15.655.792	11.270.729	1.390.675
2002	42.107.618	15.961.443	12.517.154	1.700.821
2003	50.330.400	19.881.261	13.602.158	2.125.755
2004	49.549.941	19.247.689	14.485.621	2.122.754

Fonte: Dados de produção: IBGE (2005b); dados de exportação: Brasil (2005)

A Tabela 4 também mostra a evolução das exportações de soja em grão, farelo de soja e óleo de soja bruto, no período de 1990 a 2004. A soja é um dos principais produtos da pauta de exportações brasileiras. As exportações de óleo de soja bruto passaram de 771,9 mil toneladas em 1990 para 2,12 milhões toneladas em 2004, representando um crescimento de 175%. As exportações derivadas do complexo soja totalizaram, em 2004, cerca de US\$ 10

bilhões, sendo que as exportações de grãos foram de 19,25 milhões de toneladas e US\$ 5,39 bilhões; as exportações de farelo de soja participaram com 14,48 milhões de toneladas e US\$ 3,27 bilhões e o óleo bruto e refinado com aproximadamente 2,5 milhões de toneladas e US\$ 1,37 bilhão. Deve-se ressaltar que essas exportações do complexo soja representaram em torno de 29% do total das exportações do agronegócio brasileiro, que foram de US\$ 34,13 bilhões em 2004 e de 10,3% do total das exportações brasileiras, que foram de US\$ 96 bilhões no mesmo período (CONAB, 2005).

As exportações brasileiras de soja em grão apresentaram um crescimento de 372,07%, em 14 anos (Tabela 4). O segredo da competitividade brasileira está na produtividade da cultura. O rendimento médio da cultura aumentou em 37,6%, passando de 1.740 kg/ha para 2.395 kg/ha, no período de 1990 a 2003 (EMBRAPA, 2004). Santos (2000) destacou que obteve-se o aumento do rendimento médio da soja graças ao desenvolvimento de pesquisas, permitindo a expansão da cultura da soja através da tecnologia direcionada a várias regiões. A competitividade brasileira da soja assenta-se mais em vantagens comparativas, como as características edafoclimáticas e expansão de fronteiras agrícolas, do que em vantagens competitivas. Segundo Caixeta Filho (1998), um dos pontos de estrangulamento da competitividade enfrentado pelo setor é o chamado “Custo Brasil”, referente à soma dos custos de frete e portuários. Deficiências na infra-estrutura logística e de armazenagem, carga tributária, encargos trabalhistas e impostos vinculados ao faturamento das firmas diminuem as vantagens adquiridas no segmento de produção agrícola.

Em relação à participação do complexo soja na Balança Comercial brasileira, um dos fatores relevantes ao aumento das exportações de grãos, a partir de 1997, é o efeito da adoção da Lei Kandir, beneficiando a exportação de grãos e demais produtos primários em detrimento das exportações de produtos com algum grau de processamento, como é o caso do farelo de soja. O incentivo à exportação deu-se na forma de isenção de ICMS dos grãos destinados à exportação, aumentando a competitividade dos grãos brasileiros no mercado internacional. De acordo com dados da CONAB (2005), de 1999 a 2005, a receita brasileira com exportação de soja em grãos aumentou em praticamente 236 %, passando de US\$ 1,59 bilhões para US\$ 5,34 bilhões.

Na Tabela 5 estão listados os maiores importadores de soja em grão do Brasil, nos anos de 1990 e 2004, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Exterior – MDIC (2005). Em 1990, os cinco principais compradores de soja brasileira foram Holanda (36,51%), Japão (18%), Espanha (11,97%), Itália (6,54%) e Bélgica (5,53%), sendo que as exportações para esses países representaram 78,55% do total exportado pelo Brasil nesse ano. Em 2004, os maiores importadores foram China (29,5%), Holanda (18,54%), Alemanha (8,5%) e Espanha (8,01%), representando 64,55% do total exportado em 2004. A China se destacou como a principal compradora do produto brasileiro, importando 5,67 milhões de toneladas de soja em grão. A Holanda passou a ocupar o segundo lugar no ranking dos principais importadores do produto brasileiro, e o Japão desceu da segunda para a oitava posição, reduzindo suas importações em 48%. O Reino Unido e a Alemanha aumentaram seus volumes importados em 1.099% e 763,24%, respectivamente, de 1990 para 2004.

Tabela 5 - Principais países importadores de soja (toneladas de soja em grão) do Brasil, em 1990 e em 2004

	Volume importado			
	1990		2004	
	ton	%	ton	%
Alemanha	189.460	4,65	1.635.513	8,50
Bélgica	225.531	5,53	137.847	0,72
China	NI		5.678.005	29,50
Espanha	488.110	11,97	1.542.159	8,01
França	134.162	3,29	173.982	0,90
Holanda (Países Baixos)	1.488.650	36,51	3.569.138	18,54
Itália	266.638	6,54	862.255	4,48
Japão	733.762	18,00	381.047	1,98
Reino Unido	44.378	1,09	532.093	2,76
Taiwan (Formosa)	NI		841.003	4,37
Outros	506.594	12,42	3.894.647	20,23
Brasil: Total exportado	4.077.286	100,00	19.247.689	100,00

Fonte: Brasil (2005)

Nota: NI: Não importou no ano considerado.

2.3 Evolução da produção e estrutura agrária dos principais estados produtores

Até a década de oitenta, a produção brasileira concentrava-se nos estados do Sul do Brasil. A partir da década de 90, o Centro-Oeste tornou-se a principal região produtora, sendo responsável por 48,5% do total da produção brasileira, em 2004 (Tabela 6). O crescimento da

produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilidade de tecnologias ao setor produtivo (EMBRAPA, 2004). A região Sul é a segunda maior produtora, contribuindo com 33,11% do total produzido em 2004 (Tabela 6). As duas regiões totalizaram 81,60% do total produzido no Brasil, em 2004.

Tabela 6 - Evolução da produção de soja, em mil toneladas, nas cinco regiões do Brasil, no período de 1997 a 2004

Região	Produção (1.000 ton)							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Norte	47,9	142,4	133,8	184,6	260,7	338,8	552,4	946,6
Nordeste	1.275,6	1.528,3	1.641,7	2.063,8	2.026,9	2.117,0	2.525,3	3.659,0
Sudeste	2.490,0	2.305,7	2.760,2	2.628,9	2.746,3	3.511,8	4.044,3	4.514,9
Sul	11.790,2	14.288,3	12.694,0	12.496,9	16.101,3	15.679,2	21.301,4	16.402,5
Centro-Oeste	10.788,7	13.042,5	13.757,6	15.446,4	16.771,8	20.477,9	23.495,7	24.026,8
Total	26.344,7	31.307,4	30.987,4	32.636,3	37.907,2	42.124,8	51.919,4	49.549,9

Fonte: IBGE (2005b)

Nas Tabelas 7, 8 e 9 estão os dados da produção, área plantada e área colhida de soja, respectivamente, dos principais estados produtores do país, no período de 1997 a 2004. O maior estado produtor brasileiro é o Mato Grosso. Em 2004, a sua área colhida com soja foi de aproximadamente 5,26 milhões de hectares, com produção de 14,5 milhões de toneladas e produtividade média de 2.758 kg/ha. O Paraná foi o segundo produtor do grão, colhendo uma área de 4,00 milhões de hectares, e apresentando uma produtividade média de 2.548 kg/ha e uma produção de 10,2 milhões de toneladas. Goiás aparece em terceiro lugar com 6,09 milhões de toneladas de soja, numa área colhida de 2,59 milhões de hectares e rendimento médio de 2.351 kg/ha. O produtor gaúcho obteve baixa produtividade, 1.396 kg de soja por hectare, devido à forte estiagem que ocorreu nesse estado naquele ano. Em seguida, ocupando a quinta posição está o Mato Grosso do Sul, com uma produção de aproximadamente 3,28 milhões de toneladas em 1,79 milhões de hectares de área colhida. Sua produtividade média também foi baixa, 1.827 kg/ha, devido à estiagem ocorrida no estado naquele ano.

Tabela 7 - Evolução da produção de soja em grão, em mil toneladas, nos principais estados produtores do Brasil, no período de 1997 a 2004

Estados	Produção (1.000 Ton)							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Goiás	2.464,1	3.409,0	3.419,8	4.092,9	4.052,1	5.405,5	6.319,2	6.091,6
Mato Grosso	6.060,8	7.228,0	7.473,0	8.774,4	9.533,2	11.702,1	12.965,9	14.517,9
Mato Grosso do Sul	2.184,2	2.319,1	2.799,1	2.486,1	3.115,0	3.267,0	4.090,8	3.282,7
Paraná	6.582,3	7.314,1	7.755,2	7.188,3	8.615,1	9.538,7	11.009,9	10.219,0
Rio Grande do Sul	4.755,0	6.462,5	4.467,1	4.783,8	6.951,8	5.610,5	9.579,2	5.541,7
Outros Estados	4.345,9	4.574,5	5.073,0	5.495,0	5.639,7	6.600,7	7.954,1	9.897,0
Total	26.392,6	31.307,4	30.987,4	32.820,8	37.907,2	42.124,8	51.919,4	49.549,9

Fonte: IBGE (2005b)

Tabela 8 - Evolução da área plantada de soja, em mil hectares, nos principais estados produtores do Brasil, no período de 1997 a 2004

Estados	Área plantada (1.000 ha)							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Goiás	1.021,8	1.382,8	1.335,1	1.491,0	1.538,9	1.903,0	2.176,7	2.591,9
Mato Grosso	2.192,5	2.643,3	2.636,1	2.906,6	3.121,4	3.824,2	4.414,4	5.279,9
Mato Grosso do Sul	885,5	1.117,6	1.073,9	1.106,3	1.065,0	1.195,7	1.412,3	1.812,0
Paraná	2.552,7	2.861,0	2.788,8	2.857,9	2.818,0	3.309,9	3.649,1	4.011,0
Rio Grande do Sul	2.942,8	3.176,2	3.054,6	3.030,5	2.976,4	3.307,2	3.591,9	3.984,3
Outros Estados	1.912,5	2.138,5	2.181,0	2.301,1	2.468,3	2.841,8	3.282,9	3.921,8
Total	11.508,1	13.319,7	13.069,7	13.693,6	13.988,3	16.382,0	18.527,5	21.597,2

Fonte: IBGE (2005b)

A Tabela 10 mostra o percentual de estabelecimentos agropecuários, segundo os grupos de área total em hectare, para os principais estados produtores de soja no Brasil. Os dados são do último Censo Agropecuário, realizado em 1995/1996 pelo IBGE.

Tabela 9 - Evolução da área colhida de soja, em mil hectares, nos principais estados produtores do Brasil, no período de 1997 a 2004

Estados	Área Colhida (1.000 hectares)							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Goiás	1.021,8	1.382,7	1.334,1	1.491,0	1.538,9	1.902,9	2.176,7	2.591,0
Mato Grosso	2.192,5	2.643,3	2.635,0	2.906,4	3.121,3	3.818,2	4.413,2	5.263,4
Mato Grosso do Sul	885,5	1.108,9	1.073,7	1.099,3	1.064,7	1.195,5	1.411,3	1.796,4
Paraná	2.540,6	2.859,1	2.788,0	2.857,9	2.818,0	3.309,7	3.649,1	4.011,0
Rio Grande do Sul	2.941,5	3.172,1	3.050,5	3.001,8	2.974,5	3.295,3	3.591,4	3.968,5
Outros Estados	1.904,3	2.137,2	2.179,9	2.300,0	2.467,4	2.837,5	3.282,8	3.908,4
Total	11.486,4	13.303,6	13.061,4	13.656,7	13.985,0	16.359,4	18.524,7	21.538,9

Fonte: IBGE (2005b)

Tabela 10 - Percentual (%) de estabelecimentos agropecuários, segundo os grupos de área total (hectares), para os principais estados produtores de soja

Estados	Menos de 10 a 99,9		100 a	1000 a	10.000 ha	NI	Total
	10 ha	ha	999 ha	9.999 ha	e mais		
Mato Grosso	0,3	5,8	51,0	40,5	2,4	0,0	100,0
Goiás	0,7	20,0	62,2	16,9	0,2	0,0	100,0
Mato Grosso do Sul	12,6	39,6	38,2	9,2	0,5	0,0	100,0
Rio Grande do Sul	27,9	66,7	5,1	0,3	0,0	0,0	100,0
Paraná	20,4	68,4	10,7	0,5	0,0	0,0	100,0

Fonte: IBGE (2005a)

Nota: NI: Não informado.

Verifica-se que nos estados do Sul predominam os pequenos estabelecimentos, sendo que 20,4% no Paraná e 27,9% no Rio Grande do Sul possuem menos de 10 hectares. Esse percentual sobe expressivamente se considerarmos estabelecimentos com menos de 100 hectares. Eles representam 88,8% e 94,6% do total dos estabelecimentos paranaenses e gaúchos, respectivamente. No Centro-Oeste, estabelecimentos com menos de 100 hectares são menos expressivos: 52,2% no Mato Grosso do Sul, 20,7% em Goiás e 6,1% no Mato Grosso. Nesses estados, áreas com mais de 100 hectares são mais usuais, representando 94% do total no Mato Grosso, 79,4% em Goiás e 47,8% no Mato Grosso do Sul. Na região Sul, estabelecimentos com

mais de 100 hectares representam 5,4% e 11,2% do total do Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente.

A evolução do percentual de estabelecimentos agropecuários com áreas de até 99,9 hectares, segundo os grupos de área total, em hectare, para os principais estados produtores de soja no Brasil, no período de 1975 a 1995/1996, está representada na Tabela 11. No censo de 1975 não consta a área produtora de soja no estado do Mato Grosso. Em 1985, os estabelecimentos produtores de soja com até 99,9 hectares representavam 18,4% e 27,7% do total nos estados do Mato Grosso e Goiás, respectivamente. Após 10 anos, esses valores reduziram-se para 6,0% e 20,6%, respectivamente. Em 1980, no estado do Mato Grosso do Sul a queda foi ainda mais expressiva: 72,6% das áreas produtoras de soja possuíam até 99,9 hectares; em 1995 reduziram-se para 52,2%. Na região Sul, em 1975, eles representavam 96,2% e 96,3% dos estabelecimentos paranaenses e gaúchos produtores de soja, respectivamente. Em 1995, esses percentuais reduziram-se para 94,5% e 88,8% do total, respectivamente.

Tabela 11 - Evolução do percentual (%) de estabelecimentos agropecuários com área de até 99,9 ha, segundo os grupos de área total (hectares), para os principais estados produtores de soja, no período de 1975 a 1995/1996: número de informantes

Estados	1975	1980	1985	1995
Mato Grosso	NI	10,0	18,4	6,0
Goiás	17,3	23,0	27,7	20,6
Mato Grosso do Sul	91,0	72,6	60,1	52,2
Rio Grande do Sul	96,3	95,4	95,7	94,5
Paraná	96,2	93,1	91,9	88,8

Fonte: IBGE (1975, 1980, 1985, 1995/96)

Nota: NI: Não informado.

A evolução do percentual de estabelecimentos agropecuários com área acima de 99,9 ha, segundo os grupos de área total em hectare, para os principais estados produtores de soja no Brasil, de 1975 a 1995/1996, está representada na Tabela 12.

Tabela 12 - Evolução do percentual (%) de estabelecimentos agropecuários com área acima de 99,9 ha, segundo os grupos de área total (hectares), para os principais estados produtores de soja, no período de 1975 a 1995/1996: número de informantes

Estados	1975	1980	1985	1995
Mato Grosso	NI	90,0	81,6	94,0
Goiás	82,7	76,9	72,3	79,4
Mato Grosso do Sul	9,0	27,4	39,9	47,8
Rio Grande do Sul	3,7	4,5	4,2	5,4
Paraná	3,8	6,9	8,1	11,2

Fonte: IBGE (1975, 1980, 1985, 1995/96)

Nota: NI: Não informado.

Em 1980, nos estados do Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, os estabelecimentos com áreas superiores a 99,9 hectares representavam 90%, 76,9% e 27,4% do total, respectivamente. Esses percentuais se alteraram para 94%, 79,4% e 47,8% do total após quinze anos, em 1995. No estado do Rio Grande do Sul a mudança foi de 3,7% para 5,4%, enquanto que no Paraná, o acréscimo foi mais expressivo, passando de 3,8% para 11,2%, em vinte anos. Cabe salientar que houve uma queda significativa no número de estabelecimentos produtores de soja nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul no período de 1975 a 1995 (Anexo A).

Essa mudança da estrutura agrária dos estados produtores sinaliza uma alteração no perfil da produção de soja do país, no que se refere ao tamanho das propriedades onde está sendo desenvolvida a atividade, e pode estar relacionada com a ocorrência de economias de escala na produção de soja. A presença de economias de escala na produção estaria associada à redução do custo médio de produção à medida que se aumenta a produção, até que se atinja a escala ótima de produção (GARCIA, 2004). Nesse sentido, a determinação da existência, ou não, de economias de escala na produção de soja, bem como a análise dos fatores que a determinam, são elementos importantes na análise de produção do setor.

A existência de economias de escala no setor de produção faz com que haja uma tendência de redistribuição do tamanho das propriedades rurais, ocorrendo uma mudança na estrutura fundiária do país. Isso pode significar que o número de propriedades pequenas nessa

atividade tende a se reduzir. O conhecimento das características da tecnologia de produção da atividade pode contribuir para a formulação de políticas públicas para o setor.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Dualidade entre as funções de produção e de custo

O referencial teórico deste estudo baseia-se na Teoria da Dualidade, segundo a qual é possível recuperar as informações economicamente relevantes referentes ao processo (tecnologia) de produção através da estimação de uma função de custo (ALBUQUERQUE, 1987). A Teoria da Dualidade tem seu fundamento analítico nos trabalhos matemáticos desenvolvidos por Minkowski, em 1911 (LERDA, 1979). A relação entre os insumos do processo produtivo e o produto resultante é descrita como função de produção. Uma função de produção indica o produto máximo que uma empresa produz para cada combinação específica de insumos; descreve o que é tecnicamente viável quando a empresa utiliza cada combinação de insumos da forma mais eficaz possível (PINDYCK; RUBINFELD, 1994). A função custo é o custo mínimo para se produzir um certo nível de produto durante um dado período de tempo, expressa como uma função dos preços dos insumos e produto. Assume-se que os preços dos insumos são exógenos ao produtor, ou seja, os produtores são tomadores dos preços dos insumos (CHAMBERS, 1988).

A especificação de uma função de produção implica numa função custo particular, e vice-versa. A estrutura de produção pode ser estudada empiricamente usando-se tanto a função de produção como a função custo (CHRISTENSEN; GREENE, 1976). O uso da função custo para estimar os parâmetros de produção tem várias vantagens em relação à função de produção (BINSWANGER, 1974):

1. Não é necessário impor homogeneidade de grau 1 no processo de produção para se obter as equações estimadas. Funções custo são homogêneas nos preços sem considerar as propriedades de homogeneidade da função de produção, pois se todos os preços dobrarem, os custos dobrarão sem afetar a razão dos fatores;
2. As equações estimadas têm preços como variáveis independentes ao invés de quantidade de fatores. Na estimação da função de produção, alta multicolinearidade entre as variáveis dos insumos sempre é um problema. Como usualmente há pouca multicolinearidade entre os preços dos fatores, esse problema não aparece na estimação da função custo;
3. Se uma função de produção é usada para derivar estimativas das elasticidades de substituição ou de demanda de fatores no caso de muitos fatores, a matriz de estimativas

dos coeficientes da função de produção tem que ser invertida. Isso inevitavelmente exagerará os erros das estimativas. Nenhuma inversão é necessária quando a função custo é usada.

A dualidade entre as funções de produção e de custo faz com que a função custo possa ser usada para a obtenção das informações economicamente relevantes à respeito da tecnologia original: as demandas derivadas dos fatores; as elasticidades das demandas derivadas, as elasticidades de escala e as elasticidades de substituição (CHAMBERS, 1988; CHRISTENSEN; GREENE, 1976). Do ponto de vista econométrico é indiferente estimar uma ou outra função, pois os parâmetros de uma equação podem ser deduzidos a partir dos parâmetros da outra (BARBOSA, 1985). As aplicações da teoria da dualidade em problemas na área econômica têm gerado resultados úteis nos estudos das relações entre produção e custo¹.

3.2 A função custo

A função custo depende dos objetivos da firma, e se a firma é maximizadora de lucro então ela deve produzir ao mínimo custo possível (SILBERBERG, 1990). As quantidades de todos os fatores de produção são variáveis, caracterizando uma situação de longo prazo. A função custo (C^*) para uma empresa é obtida a partir de um problema de minimização do custo total (C), condicionada a uma determinada quantidade de produto (Y_0), produzido a partir de fatores de produção (x_1, x_2, \dots, x_n), de acordo com a sua função de produção $Y = Y(x_1, x_2, \dots, x_n)$. A função de produção, por hipótese, possui derivadas contínuas de primeira e de segunda ordem. Então, o objetivo da empresa é selecionar uma combinação de fatores com o intuito de obter o menor custo de produção possível:

$$\text{Minimizar } C = \sum_{i=1}^n P_i x_i \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a } f(x_1, x_2, \dots, x_n) = Y_0 \quad (2)$$

¹ Nerlove (1963) foi o primeiro a verificar as vantagens da dualidade no seu estudo sobre economias de escala na geração de eletricidade, tendo utilizado uma função custo Cobb-Douglas e o sistema de demandas derivadas para modelar o comportamento das firmas nessa indústria.

Em que:

C é o custo total, x_1, \dots, x_n são as quantidades dos fatores de produção e P_1, \dots, P_n os seus respectivos preços.

Assumindo que $f(x_1, \dots, x_n)$ é contínua e com derivadas contínuas, as condições de 1ª e 2ª ordem para um mínimo com restrição são válidas. A condição de segunda ordem (C.S.O.) para que a função possua um mínimo é que o determinante Hessiano Orlado - $|H|$ seja menor que zero. Pela solução das equações de 1ª ordem de Lagrange, obtêm-se as relações observáveis:

$$x_i = x_i^*(P_1, \dots, P_n, Y_0) \quad i=1, \dots, n \quad (3)$$

Essas curvas de demanda são função do nível de produto e dos preços dos fatores. Substituindo a expressão (3) na equação de custo total (1) obtêm-se a função custo:

$$C^* = \sum_{i=1}^n P_i x_i^*(P_1, \dots, P_n, Y_0) = C^*(P_1, \dots, P_n, Y_0) \quad (4)$$

sendo que C^* é o custo mínimo associado ao nível de produto Y_0 e ao vetor de preços dos insumos P . A hipótese da quase concavidade da função de produção nos garante a existência de um ponto de mínimo custo.

A função custo apresenta as seguintes propriedades (CHAMBERS, 1988):

- Não negatividade: é impossível obter uma produção positiva a custo zero. Como os preços dos insumos são todos estritamente positivos, o custo para se produzir uma quantidade positiva de produto também deve ser positivo;
- Não decrescente nos preços dos insumos: essa propriedade indica que aumentando qualquer preço do insumo o custo não deve decrescer;
- Concavidade e continuidade nos preços dos insumos;
- Homogeneidade linear positiva nos preços dos fatores: é uma reafirmação do princípio familiar que somente preços relativos importam para agentes economicamente otimizadores. Se os preços dos insumos variam somente proporcionalmente, a escolha de insumos minimizadora de custo não variará;
- Não decrescente no produto: quando o nível de produto aumenta é porque as quantidades de insumos aumentaram, portanto o custo não deve decrescer;

- Não contém custos fixos: essa propriedade diz que não há custos se a quantidade produzida for nula, sendo uma consequência das propriedades da função de produção. Todos os insumos são perfeitamente variáveis, o que caracteriza uma situação de longo prazo.

3.2.1 A função custo translog

Ao especificar formas para a análise de produção aplicada, é vantajoso ter relações estimáveis que imponham relativamente poucas restrições à tecnologia. Estimabilidade tipicamente implica na escolha de uma forma, e uma vez que a forma é parametrizada de acordo com a teoria econômica (homogeneidade, convexidade etc.), a dualidade garante a existência de uma função dual única. A meta principal da análise de produção aplicada é a medida empírica das informações economicamente relevantes que exaustivamente caracterizem o comportamento dos agentes econômicos (CHAMBERS, 1988). Para tecnologias que são contínuas e duplamente diferenciáveis isso inclui o valor da função (ex: nível de custo), o gradiente da função (ex: demandas derivadas) e o Hessiano (ex: a matriz de elasticidades da demanda derivada).

A função transcendental logarítmica (Translog) é uma forma funcional importante devido ao fato de não impor nenhuma restrição, a priori, sobre as possibilidades de substituição entre os fatores de produção (BISWANGER, 1974). A função custo translog não é obtida a partir de uma função de produção específica, mas satisfaz a todas as propriedades que uma função custo deve ter (BARBOSA, 1985).

Para analisar as características dos insumos empregados na produção de soja nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil foi utilizada a forma funcional flexível translog para a função custo. A função custo translog expressa o custo de produção como uma função dos preços dos insumos e da quantidade produzida. Logaritmando a expressão (4) e expandindo-a através de uma série de Taylor de segunda ordem em torno do vetor unitário, obtém-se a função custo transcendental logarítmica (*translog*), indicada na expressão seguinte:

$$\begin{aligned} \ln C^* = & \ln C^*|_0 + (\ln Y - \ln 1) \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln Y} + \sum_i (\ln P_i - \ln 1) \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln P_i} + \\ & + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j (\ln P_i - \ln 1)(\ln P_j - \ln 1) \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln P_i \partial \ln P_j} + \sum_i (\ln P_i - \ln 1)(\ln Y - \ln 1) \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln P_i \partial \ln Y} + R \end{aligned} \quad (5)$$

Como $\ln 1 = 0$, então:

$$\ln C^* = \ln C^*|_0 + \ln Y \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln Y} + \ln P_i \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln P_i} + \frac{1}{2} \ln P_i \ln P_j \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln P_i \partial \ln P_j} + \ln P_i \ln Y \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln P_i \partial \ln Y} + R \quad (6)$$

sendo que “R” é o resto da aproximação de segunda ordem.

Segundo Binswanger (1974), se R for negligenciado e o valor das derivadas cruzadas for mantido constante, esta função será uma aproximação arbitrária analítica da forma funcional, podendo ser apresentada como a função custo translogarítmica, com a seguinte formulação:

$$\ln C^* = \beta_0 + \beta_Y \ln Y + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} \ln P_i \ln Y + \frac{1}{2} \beta_{YY} (\ln Y)^2 \quad (7)$$

sendo que $\beta_0 = \ln C^*$; $\beta_Y = \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln Y}$; $\beta_i = \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln P_i}$; $\beta_{ij} = \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln P_i \partial \ln P_j}$; $\beta_{iY} = \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln P_i \partial \ln Y}$

são os parâmetros estruturais da função custo e os índices i e j se referem aos fatores de produção utilizados na estimação da função custo.

A igualdade das derivadas parciais cruzadas, segundo o Teorema de Young, implica em uma restrição de simetria aos parâmetros estruturais da função custo *translog*, resultando em $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ para todo i, j (para $i \neq j$), enquanto a condição de homogeneidade linear da função no vetor de preços requer que:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1 \quad \text{e} \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} = \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \quad (8)$$

A função custo *translog* deve atender localmente a duas propriedades importantes da função custo: monotonicidade e concavidade. A monotonicidade da função será satisfeita se as parcelas de custo forem não-negativas, enquanto a concavidade será atendida se o hessiano da matriz resultante for semidefinido negativo. Binswanger (1974) demonstra que essa condição é satisfeita se a matriz de elasticidades parciais de substituição de Allen for semidefinida negativa, bastando para isto que todas as elasticidades-preço diretas da demanda de fatores de produção apresentem sinais negativos (GARCIA, 2004).

Satisfeitas essas condições, as funções demanda podem ser estimadas através da aplicação do lema de Shephard, segundo o qual a derivada parcial da função custo *translog* em relação ao preço do insumo é igual à quantidade demandada do fator considerado, ou seja:

$$\frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln p_i} = \frac{\partial C^*}{\partial P_i} \frac{P_i}{C^*} \quad (9)$$

Segundo o lema de Shephard $\frac{\partial C^*}{\partial P_i} = X_i$ então:

$$\frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln p_i} = \frac{P_i X_i}{C^*} = S_i \quad (10)$$

em que S_i corresponde à parcela dos custos relacionada ao i -ésimo insumo.

Tomando as derivadas parciais de (11) em relação a cada fator, obtém-se:

$$\frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln p_i} = \beta_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln P_j + \gamma_{iY} \ln Y = S_i \quad (11)$$

que constitui um sistema de n -equações de parcelas de custo, cada qual em termos do custo relativo em função do próprio preço. A solução desse sistema de equações fornecerá os parâmetros estruturais necessários ao cálculo das elasticidades, como proposto por Binswager (1974).

Podem-se impor outras restrições importantes na função custo *translog*, como homoteticidade e homogeneidade da função de produção², que embora não sejam características essenciais das funções custo, são condições importantes que a fórmula *translog* nos permite verificar e que têm sido frequentemente aceitas como hipóteses de trabalho em modelos econométricos tradicionais. A homoteticidade da função de produção nos insumos indica que os efeitos de escala no custo são representados por deslocamentos paralelos das isoquantas, deixando inalteradas as parcelas de distribuição de renda dos fatores (ALBUQUERQUE, 1987). A seguinte restrição implica que a função custo é homotética:

$$\gamma_{iY} = 0 \quad \text{com } i=1, \dots, n \quad (12)$$

² As funções de produção podem apresentar características como homogeneidade e homoteticidade. Uma função de produção é homogênea de grau r quando todos os insumos estiverem aumentando (diminuindo) pela mesma proporção, a produção aumentar (diminuir) pela potência r -ésima desse aumento (SILBERBERG, 1990). Formalmente se $f(x_1, \dots, x_n)$ é homogênea de grau r : $f(tx_1, \dots, tx_n) = t^r f(x_1, \dots, x_n)$.

A elasticidade de escala para funções de produção homotéticas é somente uma função do nível do produto e as elasticidades do produto para todos os fatores são iguais para qualquer ponto dado. Para funções de produção homotéticas, a função custo pode ser escrita como o produto de duas funções: uma função do produto y e outra função dos preços dos fatores, ou seja, é uma função separável em y e nos preços dos fatores:

$$C(P, Y) = J(Y) \cdot C(P_1, \dots, P_n) \quad (13)$$

Homogeneidade é um pressuposto mais forte, indicando retornos constantes de escala (homogeneidade linear) ou um grau constante de retorno de escala. Uma estrutura de produção homotética é também homogênea se a elasticidade do custo com respeito à produção é constante (CHRISTENSEN; GREENE, 1976; GARCIA, 2004). A restrição para isso é:

$$\gamma_{iY} = 0 \quad \text{com} \quad i=1, \dots, n \quad e \quad \beta_{YY} = 0 \quad (14)$$

Se a função de produção $f(x)$ é homogênea de qualquer grau r ($r > 0$), então a função custo pode ser escrita na forma: $C(P, Y) = y^{1/r} \cdot C(P_1, \dots, P_n)$

3.3 Elasticidades de substituição

As estimativas dos parâmetros foram usadas para calcular as elasticidades parciais de substituição de Allen e as elasticidades-preço da demanda derivada. Um aspecto importante do processo de produção é que o mesmo volume de produto pode ser obtido com diferentes combinações de fatores. Medidas das possibilidades de substituição entre os fatores são importantes para o processo de tomada de decisão. Uma dessas medidas é a Taxa Marginal de Substituição - TMS. A TMS do fator i pelo fator j (TMS_{ij}) é definida como o número de unidades que o fator i é diminuído quando o uso do fator j é aumentado em uma unidade, mantendo-se constante o nível de produção e a quantidade dos outros fatores. Para se determinar como a quantidade do fator X_i se ajusta a mudanças no nível do fator X_j , mantendo-se constante o nível de produção e a quantidade dos outros fatores, basta diferenciar a função de produção em relação à X_j obtendo-se:

$$dY = \frac{\partial f}{\partial X_i} \frac{\partial X_i}{\partial X_j} + \frac{\partial f}{\partial X_j} = 0 \quad (15)$$

Resolvendo-se para a razão dos fatores, tem-se a TMS do fator i pelo fator j, dada por:

$$TMS_{ij} = -\frac{\partial X_i}{\partial X_j} = \frac{\frac{\partial f}{\partial X_j}}{\frac{\partial f}{\partial X_i}} = \frac{f_j}{f_i} \quad (16)$$

sendo f_i e f_j os produtos marginais dos fatores X_i e X_j , respectivamente.

A taxa marginal de substituição depende das unidades usadas para medir as quantidades dos fatores de produção. Uma medida semelhante, independente das unidades de medida, e de mais fácil interpretação é a Elasticidade de Substituição (σ_{ij}). Os conceitos de elasticidades-preço diretas e cruzadas da demanda dos fatores, de elasticidades de substituição de Allen e de Morishima permitem caracterizar o processo produtivo da atividade. As elasticidades cruzadas de demanda permitem verificar se há interdependência no mercado de fatores, através de relações de substituição ou complementaridade entre insumos. As elasticidades de substituição possibilitam analisar a intensidade de uso dos recursos, refletindo substituibilidade ou complementaridade no processo produtivo (REIS; TEIXEIRA, 1995). Allen (1938) classificou os fatores X_i e X_j como complementares se $\sigma_{ij} < 0$ e substitutos se $\sigma_{ij} > 0$, quando o preço de um dos fatores varia, mantendo-se constante o preço dos outros fatores.

Considere a função de produção $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$: em que X_i = níveis dos insumos, P_i = preços dos fatores e Y = nível de produção. Deixe $f_i = \frac{\partial Y}{\partial X_i}$ ser a Matriz Hesseana Orlada e $f_{ij} = \frac{\partial^2 Y}{\partial X_i \partial X_j}$. As elasticidades de substituição parciais são definidas por Allen (1938) como:

$$\sigma_{kr} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i f_i}{X_k X_r} \cdot (f^{-1})_{rk} \quad (17)$$

em que $(f^{-1})_{rk}$ é o rk th elemento da matriz invertida f^{-1} . Se as estimativas dos coeficientes de uma particular forma funcional de (1) são disponíveis, o determinante Hesseano Orlado pode ser computado, invertido, e as elasticidades encontradas de acordo com (20) para níveis específicos

de insumos. A inversão de uma matriz de estimativas tem a tendência de aumentar os erros estimados para uma extensão não conhecida, e porque a inversão é uma transformação não linear, propriedades econômicas de σ_{kr} podem não ser encontradas mesmo se tais propriedades dos parâmetros da função de produção são conhecidas. No caso da função custo, estimativas de σ_{kr} podem ser obtidas diretamente dos parâmetros da função (BINSWANGER, 1974). As condições de primeira ordem do problema de minimização de custo são:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) - Y = 0 \quad (18)$$

$$P_i - \lambda f_i = 0 \quad i=1, \dots, n \quad (19)$$

Escrevendo o diferencial total das condições de primeira ordem e rearranjando os termos, obtemos a seguinte forma matricial:

$$\lambda \begin{bmatrix} 0 & f_1 & \dots & f_2 \\ f_1 & f_{11} & \dots & f_{1n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ f_n & f_{n1} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} d\lambda / \lambda \\ dX_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ dX_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda dY \\ dP_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ dP_n \end{bmatrix} \dots \quad (20)$$

Resolvendo para os vetores de variáveis endógenas:

$$\begin{bmatrix} d \ln \lambda \\ dX_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ dX_n \end{bmatrix} = \frac{1}{\lambda} f^{-1} \begin{bmatrix} \lambda dY \\ dP_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ dP_n \end{bmatrix} \dots \quad (21)$$

Isso implica em:

$$\frac{\partial X_r}{\partial P_k} = \frac{1}{\lambda} (f^{-1})_{rk} \quad (22)$$

Substituindo (21) em (16):

$$\sigma_{kr} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i f_i}{X_k X_r} \cdot \lambda \frac{\partial X_r}{\partial P_k} \quad (23)$$

E substituindo $f = \frac{P_i}{\lambda}$, em (22):

$$\sigma_{kr} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i P_i}{X_k X_r} \cdot \frac{\partial X_r}{\partial P_k} \quad (24)$$

Tomando a derivada de $\frac{\partial C}{\partial P_r} = X_r$, com respeito a P_k :

$$\frac{\partial^2 C}{\partial P_r \partial P_k} = \frac{\partial X_r}{\partial P_k} \quad (25)$$

Combinando (23) e (24), obtemos:

$$\sigma_{kr} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i P_i}{X_k X_r} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial P_r \partial P_k} \quad (26)$$

No caso da função custo translog, as elasticidades-preço diretas (η_{ii}) e cruzadas (η_{ij}) são definidas como:

$$\eta_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{S_i} + S_i - 1 \quad (27)$$

$$\eta_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{S_i} + S_j \quad (28)$$

As elasticidades de substituição parcial de Allen (σ_{ij}) podem ser definidas como:

$$\sigma_{ii} = \frac{1}{S_i^2} (\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i) \quad (29)$$

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{S_i S_j} \gamma_{ij} + 1 \quad (30)$$

Segundo Chambers (1988), as elasticidades de substituição de Morishima (σ^{M}_{ij}) são apresentadas como:

$$\sigma^M_{ij} = S_j(\sigma_{ij} - \sigma_{jj}) = \eta_{ij} - \eta_{jj} \quad (31)$$

Os parâmetros γ_{ij} têm pouco significado econômico quando analisados por si só, porém, a partir deles podem-se obter as elasticidades de substituição. A significância dos valores obtidos para as elasticidades será avaliada pelos erros padrões (*Se*) para cada elasticidade, conforme definido por Binswager (1974):

$$Se_{\eta_{ij}} = \frac{Se_{\beta_{ij}}}{S_i} \quad (32)$$

$$t = \frac{\eta_{ij}}{Se_{\eta_{ij}}} \quad (33)$$

Se os parâmetros γ_{ij} são estimados através da função custo ou das parcelas de custo e se as parcelas dos fatores são conhecidas, todas as elasticidades podem ser estimadas. Considerando-se que σ_{ij} e η_{ij} são transformações lineares dos parâmetros cujas propriedades econométricas são conhecidas, as propriedades econométricas das elasticidades também serão conhecidas. A vantagem da obtenção das elasticidades através da função custo é que a matriz das estimativas não tem que ser invertida.

Merecem destaques alguns pontos importantes nas relações de substituíbilidade. Primeiro, devemos destacar que pela homogeneidade da demanda de insumo, temos que $\sum_{i \neq j} \sigma_{ij} = -\sigma_{jj}$ e pela concavidade da função custo devemos ter $\sigma_{jj} \leq 0$, logo $\sum_{i \neq j} \sigma_{ij} \geq 0$ evidenciando que determinado insumo não pode ser Allen complementar a todos os demais insumos. Segundo, a elasticidade de Allen apresenta simetria, ou seja, $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$, o mesmo não ocorrendo com a elasticidade de Morishima. Por fim, quando dois insumos são Allen substitutos, ($\sigma_{ij} > 0$), eles também devem ser Morishima substitutos, ($\sigma^M_{ij} > 0$). Entretanto, se eles forem complementares em Allen, ($\sigma_{ij} < 0$), não necessariamente serão Morishima complementares ($\sigma^M_{ij} < 0$), pois pode ocorrer que $|\sigma_{ij}| < |\sigma_{jj}|$ e assim, eles serão substitutos pela definição de elasticidade de substituição de Morishima.

3.4 Economias de escala e economias de custo

No longo prazo, quando todos os insumos são variáveis, a empresa precisa decidir sobre a melhor maneira de aumentar a produção do produto. Uma forma de fazê-lo consiste em mudar a escala de operação aumentando todos os insumos na mesma proporção. Elasticidade de escala (EE) refere-se à proporção da variação do nível do produto quando todos os insumos variam na mesma proporção. Mantendo tudo o mais constante, quanto mais substanciais forem os rendimentos de escala, maiores tendem a ser as empresas de um determinado setor. Tipicamente, as empresas do setor de transformação têm maior probabilidade de apresentar rendimentos crescentes de escala que as empresas de serviços, pois a atividade de transformação exige substanciais investimentos em equipamentos de capital (PINDYCK; RUBINFELD, 1994).

Elasticidade de tamanho ou custo (EC^*) é definida como a razão do custo médio pelo custo marginal. Nos pontos de mínimo custo, uma firma exhibe retornos crescentes de escala ($EE > 1$) se e somente se simultaneamente exhibir retornos crescentes de tamanho ($EC^* > 1$). Da mesma forma, exhibe retornos decrescentes de escala se e somente se exhibir retornos decrescentes de tamanho. Então, os conceitos de retornos de escala e retornos de tamanho estão intimamente relacionados, mas não são a mesma coisa, embora essas medidas coincidam nos pontos de mínimo custo. A elasticidade de escala mede como o produto responde a mudanças nas quantidades dos insumos. A elasticidade de tamanho mede a resposta do custo associada com movimentos ao longo dos pontos de mínimo custo no espaço dos insumos (CHAMBERS, 1988). Portanto, considerando que nos pontos de mínimo custo, as elasticidades de escala e de custo são equivalentes, Pindyck e Rubinfeld (1994) discutem que uma forma de medir economias de escala é através da elasticidade do custo (EC^*) em relação à produção (Y), em que:

$$EC^* = \frac{\Delta C^* / C^*}{\Delta Y / Y} = \frac{\partial C^* / C^*}{\partial Y / Y} \quad (34)$$

A elasticidade de custo, representada pela equação (34), expressa a mudança percentual no custo total, causada por cada ponto percentual de alteração no nível de produção. Se $EC^* > 1$ o custo unitário do produto aumenta, indicando que a produção ocorre no segmento ascendente da função custo unitário (em forma de U). Nesse caso, o custo total aumenta em uma

proporção maior do que o aumento na produção; e se $EC^* < 1$ a produção caracteriza-se por custos unitários decrescentes, e além disso, situa-se no segmento descendente da curva de custo unitário devido à variação percentual nos custos ser menor do que a variação percentual ocorrida na produção. Se a $EC^* = 1$, os custos unitários são mínimos e invariantes em relação ao nível da produção, e os custos totais aumentam na mesma proporção que o aumento da produção (ALBUQUERQUE, 1987; CHAMBERS, 1988; GARCIA, 2004).

Da equação (34) temos que:

$$EC^* = \frac{\frac{\partial C^*}{\partial Y} / C^*}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} / C^*} = \frac{\partial C^*}{\partial Y} \cdot \frac{Y}{C^*} = \frac{\partial C^*}{\partial Y} \cdot \frac{Y}{C^*} \quad (35)$$

sendo que $\frac{C^*}{Y} = Cme^*$ e $\frac{\partial C^*}{\partial Y} = Cmg^*$, assim:

$$EC^* = \frac{Cmg^*}{Cme^*} \quad (36)$$

A elasticidade de custo em relação à produção pode ser definida como a relação entre o custo marginal (Cmg^*) e custo médio (Cme^*) de longo prazo. O Índice de Economia de Escala - IES pode ser definido como (PINDYCK; RUBINFELD, 1994; GARCIA, 2004):

$$IES = 1 - EC^* \quad (37)$$

- quando $EC^* = 1$, temos $IES = 0$, o que indica custos unitários mínimos;
- quando $EC^* > 1$, temos $IES < 0$, o que indica a existência de deseconomias de escala;
- quando $EC^* < 1$, temos $IES > 0$, o que indica a existência de economias de escala.

Os parâmetros do modelo estimado foram utilizados para construir a curva de custo médio da amostra dos dados. A curva de custo médio foi obtida avaliando-se sua função para uma gama de produções, mantendo-se o preço dos fatores fixos na média da amostra. A escala ótima de produção ocorre quando se obtêm retornos constantes de escala, ou seja, quando o produtor está operando no ponto de custo mínimo da curva de custo médio. Além desse ponto, têm-se deseconomias de escala e o produtor passa a operar na parte crescente da curva de custo médio (GARCIA, 2004).

Economias de escala podem ser convenientemente medidas com o auxílio da estrutura translog (ALBUQUERQUE, 1987). A diferenciação da função custo translog resulta na seguinte expressão para a elasticidade custo da produção:

$$EC^* = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} = \beta_y + \beta_{yy} \ln Y + \sum_i \gamma_{iy} \ln P_i \quad (38)$$

A elasticidade custo da produção tem dois componentes: um efeito de escala puro , e um termo de interação entre escala e preços de fatores. Como os custos unitários variam em relação ao nível de produção, a estrutura translog permite a estimativa das curvas clássicas de custo.

4 MODELO ECONOMÉTRICO

4.1 Base de dados

A primeira etapa do trabalho consistiu de uma pesquisa de campo, realizada no período de agosto a dezembro de 2005, para o levantamento de dados do sistema de produção de soja em grãos no Brasil, referentes à safra 2004/2005. Aplicaram-se questionários, em uma amostra de produtores de soja dos principais estados produtores do país (Anexo B). Realizou-se a pesquisa com produtores rurais em cooperativas, sindicatos rurais e revendas de produtos agrícolas. À medida que os produtores entravam nesses estabelecimentos, eles eram abordados e convidados a responder o questionário. O objetivo foi a obtenção das principais variáveis econômicas e sociais que caracterizassem os produtores e os sistemas de produção de soja de cada região.

Duas grandes regiões produtoras brasileiras foram amostradas: Sul e Centro-Oeste. Na região Sul, foram aplicados 79 questionários no Rio Grande do Sul e 43 no Paraná; na região Centro-Oeste foram entrevistados 44 produtores no estado do Mato Grosso do Sul, 29 produtores no Mato Grosso e 23 produtores em Goiás. No estado do Mato Grosso realizaram-se as pesquisas nas regiões de Lucas do Rio Verde, Sorriso, Campo Novo do Parecis e Rondonópolis; no Mato Grosso Sul amostraram-se propriedades nas regiões de Dourados, Maracaju, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste; em Goiás, as regiões escolhidas foram as de Rio Verde e Jataí. Na região Sul, no estado do Paraná, amostraram-se quatro regiões: Londrina, Maringá, Cascavel e Ponta Grossa; no Rio Grande do Sul, as regiões selecionadas foram as de Passo Fundo, Carazinho, Não-Me-Toque, Ijuí e Santa Rosa. Escolheram-se as regiões que são pólos representativos da produção de soja dentro de cada estado. No total, foram entrevistados 218 produtores nos cinco estados amostrados.

Elaborou-se o questionário de forma a captar as diferenças nos sistemas de produção de soja transgênica e não-transgênica. Coletaram-se informações a respeito da quantidade e dos preços dos principais insumos utilizados no processo produtivo – fertilizantes e defensivos agrícolas, sementes, capital, mão-de-obra entre outros - e do nível de produção das propriedades que utilizaram ambas as tecnologias: transgênica e não-transgênica. Um inventário das instalações e das principais máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo da soja -

questões 62 e 63 do questionário (Anexo B) - identificou a estrutura de capital dos produtores. As variáveis da função custo e das parcelas de custo foram compostas a partir dessas informações.

Nível de escolaridade e idade do gerente, formas de gerenciamento e tipo da mão-de-obra utilizada na produção de soja (familiar e/ou contratada) foram algumas das perguntas formuladas no questionário, com o intuito de identificar o perfil do tomador de decisão.

Questões como a existência de outras atividades geradoras de renda fora da propriedade e se a cultura da soja era a principal fonte de renda na propriedade visaram mostrar o quão o produtor está diluindo o seu risco através da diversificação de atividades e o quão ele é dependente da renda proveniente da propriedade rural.

Local de aquisição dos insumos, formas de comercialização da produção e fontes de financiamento para custeio e investimento fazem parte dos itens elaborados para se identificar diferenças regionais na organização dos produtores para compra de insumos e venda do produto.

4.2 Procedimentos de estimação de economia de escala

O procedimento utilizado fez a estimação dos parâmetros da função custo translog juntamente com um sistema de “n” equações de parcelas de custo. Como os erros dessas equações podem estar contemporaneamente correlacionados, o método utilizado na estimação desse sistema é o proposto por Zellner, 1962 apud Greene (2000), para equações aparentemente não relacionadas (*Seemingly Unrelated Regression – SUR*). Essa metodologia foi utilizada em trabalhos como os de Berndt e Wood (1975), Zagatto (1991), Reis e Teixeira (1995), Parré e Ferreira Filho (1998), Rochelle e Ferreira Filho (1999) e Garcia (2004). Para tornar o modelo operacional são necessários dois procedimentos: o primeiro é impor as restrições teóricas de simetria e de homogeneidade através da normalização das parcelas de custo e da função custo, e o segundo é resolver o problema de singularidade da matriz de variância e covariância das parcelas de custo. A normalização é obtida dividindo os $M - 1$ preços pelo M -ésimo, eliminando-se o último termo em cada linha e cada coluna da matriz de parâmetros (GREENE, 2000). Segundo Hill, Griffiths e Judge (2000), quando se dispõe de informações não amostrais, em problemas de

estimação e inferência, deve-se introduzi-las como uma restrição ao modelo, gerando uma maior precisão nas estimativas dos parâmetros³.

Como a soma das parcelas de custos é igual a um 1, torna-se necessário suprimir uma das equações do sistema a fim de evitar a singularidade da matriz de variâncias e covariâncias. O problema da singularidade da matriz de variância e covariância dos erros das equações de parcela de custos é equacionado, deixando-se de fora a equação de parcela de custos de um dos fatores de produção. Estima-se, assim, o restante do sistema e obtêm-se os parâmetros excluídos por diferença. Segundo Greene (2000), computam-se estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros para assegurar a invariância com respeito à escolha da equação de parcela de custos a ser deixada de fora do modelo.

Apesar de a função custo translog não restringir a estrutura de produção em homotética ou homogênea, nem impor restrições às elasticidades de substituição, essas condições podem ser testadas estatisticamente:

- Uma função custo corresponderá a uma função de produção homotética se e somente se puder ser separável em produção e preços de fatores. Assim, uma função custo translog estará associada a uma função de produção homotética se:

$$\gamma_{iy} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (39)$$

- Uma estrutura de produção homotética é também homogênea se e somente se a elasticidade do custo com respeito à produção for constante. Dessa forma, a função custo estará associada a uma função de produção homogênea se:

$$\gamma_{iy} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad \text{e} \quad \beta_{YY} = 0 \quad (40)$$

³ Considere-se como exemplo a seguinte função custo: $\ln C^* = \beta_0 + \beta_Y \ln Y + \beta_1 \ln P_1 + \beta_2 \ln P_2 + \beta_3 \ln P_3$. Incorporando-se a esta equação a restrição de homogeneidade no preço dos fatores $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$ na forma $\beta_3 = -\beta_1 - \beta_2$ tem-se, após algumas manipulações algébricas, a equação de custos normalizada pelo preço do insumo 3 como:

$$\ln \left(\frac{C^*}{P_3} \right) = \beta_0 + \beta_Y \ln Y + \beta_1 \ln \left(\frac{P_1}{P_3} \right) + \beta_2 \ln \left(\frac{P_2}{P_3} \right)$$

- As elasticidades de substituição entre os fatores podem ser todas restritas à unidade eliminando-se os termos de segunda ordem nos preços. Assim, as restrições de elasticidade unitária para a função custo translog são:

$$\gamma_{ij} = 0 \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (41)$$

Deve-se observar que quando $\gamma_{iy} = 0$, $\beta_{yy} = 0$, $\gamma_{ij} = 0$ e $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$ a função custo translog reduz-se ao caso da função custo Cobb-Douglas como um caso particular.

Então, considerando-se as estimativas obtidas do modelo podem-se testar as hipóteses de homoteticidade, homogeneidade e de elasticidade de substituição unitária da função de produção, usando-se o teste de “razão de probabilidade” (likelihood ratio test). Especificando-se os determinantes das estimativas restritas (R) e irrestritas (U) da matriz de variâncias e covariâncias dos erros por $\hat{\Omega}_R$ e $\hat{\Omega}_U$, respectivamente, podemos definir a relação de probabilidade assim (CHRISTENSEN; GREENE, 1976; GREENE, 2000):

$$\lambda = \left(\frac{(|\hat{\Omega}_R|)}{(|\hat{\Omega}_U|)} \right)^{-T/2} \quad (42)$$

em que T é o número de firmas.

Testam-se essas hipóteses usando-se o fato de $-2 \ln \lambda$ ser assintoticamente distribuído com distribuição de qui-quadrado, com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes que são impostas.

4.2.1 Estimativa do modelo

Os fatores de produção considerados foram capital (K), mão-de-obra (L), químicos (Q) e outros custos (O). Com o intuito de captar possíveis diferenças entre o custo de produção da soja não-transgênica e soja transgênica foi adicionado ao modelo translog uma variável binária (d). O sistema de equações, sem restrições, composto pela função custo translog e pelas parcelas de custo é representado por:

$$\begin{aligned}
\ln C^* = & \beta + \beta_Y \ln Y + [\beta_K \ln P_K + \beta_F \ln P_F + \beta_H \ln P_H + \beta_T \ln P_T + \beta_O \ln P_O] + \frac{1}{2}[\gamma_{KK}(\ln P_K)^2 + \\
& \gamma_{KF} \ln P_K \ln P_F + \gamma_{KH} \ln P_K \ln P_H + \gamma_{KT} \ln P_K \ln P_T + \gamma_{KO} \ln P_K \ln P_O + \gamma_{FK} \ln P_F \ln P_K + \gamma_{FF}(\ln P_F)^2 \\
& \gamma_{FH} \ln P_F \ln P_H + \gamma_{FT} \ln P_F \ln P_T + \gamma_{FO} \ln P_F \ln P_O + \gamma_{HK} \ln P_H \ln P_K + \gamma_{HF} \ln P_H \ln P_F + \gamma_{HH}(\ln P_H)^2 \\
& \gamma_{HT} \ln P_H \ln P_T + \gamma_{HO} \ln P_H \ln P_O + \gamma_{TK} \ln P_T \ln P_K + \gamma_{TF} \ln P_T \ln P_F + \gamma_{TH} \ln P_T \ln P_H + \gamma_{TT}(\ln P_T)^2 + \\
& \gamma_{TO} \ln P_T \ln P_O + \gamma_{OK} \ln P_O \ln P_K + \gamma_{OF} \ln P_O \ln P_F + \gamma_{OH} \ln P_O \ln P_H + \gamma_{OT} \ln P_O \ln P_T + \gamma_{OO}(\ln P_O)^2] \\
& [\gamma_{KY} \ln P_K \ln Y + \gamma_{FY} \ln P_F \ln Y + \gamma_{HY} \ln P_H \ln Y + \gamma_{TY} \ln P_T \ln Y + \gamma_{OY} \ln P_O \ln Y] + \frac{1}{2} \beta_{YY} (\ln Y)^2 + c
\end{aligned} \tag{43}$$

$$S_Q = \beta_Q + \gamma_{QQ} \ln P_Q + \gamma_{QK} \ln P_K + \gamma_{QL} \ln P_L + \gamma_{QO} \ln P_O + \gamma_{QY} \ln Y \tag{44}$$

$$S_K = \beta_K + \gamma_{KQ} \ln P_Q + \gamma_{KK} \ln P_K + \gamma_{KL} \ln P_L + \gamma_{KO} \ln P_O + \gamma_{KY} \ln Y \tag{45}$$

$$S_L = \beta_L + \gamma_{LQ} \ln P_Q + \gamma_{LK} \ln P_K + \gamma_{LL} \ln P_L + \gamma_{LO} \ln P_O + \gamma_{LY} \ln Y \tag{46}$$

$$S_O = \beta_O + \gamma_{OQ} \ln P_Q + \gamma_{OK} \ln P_K + \gamma_{OL} \ln P_L + \gamma_{OO} \ln P_O + \gamma_{OY} \ln Y \tag{47}$$

As parcelas de gastos com químicos, capital, mão-de-obra e outros custos são representadas por S_Q , S_K , S_L e S_O , respectivamente. Y é o nível da produção de soja (em toneladas) e P_Q, P_K, P_L e P_O são os preços dos insumos (em R\$).

As restrições de homogeneidade linear, dadas pelas equações (48) a (59) e as de simetria dadas pelas equações (60) a (65), são incorporadas ao sistema através da normalização das equações pelo preço da variável outros custos (P_O):

$$\beta_Q + \beta_K + \beta_L + \beta_O = 1 \tag{48}$$

$$\gamma_{QY} + \gamma_{KY} + \gamma_{LY} + \gamma_{OY} = 0 \tag{49}$$

$$\gamma_{QQ} + \gamma_{QK} + \gamma_{QL} + \gamma_{QO} = 0 \tag{50}$$

$$\gamma_{KQ} + \gamma_{KK} + \gamma_{KL} + \gamma_{KO} = 0 \tag{51}$$

$$\gamma_{LQ} + \gamma_{LK} + \gamma_{LL} + \gamma_{LO} = 0 \tag{52}$$

$$\gamma_{OQ} + \gamma_{OK} + \gamma_{OL} + \gamma_{OO} = 0 \tag{53}$$

$$\gamma_{KK} + \gamma_{FK} + \gamma_{HK} + \gamma_{TK} + \gamma_{OK} = 0 \tag{54}$$

$$\gamma_{KF} + \gamma_{FF} + \gamma_{HF} + \gamma_{TF} + \gamma_{OF} = 0 \tag{55}$$

$$\gamma_{KH} + \gamma_{FH} + \gamma_{HH} + \gamma_{TH} + \gamma_{OH} = 0 \tag{56}$$

$$\gamma_{KT} + \gamma_{FT} + \gamma_{HT} + \gamma_{TT} + \gamma_{OT} = 0 \tag{57}$$

$$\gamma_{KO} + \gamma_{FO} + \gamma_{HO} + \gamma_{TO} + \gamma_{OO} = 0 \tag{58}$$

$$\begin{aligned}
& \gamma_{KK} + \gamma_{KF} + \gamma_{KH} + \gamma_{KT} + \gamma_{KO} + \gamma_{FK} + \gamma_{FF} + \gamma_{FH} + \gamma_{FT} + \gamma_{FO} + \gamma_{HK} + \gamma_{HF} + \\
& \gamma_{HH} + \gamma_{HT} + \gamma_{HO} + \gamma_{TK} + \gamma_{TF} + \gamma_{TH} + \gamma_{TT} + \gamma_{TO} + \gamma_{OK} + \gamma_{OF} + \gamma_{OH} + \gamma_{OT} + \gamma_{OO} + \\
& \gamma_{KK} + \gamma_{FK} + \gamma_{HK} + \gamma_{TK} + \gamma_{OK} + \gamma_{KF} + \gamma_{FF} + \gamma_{HF} + \gamma_{TF} + \gamma_{OF} + \gamma_{KH} + \gamma_{FH} + \gamma_{HH} + \\
& \gamma_{TH} + \gamma_{OH} + \gamma_{KT} + \gamma_{FT} + \gamma_{HT} + \gamma_{TT} + \gamma_{OT} + \gamma_{KO} + \gamma_{FO} + \gamma_{HO} + \gamma_{TO} + \gamma_{OO}
\end{aligned} \tag{59}$$

$$\gamma_{QK} = \gamma_{KQ} \tag{60}$$

$$\gamma_{QL} = \gamma_{LQ} \tag{61}$$

$$\gamma_{QO} = \gamma_{OQ} \tag{62}$$

$$\gamma_{KL} = \gamma_{LK} \tag{63}$$

$$\gamma_{KO} = \gamma_{OK} \tag{64}$$

$$\gamma_{LO} = \gamma_{OL} \tag{65}$$

Como as parcelas dos gastos com os fatores químicos, capital, mão-de-obra e outros custos somam-se à unidade ($S_Q + S_K + S_L + S_O = 1$), é necessário, também, suprimir a equação da parcela de gastos com outros custos, para evitar uma matriz de covariância singular, conforme mencionado anteriormente. O modelo a ser estimado com as restrições impostas fica, assim, composto do seguinte conjunto de equações:

$$\begin{aligned}
\ln\left(\frac{C^*}{P_o}\right) &= \beta + \beta_Y \ln Y + \beta_Q \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) + \beta_K \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) + \beta_L \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) + \\
&+ \frac{1}{2} \gamma_{QQ} \left(\ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right)\right)^2 + \gamma_{QK} \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) + \gamma_{QL} \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) \\
&+ \frac{1}{2} \gamma_{KK} \left(\ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right)\right)^2 + \gamma_{KL} \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) + \frac{1}{2} \gamma_{LL} \left(\ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right)\right)^2 + \\
&\gamma_{QY} \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) \ln Y + \gamma_{KY} \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) \ln Y + \gamma_{LY} \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) \ln Y + \frac{1}{2} \beta_{YY} (\ln Y)^2
\end{aligned} \tag{66}$$

$$S_Q = \beta_Q + \gamma_{QQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) + \gamma_{QK} \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) + \gamma_{QL} \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) + \gamma_{QY} \ln Y \tag{67}$$

$$S_K = \beta_K + \gamma_{KQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) + \gamma_{KK} \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) + \gamma_{KL} \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) + \gamma_{KY} \ln Y \tag{68}$$

$$S_L = \beta_L + \gamma_{LQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_o}\right) + \gamma_{LK} \ln\left(\frac{P_K}{P_o}\right) + \gamma_{LL} \ln\left(\frac{P_L}{P_o}\right) + \gamma_{LY} \ln Y \tag{69}$$

Os parâmetros excluídos do sistema são calculados por diferença de acordo com as expressões (70) a (75):

$$\beta_O = 1 - \beta_Q - \beta_K - \beta_L \quad (70)$$

$$\gamma_{OY} = -\gamma_{QY} - \gamma_{KY} - \gamma_{LY} \quad (71)$$

$$\gamma_{QO} = -\gamma_{QQ} - \gamma_{QK} - \gamma_{QL} \quad (72)$$

$$\gamma_{KO} = -\gamma_{KQ} - \gamma_{KK} - \gamma_{KL} \quad (73)$$

$$\gamma_{LO} = -\gamma_{LQ} - \gamma_{LK} - \gamma_{LL} \quad (74)$$

$$\gamma_{OO} = -\gamma_{OQ} - \gamma_{OK} - \gamma_{OL} \quad (75)$$

4.2.2 Descrição das variáveis

Os dados utilizados foram de corte transversal (*cross section*), coletados a partir da pesquisa de campo. Para a análise dos custos de produção considerou-se desde o preparo do solo para o plantio até a colheita da soja. Não foram incluídos os gastos com transporte após a colheita, com armazenagem e com comercialização dos grãos de soja. As variáveis consideradas foram: químicos (Q), capital (K), mão-de-obra (L) e outros custos (O). Obtiveram-se os preços dos fatores diretamente através da pesquisa, ou pela razão entre a despesa com o fator e a quantidade utilizada do mesmo. Para o estado do Rio Grande do Sul considerou-se a média de produtividade de cada propriedade produtora de soja dos últimos três anos; esse procedimento foi adotado em virtude da queda de produção, na safra 2004/2005, em decorrência da estiagem. Durante as entrevistas, teve-se a cautela de perguntar se os demais procedimentos de manejo foram alterados. No entanto, quando ocorreu a estiagem, a maior parte das pulverizações com herbicidas e defensivos agrícolas já havia sido realizada.

4.2.2.1 Capital (K)

Sobre o capital aplicado na produção incidiram os seguintes custos: juros e depreciação (amortização). As estimativas de depreciação foram efetuadas pelo método linear (BUARQUE, 1991). A vida útil das instalações foi estimada em 30 anos, com valor residual de 30%. A vida útil e o valor residual das máquinas foram estimados em 12.000 horas e 20% do valor inicial para os tratores; em 10.000 horas e 20% do valor inicial para as colheitadeiras e 8.000 horas e 10% do valor inicial para os equipamentos (distribuidor de calcário, pulverizador e

semeadora), respectivamente (BALASTREIRE, 1987). A remuneração do capital em instalações e equipamentos foi feita pela taxa de juros obtida pelos produtores nas linhas de financiamento para investimento em máquinas e equipamentos agrícolas. Segundo Hoffmann et al. (1987), costuma-se calcular os juros sobre o valor médio do capital empregado na atividade. O valor médio do bem é a média aritmética entre o valor inicial e o valor residual do bem de capital. O preço do capital foi determinado através da relação entre os fluxos de serviço do capital e o estoque de capital fixo (GARCIA, 2004). O fluxo de serviço do capital é calculado somando-se os custos de juros e depreciação (amortização). O estoque de capital fixo é obtido multiplicando-se o valor inicial (novo) de máquinas, equipamentos e instalações por sua porcentagem de uso.

4.2.2.2 Químicos (Q)

Para a composição dessa variável elaborou-se um índice considerando-se os gastos com herbicidas (dessecantes, pré e pós-emergentes), defensivos agrícolas (inseticidas, acaricidas, fungicidas e formicidas), adjuvantes, fertilizantes granulados e foliares. O índice foi composto por uma média ponderada, com fatores dados pelas parcelas de custo.

Os herbicidas são importantes na cultura da soja pelo controle de plantas daninhas que proporcionam. Essas invasoras competem com a soja por nutrientes durante o ciclo produtivo da cultura e diminuem o valor recebido por saco de soja colhido, por representarem impurezas no produto. Os defensivos são produtos químicos utilizados no combate e/ou prevenção de doenças e pragas agrícolas que incidem sobre as sementes e as plantas de soja causando queda na produção. As informações a respeito dos gastos com esses insumos químicos foram obtidas diretamente com os produtores pesquisados.

4.2.2.3 Mão-de-obra (L)

A variável mão-de-obra foi composta pelos gastos com a mão-de-obra familiar e a contratada, incluindo os funcionários fixos nas propriedades e os temporários (diaristas). O preço da mão-de-obra (R\$/hora) foi o quociente entre as despesas com esse recurso (em R\$), incluindo os encargos sociais (45,42%) sobre o salário, e o número total de horas trabalhadas. Os gastos totais com mão-de-obra foram obtidos diretamente na pesquisa de campo.

4.2.2.4 Outros custos (O)

Nesse item foram incluídos outros gastos que ocorrem na produção de soja: semente, tratamento de semente e operações com máquinas. O preço de aquisição da semente (R\$/kg de semente) foi obtido diretamente na pesquisa de campo. Para os produtores de soja transgênica que utilizaram semente própria, não certificada pelos órgãos nacionais competentes, considerou-se o preço comercial do grão de soja, referente ao mês de outubro de 2004. Para os produtores de soja não-transgênica e transgênica, que efetuaram a compra de sementes, foram considerados os preços comerciais de aquisição das sementes.

Nos custos com tratamento de semente foram agregados os gastos com inoculantes, micronutrientes (cobalto e molibdênio), inseticidas e fungicidas. As informações sobre os gastos com esse item foram obtidas diretamente com os produtores pesquisados. O preço pago pelo tratamento de semente (em R\$/kg de semente) foi obtido pela divisão do gasto total com esses insumos (em R\$) pelo total de semente tratada utilizada (em kg).

Para o cálculo da variável operações com máquinas, as estimativas de conservação de máquinas e equipamentos foram efetuadas considerando-se uma taxa de manutenção de 50% sobre o valor inicial das máquinas (tratores e colheitadeiras), de 40% para distribuidores de calcário e pulverizadores e 80% para plantadeiras. O consumo de combustível foi calculado multiplicando-se a potência das máquinas pelo coeficiente 0,12. O valor obtido multiplicado pelo preço do combustível forneceu o preço do consumo do combustível, em R\$/hora.

4.3 Procedimentos de estimação das elasticidades de substituição

O procedimento utilizado baseou-se na estimação dos parâmetros da função custo translog, a partir do sistema de “n” equações de parcelas de custo. Os fatores de produção considerados foram químicos (Q), capital (K), mão-de-obra (L), terra (T) e outros custos (O). O valor do arrendamento foi considerado como uma *proxy* do preço da terra (R\$/ha). O custo dessa parcela foi calculado considerando a área total plantada com soja na propriedade e o preço do arrendamento. A composição das demais variáveis está descrita no item 4.2.2 deste capítulo. Incluiu-se a variável terra no modelo para verificarem-se as possibilidades de substituição desse recurso no processo produtivo da atividade.

O sistema de equações composto pelas parcelas de custo é representado por:

$$S_Q = \beta_Q + \gamma_{QQ} \ln P_Q + \gamma_{QK} \ln P_K + \gamma_{QL} \ln P_L + \gamma_{QT} \ln P_T + \gamma_{QO} \ln P_O + \gamma_{QY} \ln Y \quad (76)$$

$$S_K = \beta_K + \gamma_{KQ} \ln P_Q + \gamma_{KK} \ln P_K + \gamma_{KL} \ln P_L + \gamma_{KT} \ln P_T + \gamma_{KO} \ln P_O + \gamma_{KY} \ln Y \quad (77)$$

$$S_L = \beta_L + \gamma_{LQ} \ln P_Q + \gamma_{LK} \ln P_K + \gamma_{LL} \ln P_L + \gamma_{LT} \ln P_T + \gamma_{LO} \ln P_O + \gamma_{LY} \ln Y \quad (78)$$

$$S_T = \beta_T + \gamma_{TQ} \ln P_Q + \gamma_{TK} \ln P_K + \gamma_{TL} \ln P_L + \gamma_{TT} \ln P_T + \gamma_{TO} \ln P_O + \gamma_{TY} \ln Y \quad (79)$$

$$S_O = \beta_O + \gamma_{OQ} \ln P_Q + \gamma_{OK} \ln P_K + \gamma_{OL} \ln P_L + \gamma_{OT} \ln P_T + \gamma_{OO} \ln P_O + \gamma_{OY} \ln Y \quad (80)$$

As parcelas de gastos com químicos, capital, mão de obra, terra e outros custos são representadas por S_Q , S_K , S_L , S_T e S_O , respectivamente. Y é o nível da produção de soja (em toneladas) e P_Q , P_K , P_L , P_T e P_O são os preços dos insumos (em R\$).

As restrições de homogeneidade linear, dadas pelas equações (81) a (93) e as de simetria dadas pelas equações (94) a (103), são incorporadas ao sistema através da normalização das equações pelo preço da variável outros custos (P_O):

$$\beta_Q + \beta_K + \beta_L + \beta_T + \beta_O = 1 \quad (81)$$

$$\gamma_{QY} + \gamma_{KY} + \gamma_{LY} + \gamma_{TY} + \gamma_{OY} = 0 \quad (82)$$

$$\gamma_{QQ} + \gamma_{QK} + \gamma_{QL} + \gamma_{QT} + \gamma_{QO} = 0 \quad (83)$$

$$\gamma_{KQ} + \gamma_{KK} + \gamma_{KL} + \gamma_{KT} + \gamma_{KO} = 0 \quad (84)$$

$$\gamma_{LQ} + \gamma_{LK} + \gamma_{LL} + \gamma_{LT} + \gamma_{LO} = 0 \quad (85)$$

$$\gamma_{TQ} + \gamma_{TK} + \gamma_{TL} + \gamma_{TT} + \gamma_{TO} = 0 \quad (86)$$

$$\gamma_{OQ} + \gamma_{OK} + \gamma_{OL} + \gamma_{OT} + \gamma_{OO} = 0 \quad (87)$$

$$\gamma_{QQ} + \gamma_{KQ} + \gamma_{LQ} + \gamma_{TQ} + \gamma_{OQ} = 0 \quad (88)$$

$$\gamma_{QK} + \gamma_{KK} + \gamma_{LK} + \gamma_{TK} + \gamma_{OK} = 0 \quad (89)$$

$$\gamma_{QL} + \gamma_{KL} + \gamma_{LL} + \gamma_{TL} + \gamma_{OL} = 0 \quad (90)$$

$$\gamma_{QT} + \gamma_{KT} + \gamma_{LT} + \gamma_{TT} + \gamma_{OT} = 0 \quad (91)$$

$$\gamma_{QO} + \gamma_{KO} + \gamma_{LO} + \gamma_{TO} + \gamma_{OO} = 0 \quad (92)$$

$$\begin{aligned}
& \gamma_{QQ} + \gamma_{QK} + \gamma_{QL} + \gamma_{QT} + \gamma_{QO} + \gamma_{KQ} + \gamma_{KL} + \gamma_{KK} + \gamma_{KT} + \gamma_{KO} + \gamma_{LQ} + \gamma_{LK} + \gamma_{LL} + \\
& \gamma_{LT} + \gamma_{LO} + \gamma_{TQ} + \gamma_{TK} + \gamma_{TL} + \gamma_{TT} + \gamma_{TO} + \gamma_{OQ} + \gamma_{OK} + \gamma_{OL} + \gamma_{OT} + \gamma_{OO} + \\
& \gamma_{QQ} + \gamma_{KQ} + \gamma_{LQ} + \gamma_{TQ} + \gamma_{OQ} + \gamma_{QK} + \gamma_{KK} + \gamma_{LK} + \gamma_{TK} + \gamma_{OK} + \gamma_{QL} + \gamma_{KL} + \gamma_{LL} + \gamma_{TL} + \gamma_{OL} + \\
& \gamma_{QT} + \gamma_{KT} + \gamma_{LT} + \gamma_{TT} + \gamma_{OT} + \gamma_{QO} + \gamma_{KO} + \gamma_{LO} + \gamma_{TO} + \gamma_{OO}
\end{aligned} \tag{93}$$

$$\gamma_{QK} = \gamma_{KQ} \tag{94}$$

$$\gamma_{QL} = \gamma_{LQ} \tag{95}$$

$$\gamma_{QT} = \gamma_{TQ} \tag{96}$$

$$\gamma_{QO} = \gamma_{OQ} \tag{97}$$

$$\gamma_{KL} = \gamma_{LK} \tag{98}$$

$$\gamma_{KT} = \gamma_{TK} \tag{99}$$

$$\gamma_{KO} = \gamma_{OK} \tag{100}$$

$$\gamma_{LT} = \gamma_{TL} \tag{101}$$

$$\gamma_{LO} = \gamma_{OL} \tag{102}$$

$$\gamma_{TO} = \gamma_{OT} \tag{103}$$

Como as parcelas dos gastos com os fatores químicos, capital, mão-de-obra, terra e outros custos somam-se à unidade ($S_Q + S_K + S_L + S_T + S_O = 1$), é necessário, também, suprimir a equação da parcela de gastos com outros custos, para evitar uma matriz de covariância singular. O modelo a ser estimado com as restrições impostas fica composto do seguinte conjunto de equações:

$$S_Q = \beta_Q + \gamma_{QQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_O}\right) + \gamma_{QK} \ln\left(\frac{P_K}{P_O}\right) + \gamma_{QL} \ln\left(\frac{P_L}{P_O}\right) + \gamma_{QT} \ln\left(\frac{P_T}{P_O}\right) + \gamma_{QY} \ln Y \tag{104}$$

$$S_K = \beta_K + \gamma_{KQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_O}\right) + \gamma_{KK} \ln\left(\frac{P_K}{P_O}\right) + \gamma_{KL} \ln\left(\frac{P_L}{P_O}\right) + \gamma_{KT} \ln\left(\frac{P_T}{P_O}\right) + \gamma_{KY} \ln Y \tag{105}$$

$$S_L = \beta_L + \gamma_{LQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_O}\right) + \gamma_{LK} \ln\left(\frac{P_K}{P_O}\right) + \gamma_{LL} \ln\left(\frac{P_L}{P_O}\right) + \gamma_{LT} \ln\left(\frac{P_T}{P_O}\right) + \gamma_{LY} \ln Y \tag{106}$$

$$S_T = \beta_T + \gamma_{TQ} \ln\left(\frac{P_Q}{P_O}\right) + \gamma_{TK} \ln\left(\frac{P_K}{P_O}\right) + \gamma_{TL} \ln\left(\frac{P_L}{P_O}\right) + \gamma_{TT} \ln\left(\frac{P_T}{P_O}\right) + \gamma_{TY} \ln Y \tag{107}$$

Os parâmetros excluídos do sistema são calculados por diferença de acordo com as expressões (108) a (114):

$$\beta_o = 1 - \beta_Q - \beta_K - \beta_L - \beta_T \quad (108)$$

$$\gamma_{OY} = -\gamma_{QY} - \gamma_{KY} - \gamma_{LY} - \gamma_{TY} \quad (109)$$

$$\gamma_{QO} = -\gamma_{QQ} - \gamma_{QK} - \gamma_{QL} - \gamma_{QT} \quad (110)$$

$$\gamma_{KO} = -\gamma_{KQ} - \gamma_{KK} - \gamma_{KL} - \gamma_{KT} \quad (111)$$

$$\gamma_{LO} = -\gamma_{LQ} - \gamma_{LK} - \gamma_{LL} - \gamma_{LT} \quad (112)$$

$$\gamma_{TO} = -\gamma_{TQ} - \gamma_{TK} - \gamma_{TL} - \gamma_{TT} \quad (113)$$

$$\gamma_{OO} = -\gamma_{OQ} - \gamma_{OK} - \gamma_{OL} - \gamma_{OT} \quad (114)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização socio-econômica dos produtores das regiões pesquisadas

Amostraram-se os cinco maiores estados produtores de soja do país: Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. No Rio Grande do Sul, foram amostradas as regiões de Passo Fundo (313.080 ha, 615.850 toneladas)⁴, Carazinho (277.075 hectares, 440.230 toneladas), Não-Me-Toque (93.130 hectares, 181.872 toneladas), Ijuí (329.440 hectares, 483.769 toneladas) e Santa Rosa (171.580 hectares, 156.564 toneladas). No Paraná, as regiões amostradas foram Londrina (38.550 hectares, 105.750 toneladas), Maringá (24.000 hectares, 62.400 toneladas), Cascavel (83.000 hectares, 226.988 toneladas) e Ponta Grossa (57.050 hectares, 188.265 toneladas). No estado do Mato Grosso, realizaram-se entrevistas nas regiões de Lucas do Rio Verde (216.237 hectares, 528.142 toneladas), Sorriso (547.867 hectares, 1.688.120 toneladas), Campo Novo do Parecis (325.882 hectares, 879.881 toneladas) e Rondonópolis (370.883 hectares, 1.078.837 toneladas). Em Goiás, as regiões de Jataí (223.200 hectares, 669.600 toneladas) e Rio Verde (265.000 ha, 609.178 toneladas), no sudoeste do estado, foram amostradas. No Mato Grosso do Sul, realizaram-se entrevistas nas regiões de Dourados (160.000 hectares, 179.208 toneladas), Maracaju (175.000 hectares, 345.906 toneladas), Sidrolândia (85.000 hectares, 178.500 toneladas) e São Gabriel do Oeste (125.000 hectares, 390.000 toneladas).

Nas Tabelas 13 e 14 estão os resultados da pesquisa de campo em relação ao tamanho total das propriedades produtoras de soja, por estratos, nas regiões Sul e Centro-Oeste, respectivamente. Nos estados da região Sul há um elevado número de pequenas áreas: 25,6% das propriedades rurais amostradas no estado do Paraná possuem área total de terra entre 11 ha e 50 ha e 44,2% possuem áreas de até 100 hectares. No Rio Grande do Sul esses valores se elevam para 27,8% e 55,6%, respectivamente. Áreas de terra inferiores a 500 hectares representam 89,3% do total das propriedades pesquisadas na região Sul. Segundo os dados do Censo Agropecuário (Tabela 10), em 1995/1996, 88,8% dos estabelecimentos produtores de soja no estado do Paraná possuíam menos de 100 hectares. Pelos dados da atual pesquisa, esse tamanho de área representa 44,2% das propriedades produtoras. Da mesma forma, no Rio Grande do Sul, em 1995/1996 (Tabela 10), áreas com menos de 100 hectares representavam 94,6% dos

⁴ Área plantada, em hectares, e produção de soja, em toneladas, na safra 2004/2005.

estabelecimentos produtores de soja e atualmente representam 55,6%, pelos dados da atual pesquisa.

Tabela 13 - Área total, em hectares, das propriedades pesquisadas por estratos: região Sul

Área das propriedades (ha)	Número de propriedades e % do total					
	RS	%	PR	%	Região	%
0-10	0	0,0	0	0,0	0	0,0
11- 50	22	27,8	11	25,6	33	27,0
51 - 100	22	27,8	8	18,6	30	24,6
101 - 500	29	36,7	17	39,5	46	37,7
501 - 1000	5	6,3	3	7,0	8	6,6
1.001 - 5.000	1	1,3	4	9,3	5	4,1
5.001 - 10.000	-	-	-	-	-	-
> 10.000	-	-	-	-	-	-
Total	79	100,0	43	100,0	122	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 14 - Área total, em hectares, das propriedades pesquisadas por estratos: região Centro-Oeste

Área das propriedades (ha)	Número de propriedades e % do total							
	MS	%	MT	%	GO	%	Região	%
0-10	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
11- 50	1	2,3	0	0,0	1	4,3	2	2,1
51 - 100	1	2,3	0	0,0	3	13,0	4	4,2
101 - 500	21	47,7	0	0,0	10	43,5	31	32,3
501 - 1000	9	20,5	2	6,9	3	13,0	14	14,6
1.001 - 5.000	11	25,0	13	44,8	5	21,7	29	30,2
5.001 - 10.000	1	2,3	7	24,1	1	4,3	9	9,4
> 10.000	0	0,0	7	24,1	0	0,0	7	7,3
Total	44	100,0	29	100,0	23	100,0	96	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Na região Centro-Oeste observa-se um predomínio das grandes propriedades entre os entrevistados. No estado do Mato Grosso, 93,1% das propriedades amostradas possuem área total acima de 1.000 ha. Em Goiás e Mato Grosso do Sul, 56,5% e 68,2% das propriedades possuem áreas entre 101 ha e 1.000 ha. Nos estados do Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul propriedades com área total de terra entre 11 ha e 50 hectares representam 0%, 4,3% e 2,3% das

propriedades amostradas, respectivamente (Tabela 14). Segundo os dados do Censo Agropecuário, em 1995/1996, 38,2% das áreas no Mato Grosso do Sul e 62,2% das áreas em Goiás possuíam entre 100 e 999 hectares.

Dados sobre a área plantada com soja, em hectares, nas regiões Sul e Centro-Oeste estão nas Tabelas 15 e 16. Consideraram-se as áreas próprias e arrendadas dos produtores de soja. Na região Sul, 91,1% das propriedades possuem área plantada com soja inferior a 500 hectares. No estado do Rio Grande do Sul e Paraná, áreas menores de 100 hectares representam 53,2% e 46,5% do total, respectivamente.

Tabela 15 - Área plantada com soja, em hectares, nas propriedades pesquisadas por estratos: região Sul

Área das propriedades (ha)	Número de propriedades e % do total					
	RS	%	PR	%	Região	%
0-10	2	2,5	1	2,3	3	2,5
11- 50	19	24,1	12	27,9	31	25,4
51 - 100	21	26,6	7	16,3	28	23,0
101 - 500	30	38,0	19	44,2	49	40,2
501 - 1000	7	8,9	3	7,0	10	8,2
1.001 - 2.000	0	0,0	1	2,3	1	0,8
2.001 - 3.000	0	0,0	0	0,0	0	0,0
3.001 - 4.000	0	0,0	0	0,0	0	0,0
4.001 - 6.000	0	0,0	0	0,0	0	0,0
6.001 - 10.000	0	0,0	0	0,0	0	0,0
> 10.000	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total	79	100,0	43	100,0	122	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Na região Centro-Oeste, 79,2% dos entrevistados cultivam soja em áreas entre 101 ha e 2.000 hectares. No estado do Mato Grosso do Sul, 54,5% dos entrevistados plantam entre 101 ha e 500 hectares de soja e 45,5 % produzem em áreas entre 501 ha e 3.000 hectares. Em Goiás, 21,7% dos produtores plantam em pequenas áreas, entre 11 ha e 100 ha. O maior percentual de produção está na faixa de 101 ha a 500 ha. No Mato Grosso, as propriedades produtoras de soja têm maiores extensões, sendo que 79,3% dos produtores plantam áreas superiores a 1.000 hectares (Tabela 16).

Tabela 16 - Área plantada com soja, em hectares, nas propriedades pesquisadas por estratos: região Centro-Oeste

Área das propriedades (ha)	Número de propriedades e % do total							
	MS	%	MT	%	GO	%	Região	%
0-10	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
11- 50	0	0,0	0	0,0	2	8,7	2	2,1
51 - 100	0	0,0	0	0,0	3	13,0	3	3,1
101 - 500	24	54,5	0	0,0	9	39,1	33	34,4
501 - 1000	10	22,7	6	20,7	6	26,1	22	22,9
1.001 - 2.000	9	20,5	6	20,7	1	4,3	16	16,7
2.001 - 3.000	1	2,3	2	6,9	1	4,3	4	4,2
3.001 - 4.000	0	0,0	2	6,9	0	0,0	2	2,1
4.001 - 6.000	0	0,0	3	10,3	1	4,3	4	4,2
6.001 - 10.000	0	0,0	5	17,2	0	0,0	5	5,2
> 10.000	0	0,0	5	17,2	0	0,0	5	5,2
Total	44	100,0	29	100,0	23	100,0	96	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

As formas de ocupação das áreas de terra dos produtores pesquisados estão representadas na Tabela 17. No Rio Grande do Sul, das propriedades amostradas, 57% possuem áreas de pastagens, 15,2% floresta plantada, 89,9% mata nativa e 60,8% apresentaram lavouras temporárias, não considerando o cultivo da soja. No estado do Paraná, 9,1% das propriedades amostradas apresentaram lavoura permanente. Na região Centro-Oeste, a maior parte das propriedades produtoras de soja também contêm áreas de pastagens e mata nativa.

Tabela 17 - Percentual (%) das áreas das propriedades pesquisadas ocupadas com pastagens, floresta plantada, mata nativa, lavoura permanente, lavoura temporária (exceto soja) e outros

Estados	% média das propriedades ocupadas com:					
	Pastagens	Floresta plantada	Mata Nativa	Lavoura Permanente	Lavoura temporária	Outros
Rio Grande do Sul	57,0	15,2	89,9	0,0	60,8	24,1
Paraná	40,9	11,4	70,5	9,1	36,4	6,8
Mato Grosso do Sul	59,1	6,8	72,7	0,0	4,5	18,2
Mato Grosso	31,0	6,9	86,2	0,0	31,0	3,4
Goiás	43,5	4,3	56,5	0,0	13,0	0,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 18 está o percentual da produção de soja produzida em áreas próprias, arrendadas, próprias e arrendadas e em parceria, nos cinco maiores estados produtores brasileiros. No estado do Rio Grande do Sul, 46,8% dos produtores produzem soja em terras próprias, 10,1% apenas em terras arrendadas e 43% em terras próprias e arrendadas. No Paraná, o percentual de produção em áreas próprias é superior, 59,1%, e apenas 6,8% produzem apenas em área arrendadas. Mato Grosso é o estado que apresentou o maior percentual de produtores de soja apenas em terras próprias, 72,4%. Nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás a produção somente em terras arrendadas é superior à dos estados do Sul. Em nenhum estado analisado os produtores entrevistados produziram no sistema de parceria.

Tabela 18 - Avaliação da produção de soja em áreas próprias, arrendadas, próprias e arrendadas e em parceria, em % do total

Estados	%				Total
	Própria	Arrendada	Própria e Arrendada	Parceria	
Rio Grande do Sul	46,8	10,1	43,0	0,0	100,0
Paraná	59,1	6,8	34,1	0,0	100,0
Mato Grosso do Sul	47,7	20,5	31,8	0,0	100,0
Mato Grosso	72,4	0,0	27,6	0,0	100,0
Goiás	52,2	26,1	21,7	0,0	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 19 verificam-se as outras atividades que ocorrem simultaneamente com a produção de soja nas propriedades amostradas. Não foram consideradas as atividades sem finalidade comercial. Na região Sul há uma grande diversificação das atividades agropecuárias por parte dos produtores entrevistados. No Rio Grande do Sul, 59,5% dos sojicultores produzem milho na safra de verão, 29,1% se dedicam à bovinocultura de corte e 27,8% à bovinocultura de leite. No estado do Paraná, as atividades de avicultura (18,2%), bovinocultura de corte (15,9%) e de leite (20,5%) e produção de milho (22,7%) se destacam. Outras atividades econômicas alternativas como piscicultura, apicultura e ovinocultura ocorrem em algumas propriedades na região como fonte adicional de renda para os pequenos produtores.

Na região Centro-Oeste a diversificação das atividades agropecuárias por parte dos produtores entrevistados é menor, concentrando-se na bovinocultura de corte e produção de milho. No estado do Mato Grosso, 13,8% dos produtores de soja entrevistados também se dedicam à suinocultura, além da bovinocultura de corte (17,2%) e da produção de milho (27,6%). Em Goiás, 13% dos produtores se dedicam à avicultura, 26,1% à bovinocultura de corte, 21,7% à bovinocultura de leite e 13% à produção de milho. O Mato Grosso do Sul foi o estado que apresentou a menor diversificação, destacando-se a atividade da bovinocultura de corte.

Tabela 19 - Atividades existentes nas propriedades pesquisadas, que ocorrem simultaneamente à produção de soja, por estados e regiões

Estados	%			
	Suinocultura	Avicultura	Bovinocultura de corte	Bovinocultura de leite
Rio Grande do Sul	7,6	5,1	29,1	27,8
Paraná	4,5	18,2	15,9	20,5
Região Sul	6,5	9,8	24,4	25,2
Mato Grosso do Sul	4,5	2,3	29,5	2,3
Mato Grosso	13,8	0,0	17,2	0,0
Goiás	8,7	13,0	26,1	21,7
Região Centro-Oeste	8,3	4,2	25,0	6,3

Estados	%			
	Fruticultura	Cana de Açúcar	Milho	Outros
Rio Grande do Sul	0,0	2,5	59,5	11,4
Paraná	0,0	0,0	22,7	13,6
Região Sul	0,0	1,6	46,3	12,2
Mato Grosso do Sul	0,0	0,0	4,5	6,8
Mato Grosso	0,0	3,4	27,6	20,7
Goiás	0,0	0,0	13,0	8,7
Região Centro-Oeste	0,0	1,0	13,5	11,5

Fonte: Dados da pesquisa.

Os percentuais das culturas plantadas na entressafra da soja nas propriedades pesquisadas, por estados e regiões, estão na Tabela 20. Na entressafra da produção de soja, na região Sul, 77,2% dos produtores entrevistados plantaram adubação verde e 66,7% plantaram trigo. No Rio Grande do Sul, a participação do milho é nula nesse período do ano devido ao risco

de geada no estado. Já no Paraná, 40,9% das propriedades plantaram essa cultura no inverno. Na região Centro-Oeste, 74% dos produtores plantaram milho na safra de verão e 24% fizeram adubação verde. Nos estados do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, a participação da cultura do milho é ainda mais expressiva, onde 81,8% e 75,9% das propriedades, respectivamente, plantam esse produto na entressafra da soja. O item “outros” indica o cultivo de algodão e milho no Mato Grosso, cevada no Rio Grande do Sul e sorgo e milho em Goiás.

Tabela 20 - Culturas plantadas na entressafra da produção de soja nas propriedades pesquisadas, por estados e regiões

Estados	%				
	Milho	Trigo	Girassol	Adubação Verde	Outros
Rio Grande do Sul	0,0	74,7	0,0	83,5	35,4
Paraná	40,9	52,3	0,0	65,9	9,1
Região Sul	14,6	66,7	0,0	77,2	26,0
Mato Grosso do Sul	81,8	29,5	6,8	47,7	18,2
Mato Grosso	75,9	0,0	3,4	6,9	79,3
Goiás	56,5	0,0	4,3	0,0	73,9
Região Centro-Oeste	74,0	13,5	5,2	24,0	50,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao tempo de existência da atividade de produção de soja nas propriedades amostradas, nos estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, 60,8% e 72,8% dos produtores entrevistados produzem soja há mais de 20 anos (Tabela 21). Esses elevados percentuais estão associados ao fato de a região Sul ter sido pioneira na produção agrícola da soja. A exploração de terras para produção de soja na região Centro-Oeste é mais recente. No estado de Goiás, 52,1 % dos produtores estão na atividade há menos de 10 anos. No Mato Grosso do Sul e Mato Grosso apenas 32,6% e 34,5 % dos produtores, respectivamente, produzem soja há mais de 20 anos na região. Uma grande parte dos produtores de soja da região Centro-Oeste é proveniente dos estados da região Sul. Esses resultados estão de acordo com os estudos de Santos (2000) sobre a evolução da produção de soja no Brasil.

Tabela 21 - Tempo de existência, em anos, da atividade de produção de soja nas propriedades amostradas, por estados

Tempo de existência da produção de soja na propriedade (anos)	% do total				
	RS	PR	MS	MT	GO
0 - 5	10,1	4,5	23,3	3,4	13,0
6 - 10	11,4	4,5	16,3	6,9	39,1
11 - 20	17,7	18,2	27,9	55,2	21,7
21 - 30	30,4	45,5	27,9	34,5	17,4
> 30 anos	30,4	27,3	4,7	0,0	8,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

A maior parte dos tomadores de decisão nas propriedades produtoras de soja possui idade entre 30 e 60 anos, nos cinco maiores estados produtores amostrados (Tabela 22). Nos estados da região Sul, 10,1% e 15,9% dos produtores possuem acima de 60 anos de idade. Esses percentuais caem para 4,3%, 3,4% e 0%, para os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, respectivamente.

Tabela 22 - Idade dos tomadores de decisão nas propriedades produtoras de soja amostradas, por estado, em porcentagem do total

Idade (anos)	% total				
	RS	PR	MS	MT	GO
18 - 23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 - 30	5,1	6,8	9,1	6,9	21,7
30 - 40	24,1	20,5	47,7	31,0	26,1
40 - 60	60,8	56,8	43,2	58,6	47,8
> 60	10,1	15,9	0,0	3,4	4,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando-se o local de residência do proprietário, observa-se pelos dados da Tabela 23 que nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, 89,7% e 86,4% dos proprietários de áreas produtoras de soja moram nas cidades. A realidade em termos de local de residência do proprietário difere da região Centro-Oeste para a região Sul. Na região Sul, mais de 50% dos

produtores moram em propriedades rurais e 31,6% e 37,2% da mão-de-obra utilizada na produção de soja é essencialmente familiar, nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente (Tabela 24). Em todos os estados amostrados o predomínio é da utilização conjunta da mão-de-obra familiar e contratada. O Mato Grosso é o estado que apresenta o maior percentual de mão-de-obra exclusivamente contratada, com 34,5% do total.

Tabela 23 - Local de residência do proprietário (tomador de decisão): na propriedade (P) ou fora da propriedade (F). Número de produtores entrevistados por estado

Local de Residência	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Prop	45	57,0	25	58,1	6	13,6	3	10,3	8	34,8
Fprop	34	43,0	18	41,9	38	86,4	26	89,7	15	65,2
Total	79	100,0	43	100,0	44	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 24 - Tipo de mão-de-obra utilizada na produção de soja: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total

Tipo de Mão de obra	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Familiar	25	31,6	16	37,2	1	2,3	0	0,0	6	26,1
Contratada	0	0,0	1	2,3	0	0,0	10	34,5	0	0,0
Familiar e contratada	54	68,4	26	60,5	43	97,7	19	65,5	17	73,9
Total	79	100,0	43	100,0	44	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto às formas de gerenciamento das propriedades produtoras de soja há um predomínio da gerência por parte do proprietário, tanto nos estados da região Sul como da região Centro-Oeste, com exceção do estado do Mato Grosso (Tabela 25). Neste, 44,8% da administração das propriedades é feita através de gerência contratada.

Tabela 25 - Formas de gerenciamento da propriedade, por estado, em porcentagem

Estados	%			
	Gerência do proprietário	Gerência de outros membros da família	Gerência contratada	Outros
Rio Grande do Sul	96,2	46,8	2,5	0,0
Paraná	93,2	31,8	0,0	0,0
Mato Grosso do Sul	86,4	25,0	2,3	6,8
Mato Grosso	44,8	27,6	44,8	0,0
Goiás	91,3	26,1	0,0	8,7

Fonte: Dados da pesquisa.

No que se refere ao nível de escolaridade, no Rio Grande do Sul 22,8% dos gerentes das áreas produtoras de soja completaram o 2º grau e 2,5% possuem o curso superior completo (Tabela 26). No estado do Paraná, 2,3% dos entrevistados se consideram analfabetos e apenas 11,4% dos gerentes concluíram o 2º grau. Nesses dois estados, o maior percentual de entrevistados possui o 2º grau incompleto. Nos estados do Mato Grosso do Sul e em Goiás, 27,3% e 30,4% dos entrevistados, respectivamente, possuem curso superior incompleto. Na região Centro-Oeste, o índice de analfabetismo entre os entrevistados foi nulo e o percentual de tomadores de decisão com pós-graduação variou de 2,0% a 5,0% dos entrevistados, dependendo do estado analisado. No Mato Grosso, 48,3% dos gerentes possuem 2º grau completo e 31% apresentaram curso superior completo.

Tabela 26 - Nível de escolaridade do gerente das propriedades produtoras de soja amostradas, nos cinco principais estados produtores brasileiros

Nível de escolaridade do gerente	%				
	RS	PR	MS	MT	GO
Analfabeto	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
1º grau incompleto	19,0	25,0	11,4	3,4	13,0
1º grau completo	10,1	18,2	11,4	6,9	13,0
2º grau incompleto	27,8	22,7	34,1	6,9	30,4
2º grau completo	22,8	11,4	11,4	48,3	8,7
Superior incompleto	17,7	15,9	27,3	0,0	30,4
Superior completo	2,5	4,5	2,3	31,0	0,0
Pós-Graduação	0,0	0,0	2,3	3,4	4,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos estados da região Sul e no Mato Grosso do Sul a maior parte dos produtores de soja não possui outras atividades geradoras de renda fora da propriedade (Tabela 27). Já no Mato Grosso e em Goiás, 51,7% e 52,2% dos entrevistados possuem outras atividades geradoras de renda fora da propriedade. Nos cinco estados avaliados, a cultura da soja foi considerada a principal fonte de renda da propriedade (Tabela 28).

Tabela 27 - Atividade profissional do proprietário ou tomador de decisão fora da propriedade: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total

Atividade fora da propriedade	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sim	23	29,1	13	30,2	14	31,8	15	51,7	12	52,2
Não	56	70,9	30	69,8	30	68,2	14	48,3	11	47,8
Total	79	100,0	43	100,0	44	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 28 - Cultura da soja como principal fonte de renda na propriedade: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total

Soja: principal fonte renda	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sim	71	89,9	34	79,1	43	97,7	27	93,1	21	91,3
Não	8	10,1	9	20,9	1	2,3	2	6,9	2	8,7
Total	79	100,0	43	100,0	44	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Grande parte dos produtores de soja conta com acompanhamento técnico durante a produção. Essa assistência técnica é fornecida pelas cooperativas, revendas de produtos agropecuários, escritórios de consultoria e planejamento agrícola, entre outros. Algumas cooperativas, além da assistência técnica, realizam o acompanhamento dos custos de produção dos cooperados, com o intuito de orientá-los em seus processos de tomada de decisão. Nos estados do Mato Grosso e Goiás, 10,3% e 8,7% dos entrevistados, respectivamente, não possuem assistência técnica contratada; no entanto, muitos deles são engenheiros agrônomos que monitoram as suas próprias propriedades (Tabela 29).

Tabela 29 - Acompanhamento técnico nas propriedades produtoras de soja amostradas: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total

Acomp. Técnico	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sim	78	98,7	42	97,7	43	97,7	26	89,7	21	91,3
Não	1	1,3	1	2,3	1	2,3	3	10,3	2	8,7
Total	79	100,0	43	100,0	44	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

No Mato Grosso do Sul e no Mato Grosso mais de 90% dos produtores financiaram o custeio de suas produções de soja (Tabela 30). Já nos estados da região Sul, esse percentual ficou em torno de 80%. No Mato Grosso, as agroindústrias e os bancos públicos foram as principais fontes financiadoras do custeio agrícola da produção de soja junto aos empresários rurais (Tabela 31). No Mato Grosso do Sul a maior parte do financiamento de custeio ocorreu através dos

bancos públicos. Nos estados da região Sul e em Goiás, as cooperativas (item outros) fizeram esse papel de órgãos financiadores do custeio da produção de soja. É o chamado “Plano Safra”. Os produtores adquirem antecipadamente a maior parte dos insumos junto às cooperativas e o pagamento destes é efetuado após a colheita do produto. Durante a pesquisa pôde-se constatar que muitos produtores na região Sul optaram pelo financiamento do custeio agrícola através das cooperativas, mesmo apresentando taxas de juros mais elevadas que as oferecidas pelos bancos públicos, pela facilidade de obtenção de crédito e pelo menor processo burocrático.

Tabela 30 - Financiamento do custeio agrícola da produção de soja das propriedades amostradas: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total

Financiamento	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sim	62	78,5	34	79,1	43	95,6	27	93,1	19	82,6
Não	17	21,5	9	20,9	2	4,4	2	6,9	4	17,4
Total	79	100,0	43	100,0	45	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 31 - Fontes de financiamento do custeio agrícola da produção de soja obtidas pelos produtores amostrados, por estado, em porcentagem

Fonte de recursos	%				
	RS	PR	MS	MT	GO
Banco Público	43,0	47,6	84,4	58,6	47,8
Banco Privado	0,0	14,3	4,4	20,7	17,4
Cooperativa de Crédito	13,9	19,0	0,0	24,1	13,0
Agroindústria	0,0	0,0	4,4	55,2	8,7
Outros	40,5	42,9	4,4	27,6	52,2

Fonte: Dados da pesquisa.

Em muitos casos, parte da comercialização da produção já está vinculada a algum tipo de estabelecimento comercial devido às fontes de financiamento de custeio obtidas. Em relação à comercialização da produção de soja, as cooperativas têm uma forte atuação na região Sul do país e no estado de Goiás. Segundo dados da pesquisa realizada, 93,7% dos entrevistados no estado do Rio Grande do Sul, 79,5% no Paraná e 78,3% em Goiás comercializaram sua

produção com cooperativas da região (Tabela 32). No Mato Grosso do Sul, 72,7% dos entrevistados comercializaram sua produção com agroindústrias, 56,8% com cooperativas e 34,1% com armazéns gerais. Já no Mato Grosso, a comercialização com cooperativas foi pouco expressiva, 6,9%. Nesse estado, 96,6% dos produtores comercializaram sua produção com agroindústrias, 51,7% com armazéns gerais e 24,1% com corretores.

Tabela 32 - Comercialização da produção de soja em grão pelas propriedades amostradas, por estado, em porcentagem

Comercialização	%				
	RS	PR	MS	MT	GO
Agroindústria	3,8	25,0	72,7	96,6	47,8
Cooperativa	93,7	79,5	56,8	6,9	78,3
Corretores	1,3	0,0	9,1	24,1	4,3
Armazéns Gerais	27,8	6,8	34,1	51,7	21,7

Fonte: Dados da pesquisa.

Em termos de tecnologia de produção de soja, no Rio Grande do Sul, 98,7% dos entrevistados utilizaram apenas soja transgênica (Tabela 33). No Mato Grosso do Sul, 40,9% dos produtores plantaram soja transgênica e não-transgênica em suas propriedades. Nos demais estados amostrados da região Centro-Oeste e no Paraná houve o predomínio do uso de soja não-transgênica.

Tabela 33 - Tecnologia de produção de soja nas propriedades amostradas: número de produtores pesquisados por estados e porcentagem do total

Tecnologia	RS		PR		MS		MT		GO	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Soja Não Transgênica	0	0,0	41	95,3	24	54,5	26	89,7	21	91,3
Soja Transgênica	78	98,7	0	0,0	2	4,5	0	0,0	0	0,0
Ambas	1	1,3	2	4,7	18	40,9	3	10,3	2	8,7
Total	79	100,0	43	100,0	44	100,0	29	100,0	23	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Os principais problemas apontados pelos produtores foram: elevados custos de produção, preços baixos de comercialização da soja devido à valorização do real, ausência de uma política agrícola eficaz e quebra de produção em algumas regiões decorrentes de problemas climáticos. No Rio Grande do Sul, os produtores tiveram uma elevada quebra da produção devido à forte estiagem ocorrida no período. No Mato Grosso do Sul, a produtividade também foi afetada pela estiagem e no Mato Grosso, algumas regiões apresentaram perdas de produção em virtude da ocorrência de chuvas no período da colheita.

5.2 Elasticidades de substituição

Os resultados das estimativas das funções para as parcelas de custo, com a imposição das restrições de homogeneidade linear e simetria, são apresentados na Tabela 34. As parcelas de custo calculadas pela média aritmética da amostra foram todas positivas, o que garante a monotonicidade da função (Figura 4). As maiores parcelas se referem às despesas com capital (36%) e químicos (31%). A participação é expressiva desses dois componentes no custo de produção da soja nos estados amostrados. O sistema de produção de soja é praticamente todo mecanizado, o que justifica a elevada participação do capital na composição do custo de produção dessa cultura.

Tabela 34 - Resultados da estimativa das equações parciais de custo da soja, nos estados amostrados

Parcelas	Variáveis independentes (logaritmizadas)						
	Intercepto	$\ln P_Q$	$\ln P_K$	$\ln P_L$	$\ln P_T$	$\ln P_O$	$\ln Y$
<i>SQ</i>	-0,451*	0,047*	-0,038**	0,008	0,030**	-0,048	0,078*
<i>SK</i>	1,343*	-0,037**	0,051**	-0,050*	-0,044**	0,081	-0,111*
<i>SL</i>	0,169*	0,008	-0,050*	0,031*	-0,011**	0,022	-0,006*
<i>ST</i>	0,001**	0,030**	-0,044**	-0,011**	0,002*	0,023	-0,000*
<i>SO</i>	-0,063	-0,048	0,080	0,022	0,023	-0,077	0,040
Somatório	1	0	0	0	0	0	0

Nota: * significativo a 1%, ** significativo a 5%, *** significativo a 10%.

SQ = parcela de custo referente aos químicos; *SK* = parcela de custo referente ao capital; *SL* = parcela de custo referente à mão-de-obra; *ST* = parcela referente à terra; *SO* = parcela referente a outros custos; $\ln Y$ = logaritmo da quantidade produzida; $\ln P_Q$ = logaritmo do preço dos químicos; $\ln P_K$ = logaritmo do preço do capital; $\ln P_L$ = logaritmo do preço da mão-de-obra; $\ln P_T$ = logaritmo do preço da terra e $\ln P_O$ = logaritmo do preço de outros custos, calculado pela restrição de homogeneidade.

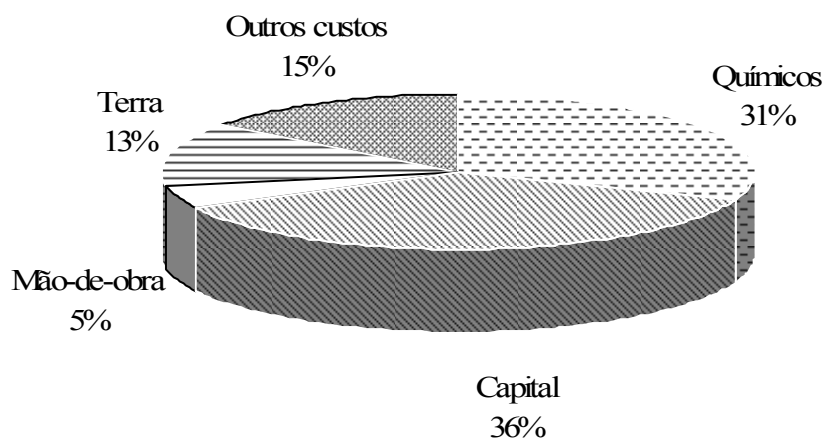


Figura 4 – Parcelas médias de custo dos fatores de produção para a soja, nos estados amostrados

Fonte: Dados da pesquisa.

As estimativas das elasticidades-preço diretas e cruzadas da demanda de fatores para a produção de soja nos estados amostrados estão na Tabela 35. Os sinais negativos das elasticidades-preço diretas, que compõem a diagonal principal, confirmam a concavidade da função custo. O somatório igual a zero das elasticidades-preço diretas e cruzadas, em cada linha, indica a imposição da restrição de homogeneidade linear da função custo. A maior parte das elasticidades-preço diretas resultou em valores menores que a unidade, indicando que a demanda dos fatores analisados é inelástica. As elasticidades-preço diretas que apresentaram a menor sensibilidade na demanda de fatores são as referentes à mão-de-obra, ao capital e aos químicos. Para um aumento (diminuição) de 1% no preço da diária da mão-de-obra, a demanda por esse fator reduz-se em (aumenta) 0,313%. No caso dos químicos, para um aumento de 1% no seu preço, a demanda reduz-se em 0,538%. Para terra, a elasticidade-preço direta apresentou maior valor em comparação aos fatores químicos, capital e mão-de-obra.

Tabela 35 – Estimativas das elasticidades-preço diretas e cruzadas da demanda dos fatores para a produção de soja, nos estados amostrados

Quantidade	Preço dos fatores					Somatório
	Químico	Capital	Mão-de-obra	Terra	Outros Custos	
Químico	-0,538* (-21,195)	0,241* (4,466)	0,076* (2,647)	0,231 (0,505)	-0,011	0
Capital	0,204* (4,466)	-0,494* (-8,125)	-0,090* (-2,858)	0,012 (0,023)	0,368	0
Mão-de-obra	0,483* (2,647)	-0,670* (-2,858)	-0,313* (-3,820)	-0,091 (-0,858)	0,592	0
Terra	0,536 (0,505)	0,032 (0,023)	-0,033 (-0,858)	-0,854* (-8,789)	0,319	0
Outros Custos	-0,023	0,918	0,198	0,291	-1,385	0

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: O valor de t encontra-se entre parênteses; *significativo a 1%; ** significativo a 5% e *** significativo a 10%.

Em relação às elasticidades-preço cruzadas, o sinal positivo indica substituição entre fatores e o sinal negativo complementaridade (Tabela 35). Os valores das elasticidades-preço cruzadas para a variável terra foram estatisticamente não significativos, o que tornou sua análise limitada. Observa-se que mão-de-obra e capital são fatores complementares: o aumento no preço

de um fator leva à redução na demanda do outro fator. Terra e mão-de-obra e químicos e outros custos também apresentaram complementaridade entre si.

Nota-se relação de substituição entre todos os demais pares de fatores produtivos: químicos e capital, químicos e mão-de-obra, químicos e terra, capital e terra, capital e outros custos, mão-de-obra e outros custos e terra e outros custos. A relação de substituição indica que à medida que o preço de um fator aumenta, o fator substituído é mais intensamente utilizado (ROCHELE; FERREIRA FILHO, 1999).

As elasticidades de substituição parcial de Allen indicam a variação na demanda relativa do fator quando seu preço varia relativamente a outro fator. Os resultados das elasticidades de substituição parcial de Allen entre fatores estão na Tabela 36. Os valores fora da diagonal principal são simétricos e o valor positivo indica substituição entre fatores, e o sinal negativo indica complementaridade. Na diagonal principal os valores referem-se às elasticidades de substituição diretas. Os sinais negativos das elasticidades de substituição diretas confirmam a concavidade da função custo.

Tabela 36 – Estimativas das elasticidades de substituição parcial de Allen entre fatores para produção de soja, nos estados amostrados

	Químico	Capital	Mão-de-obra	Terra	Outros Custos
Químico		0,735	0,390	1,086	1,375
Capital	0,742		0,223	0,866	1,754
Mão-de-obra	1,021	-0,177		0,763	1,978
Terra	1,074	0,526	0,280		1,705
Outros Custos	0,515	1,412	0,512	1,146	

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a maior parte das elasticidades na Tabela 36 apresentam sinais positivos, indicando substituição entre os fatores de produção de soja. Isso era de se esperar, pois esses sinais são determinados pelas elasticidades cruzadas. Os fatores químicos e mão-de-obra, e químicos e terra apresentam relação de substituição e demanda relativamente elástica.

Os fatores capital e terra, bem como capital e outros custos também são considerados substitutos no processo produtivo. O valor da elasticidade de substituição parcial de Allen entre

capital e terra é menor que a unidade. Quando a relação preço do capital/preço da terra aumenta 1%, a quantidade relativa ótima (quantidade de terra/quantidade de capital) aumenta 0,08%.

Mão-de-obra e capital são complementares na produção de soja. Para um aumento relativo de 1% no preço do capital, a razão quantidade de capital/mão-de-obra se reduz em 1,84%. Pelo fato da Tabela 36 ser simétrica, a mesma relação é válida para mão-de-obra e capital. Há uma forte relação de complementaridade entre esses dois fatores, pois a variação relativa na demanda de um fator é mais que proporcional à variação no preço relativo entre eles. Os fatores mão-de-obra e terra, e químicos e outros custos também são complementares.

Os resultados para as elasticidades de substituição de Morishima estão na Tabela 37. Os valores representam as elasticidades de substituição do fator que se encontra na linha em relação ao fator da coluna, com variação do preço do fator da coluna. O conceito de Morishima não é simétrico e é menos restritivo, pois relaciona a variação nas quantidades relativas desses fatores com o ajuste ótimo de ambos para variações no preço de um deles.

De acordo com a classificação de Allen, os fatores mão-de-obra e capital são complementares. Na classificação de Morishima, eles serão complementares quando o preço de capital variar ($\sigma_{ij}^M = -0,177$) e substitutos quando variar o preço da mão-de-obra ($\sigma_{ij}^M = 0,223$). À medida que o preço da mão-de-obra aumenta, diminui a utilização de capital (comportamento complementar); porém, isso também provoca o declínio na utilização da mão-de-obra devido à concavidade da função custo nos preços dos fatores, mas a uma taxa que faz com que a relação entre a utilização dos fatores capital/mão-de-obra cresça, o que evidencia substituição. Esse efeito não é captado pelo conceito de Allen.

Tabela 37 – Estimativa das elasticidades de substituição de Morishima, entre os fatores de produção para a cultura da soja, nos estados amostrados

	Químico	Capital	Mão-de-obra	Terra	Outros Custos
Químico		0,735	0,390	1,086	1,375
Capital	0,742		0,223	0,866	1,754
Mão-de-obra	1,021	-0,177		0,763	1,978
Terra	1,074	0,526	0,280		1,705
Outros Custos	0,515	1,412	0,512	1,146	

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3 Economias de escala

5.3.1 Parâmetros estimados

Consideram-se no estudo, além do modelo de custos translog (modelo A) mais quatro modelos: o modelo B impõe homoteticidade à função de produção associada; o modelo C impõe homogeneidade; o modelo D impõe elasticidade de substituição unitária e o modelo E impõe homogeneidade e elasticidade de substituição unitária, o que resulta na função custo Cobb-Douglas. As fórmulas para os índices de economias de escala (IES) para cada modelo são apresentadas na Tabela 38.

Tabela 38 - Índices de economias de escala (IES) para os modelos de A a E

IES (A)	$1 - (\beta_Y + \beta_{YY} \ln Y + \gamma_{QY} \ln P_Q + \gamma_{KY} \ln P_K + \gamma_{LY} \ln P_L + \gamma_{OY} \ln P_O)$
IES (B)	$1 - (\beta_Y + \beta_{YY} \ln Y)$
IES (C)	$1 - \beta_Y$
IEC (D)	$1 - (\beta_Y + \beta_{YY} \ln Y + \gamma_{QY} \ln P_Q + \gamma_{KY} \ln P_K + \gamma_{LY} \ln P_L + \gamma_{OY} \ln P_O)$
IEC (E)	$1 - \beta_Y$

Fonte: Elaborada com base em Christensen & Greene (1976)

Na Tabela 39 apresentam-se os parâmetros obtidos, por máxima verossimilhança, para os cinco modelos considerados. Através da imposição das restrições de simetria e homogeneidade, foram calculados os 06 parâmetros restantes do modelo A. No modelo B foram impostas três restrições: $\gamma_{QY} = 0, \gamma_{KY} = 0$ e $\gamma_{LY} = 0$; no modelo C as quatro restrições impostas foram $\gamma_{QY} = 0, \gamma_{KY} = 0, \gamma_{LY} = 0$ e $\gamma_{YY} = 0$; no modelo D foram impostas seis restrições: $\gamma_{QQ} = 0, \gamma_{QK} = 0, \gamma_{QL} = 0, \gamma_{KK} = 0, \gamma_{KL} = 0$ e $\gamma_{LL} = 0$ e no modelo E dez restrições: $\gamma_{QQ} = 0, \gamma_{QK} = 0, \gamma_{QL} = 0, \gamma_{KK} = 0, \gamma_{KL} = 0, \gamma_{LL} = 0, \gamma_{QY} = 0, \gamma_{KY} = 0, \gamma_{LY} = 0$ e $\gamma_{YY} = 0$.

Tabela 39 - Coeficientes das funções custo para os modelos de A a E

Parâmetros	Origem	Modelo				
		A	B	C	D	E
β_Q	regressão	-2,535 (-6,51)*	-2,684 (-7,15)*	-1,998 (-5,07)*	0,724 (3,99)*	0,101 (1,97)**
β_K	regressão	1,843 (2,21)**	3,681 (4,91)*	2,966 (3,64)*	-0,159 (-0,62)	0,409 (5,91)*
β_L	regressão	0,885 (3,37)*	0,580 (2,31)**	0,415 (1,50)	0,250 (2,13)**	0,178 (4,85)*
β_Y	regressão	-0,538 (-2,26)**	0,216 (3,26)*	0,713 (45,21)*	0,787 (3,26)*	0,696 (34,62)*
γ_{QQ}	regressão	0,459 (13,63)*	0,430 (12,76)*	0,428 (11,61)*	. . .	. . .
γ_{QK}	regressão	-0,301 (-1,48)	-0,863 (-5,34)*	-0,536 (-3,17)*	. . .	. . .
γ_{QL}	regressão	-0,270 (-3,89)*	-0,143 (-2,27)**	-0,211 (-3,05)*	. . .	. . .
γ_{KK}	regressão	0,273 (1,72)***	0,555 (3,91)*	0,485 (3,12)*	. . .	. . .
γ_{KL}	regressão	0,103 (0,95) ^{ns}	0,126 (1,24)****	0,030 (0,27) ^{ns}	. . .	. . .
γ_{LL}	regressão	0,044 (0,99) ^{ns}	0,041 (0,99) ^{ns}	0,057 (1,26)****	. . .	. . .
γ_{QY}	regressão	0,143 (4,23)*	. . .	. . .	-0,112 (-4,04)*	. . .
γ_{KY}	regressão	-0,010 (-0,27)	. . .	. . .	0,076 (1,91)***	. . .
γ_{LY}	regressão	-0,033 (-1,88)***	. . .	. . .	-0,009 (-0,50)	. . .
γ_{YY}	regressão	0,123 (8,29)*	0,071 (7,65)*	. . .	0,060 (3,63)*	. . .
δ	regressão	-0,123 (-4,08)*	-0,115 (-3,70)*	-0,170 (-4,96)*	-0,077 (-1,94)***	-0,144 (-2,95)*
β	regressão	15,886 (7,53)*	17,454 (8,76)*	13,343 (6,41)*	4,134 (2,85)*	6,231 (15,58)*
β_O	$1 - \beta_Q - \beta_K - \beta_L$	0,807 (-4,11)*	-0,578 (-5,83)*	-0,383 (-5,59)*	0,186 (-4,88)*	0,311 (-4,72)*
γ_{QO}	$-\gamma_{QQ} - \gamma_{QK} - \gamma_{QL}$	0,112 (-4,98)*	0,576 (-4,89)*	0,318 (-4,94)*	. . .	. . .
γ_{KO}	$-\gamma_{QK} - \gamma_{KK} - \gamma_{LK}$	-0,076 (0,09) ^{ns}	0,182 (0,30) ^{ns}	0,020 (0,17) ^{ns}	. . .	. . .
γ_{LO}	$-\gamma_{QL} - \gamma_{KL} - \gamma_{LL}$	-0,417 (-0,88) ^{ns}	-0,310 (-0,85) ^{ns}	-0,298 (-0,84) ^{ns}	. . .	. . .
γ_{OO}	$-\gamma_{QO} - \gamma_{KO} - \gamma_{LO}$	0,381 (-1,50)***	-0,448 (-1,67)**	-0,041 (-1,59)***	. . .	. . .
γ_{OY}	$-\gamma_{QY} - \gamma_{KY} - \gamma_{LY}$	-0,100 (-1,13)****	. . .	. . .	(-1,11)****	. . .
Restrições		Nenhuma	(3)	(4)	(6)	(10)

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: o valor da estatística *t* (de *student*) encontra-se entre parênteses: * significativo a 1%; ** significativo a 5%; *** significativo a 10%; **** significativo a 20%.

As estatísticas t para os parâmetros de não homoteticidade (γ_{iY}) e elasticidade de substituição unitária (γ_{ij}) para o modelo A (translog) sugerem que nem a hipótese de homoteticidade nem a de elasticidade de substituição unitária são consistentes com o conjunto de dados. Essa suposição é confirmada pelo teste de “razão de probabilidade” (likelihood ratio test) que tem seus resultados apresentados na Tabela 40.

Tabela 40 - Teste estatístico para a imposição de homoteticidade, homogeneidade e elasticidade de substituição unitária à função de produção associada à equação de custo

	Restrições impostas ao modelo A			
	Homoteticidade	Homogeneidade	Elasticidade de substituição unitária	Homogeneidade e elasticidade de Substituição unitária
Restrições impostas	$\gamma_{iY} = 0$	$\gamma_{iY} = 0$ $\gamma_{YY} = 0$	$\gamma_{ij} = 0$	$\gamma_{iY} = 0$ $\gamma_{YY} = 0$ e $\gamma_{ij} = 0$
Número de restrições	3	4	6	10
Valor crítico do χ^2	17,47*	56,30*	126,47*	226,18*

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: *significativo a 1%.

Considerando o modelo A como o mais indicado para os propósitos do estudo, verificam-se as propriedades da função de monotonicidade e convexidade nos preços dos fatores. A monotonicidade é comprovada pelo comportamento das parcelas de custo, que se apresentam todas positivas. Essas parcelas foram calculadas pela média aritmética da amostra, sendo que os valores encontrados são:

Parcela de custos com químicos: SQ = 0,36

Parcela de custos com capital: SK = 0,42

Parcela de custos com mão de obra: SL = 0,06

Parcela de custos com outros custos: SO = 0,17

Os sinais das elasticidades-preço diretas da demanda por fatores, bem como os das elasticidades de substituição parcial de Allen diretas, foram todos negativos (Tabela 41), o que significa que a propriedade de concavidade da função custo também foi atendida.

Tabela 41 - Estimativa das elasticidades-preço diretas (η_{ii}) e de substituição parcial de Allen, diretas entre os fatores de produção (σ_{ii}), para o modelo de custos translog (A)

	Químicos	Capital	Mão-de-Obra	Outros
η_{ii}	-0,654 (0,018)	-0,577 (0,038)	-0,200 (0,163)	-1,074 (0,055)
σ_{ii}	-1,831 (0,139)	-1,375 (0,213)	-3,519 (50,3)	-6,433 (1,987)

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: O valor do desvio padrão encontra-se entre parênteses.

5.3.2 Índice de economia de escala (IES)

Para o cálculo das estimativas de economias de escala adotou-se o procedimento descrito em Christensen & Greene (1976) e dividiu-se a amostra dos produtores em grupos de acordo com o nível de produção. Optou-se em dividir a amostra em oito grupos: 1) 217 toneladas de soja em grão; 2) 946 toneladas; 3) 2.423 toneladas; 4) 5.016 toneladas de soja em grão; 5) 8.745 toneladas; 6) 12.180 toneladas; 7) 15.006 toneladas e 8) 34.235 toneladas⁵. Na Tabela 42 apresentam-se os resultados dos IES para a média dos grupos e os tamanhos das áreas produtoras de soja correspondentes. IES positivos indicam a ocorrência de economias de escala e negativos indicam deseconomias de escala. Os produtores com produção média de 217 toneladas apresentam IES de 0,49, o que sinaliza uma forte presença de economias de escala. Observa-se que as economias de escala diminuem com o aumento da produção. Os agricultores com produções de 12.180 toneladas de soja já apresentam deseconomias de escala, que se acentuam quando a produção aumenta para 34.235 toneladas. Considerando-se uma produtividade média de 2.925 kg/hectare tem-se para os estratos considerados o equivalente a 74 hectares de área de produção de soja para o primeiro estrato, 323 hectares para o segundo, 828 hectares para o terceiro, 1.715 hectares para o quarto estrato, 2.990 hectares para o quinto estrato, 4.164 hectares para o sexto, 5.130 hectares para o sétimo e 11.704 para o oitavo e último estrato. Assim, conforme sugerem os resultados do modelo estimado, verificou-se que propriedades com 4.164 hectares ou tamanho superior apresentaram deseconomias de escala dentro da amplitude da amostra.

⁵ Consideraram-se oito faixas de produção e calculou-se a média das produções das propriedades amostradas dentro de cada faixa.

Tabela 42 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja no Brasil

	Nível de produção (em toneladas de soja em grão)							
	217	946	2423	5016	8745	12180	15006	34235
IES	0,493	0,312	0,196	0,106	0,038	-0,003	-0,029	-0,130
Área (hectares)	74	323	828	1715	2990	4164	5130	11704

Fonte: Dados da pesquisa.

Na região Sul, verifica-se que 91,0 % das propriedades pesquisadas possuem até 500 hectares com possibilidades, portanto, de aproveitamento das economias de escala disponíveis (Tabela 15). Na região Centro-Oeste, 39,5% das propriedades produtoras de soja pesquisadas têm de 11 ha a 500 hectares, 22,9% de 501 ha a 1.000 hectares e 23,0% de 1.001 ha a 4.000 hectares (Tabela 16). No total da amostra da região 85,4% dos produtores pesquisados têm até 4.000 hectares de produção de soja. Isso significa que 14,6% dos produtores pesquisados da região trabalham na faixa de deseconomias de escala. No estado do Mato Grosso do Sul, 77,2% das propriedades produtoras pesquisadas possuem áreas de soja entre 100 hectares e 1.000 hectares e 22,8% entre 1.001 hectares e 3.000 hectares. No sudoeste goiano 86,9% das propriedades amostradas possuem áreas de soja entre 10 hectares e 1.000 hectares, 8,6% possuem áreas de 1.001 ha a 3.000 hectares e 4,5% áreas acima de 4.000 hectares. Isso indica que tanto o estado do Mato Grosso do Sul como o de Goiás apresentam possibilidades de aproveitamento das economias de escala disponíveis.

No Mato Grosso, 41,4% das propriedades pesquisadas possuem áreas produtoras de soja entre 500 hectares e 2.000 hectares e 6,9 % estão na faixa de 2.001 hectares a 3.000 hectares, indicando também a possibilidade de aproveitamento de economias de escala. Aproximadamente 6,9% dos produtores da amostra têm áreas entre 3.001 e 4.000 hectares, faixa de esgotamento das economias de escalas. Destaca-se nesse estado que 44,8 % das propriedades pesquisadas possuem áreas produtoras de soja com mais de 4.000 hectares, trabalhando, portanto, na faixa de deseconomias de escala.

Utilizando-se os parâmetros do modelo estimado construíram-se as curvas de custo médio da amostra (Figura 5) para as produções de soja não-transgênica e transgênica. As curvas de custo médio foram obtidas avaliando-se sua função para uma gama de produções, mantendo-

se os preços dos fatores fixos na média da amostra. Observa-se que as curvas de custo médio correspondentes ao modelo translog apresentam a forma clássica de U, com os custos decrescendo com o nível de produção até um ponto de mínimo custo, quando então os custos médios passam a ser crescentes. A escala ótima de produção ocorre quando se obtêm retornos constantes à escala, ou seja, quando o produtor está operando no ponto de custo mínimo da curva de custo médio. Além desse ponto, têm-se deseconomias de escala e o produtor passa a operar no segmento crescente da curva de custo médio (CHRISTENSEN; GREENE, 1976; GARCIA, 2004).

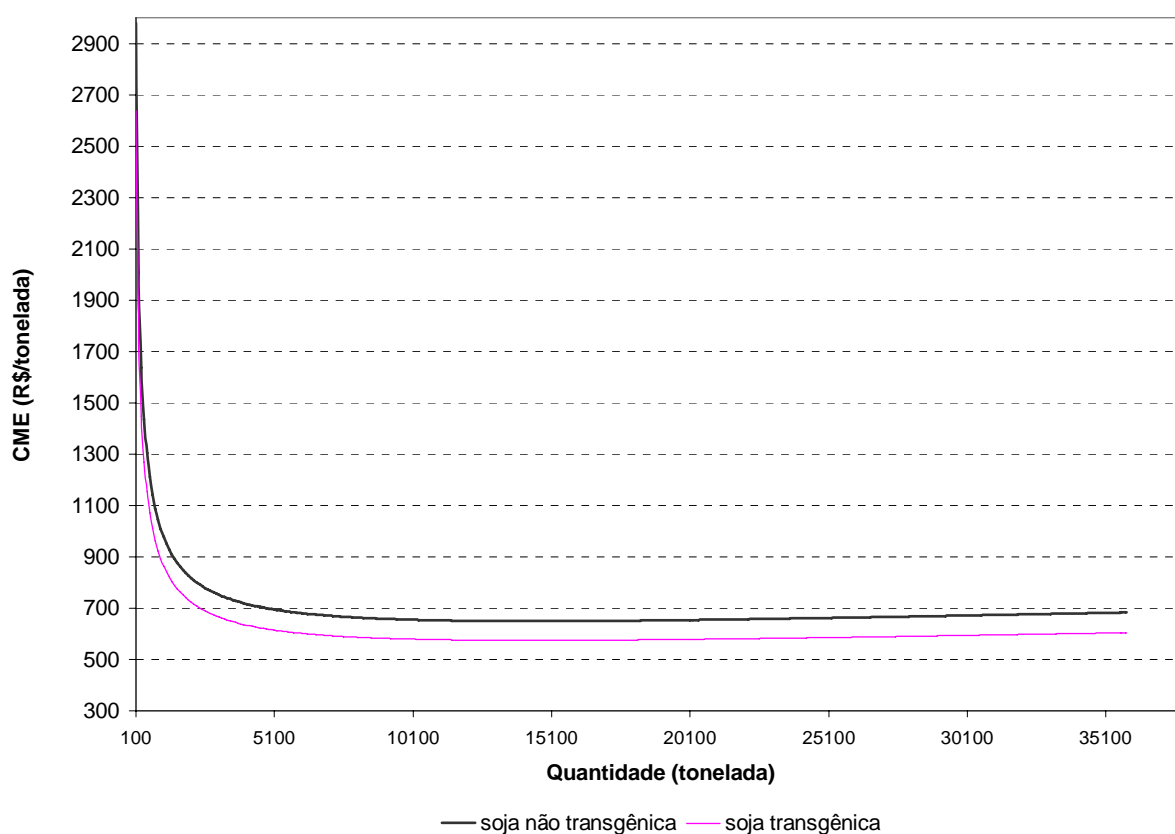


Figura 5 - Curva de custo médio para a produção de soja não-transgênica e transgênica, no Brasil, construída pelo modelo Translog

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que o ponto de mínimo custo corresponde a uma produção de aproximadamente 11.880 toneladas de soja em grão. Considerando-se uma produtividade média de 2.925 kg/hectare, tem-se a escala ótima de produção em propriedades que possuem 4.062

hectares de produção de soja transgênica ou não-transgênica. O índice de economia de escala não se alterou com o uso da tecnologia da soja transgênica, porém, sua curva de custo médio encontra-se abaixo da curva de custo médio da soja não-transgênica, indicando menores custos médios para o mesmo nível de produção.

Sabe-se que a tecnologia transgênica permite uma redução na utilização de herbicidas, e conseqüentemente menor consumo de combustível e de mão-de-obra pela diminuição no número de pulverizações. No entanto, o custo de produção da soja transgênica nesse estudo está subestimado, uma vez que não se computou o custo da tecnologia transgênica. Na safra 2004/2005, grande parte dos produtores entrevistados usou semente transgênica produzida na própria propriedade, portanto, não foram pagos *royalties* no ato da compra das sementes à empresa detentora da patente. Outro ponto a ser destacado é que a maior parte dos dados de soja transgênica foi obtida no Rio Grande do Sul e os produtores gaúchos usam menos defensivos comparativamente aos produtores dos demais estados amostrados, devido provavelmente às condições climáticas menos favoráveis à incidência de pragas como lagartas e percevejos, e doenças como a ferrugem asiática. E essa menor parcela do custo referente ao menor uso de defensivos não está diretamente relacionada ao fato de a soja ser transgênica ou não.

5.3.2.1 IES calculado com base na média de preços de cada região

Um método alternativo para calcular a presença de economias de escala é a determinação do IES considerando-se a média de preços obtidos dos insumos químicos, capital, mão-de-obra e outras variáveis para cada estado amostrado. Para esta análise, dividiu-se a amostra dos produtores de acordo com o nível e a amplitude de produção da amostra de cada estado. No Rio Grande do Sul, o tamanho das propriedades amostradas variou de 6 hectares a 851 hectares, que corresponde a uma produção total de 18 toneladas a 2.553 toneladas aproximadamente. Os níveis de estratificação para esse estado foram: 1) 200 toneladas de soja em grão; 2) 400 toneladas; 3) 800 toneladas; 4) 1.600 toneladas; 5) 3.200 toneladas; 6) 6.400 toneladas; 7) 7.000 toneladas e 8) 8.000 toneladas (Tabela 43).

Tabela 43 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja no estado do Rio Grande do Sul

	Nível de produção (em toneladas de soja em grão)							
	200	400	800	1600	3200	6400	7000	8000
IES	0,430	0,344	0,259	0,173	0,088	0,003	-0,008	-0,025
Área (hectares)	68	137	274	547	1094	2188	2393	2735

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 44 apresentam-se os resultados dos IES para a média dos grupos e os tamanhos das áreas produtoras de soja para o Paraná. Nesse estado, o tamanho das propriedades amostradas oscilou de 11 hectares (32 toneladas de soja em grão) a 1.900 hectares (5.512 toneladas). Os níveis de estratificação determinados foram: 1) 400 toneladas de soja em grão; 2) 800 toneladas; 3) 1.600 toneladas; 4) 3.200 toneladas; 5) 6.400 toneladas; 6) 7.000 toneladas; 7) 8.000 toneladas e 8) 10.000 toneladas.

Tabela 44 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado do Paraná

	Nível de produção (em toneladas de soja em grão)							
	400	800	1600	3200	6400	7000	8000	10000
IES	0,358	0,273	0,188	0,103	0,017	0,006	-0,010	-0,037
Área (hectares)	137	274	547	1094	2188	2393	2735	3419

Fonte: Dados da pesquisa.

Os índices de economia de escala para os estados do Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso estão apresentados nas Tabelas 45, 46 e 47, respectivamente. Nas propriedades amostradas no Mato Grosso do Sul as produções variaram de 293 toneladas a 6.150 toneladas, em Goiás de 114 toneladas a 15.510 toneladas, e no Mato Grosso de 1.780 toneladas a 82.500 toneladas. Com o intuito de se identificar a faixa de produção a partir da qual ocorrem deseconomias de escala consideraram-se produções acima de 6.000 toneladas para o estado do Mato Grosso do Sul.

Tabela 45 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado do Mato Grosso do Sul

	Nível de produção (em toneladas de soja em grão)							
	200	400	800	1600	3200	6400	8600	12000
IES	0,486	0,401	0,316	0,230	0,145	0,060	0,023	-0,017
Área (hectares)	68	137	274	547	1094	2188	2940	4103

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 46 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado do Mato Grosso

	Nível de produção (em toneladas de soja em grão)							
	1000	5000	10000	15000	20000	25000	30000	60000
IES	0,384	0,186	0,101	0,051	0,015	-0,011	-0,034	-0,120
Área (hectares)	342	1709	3419	5128	6838	8547	10256	20513

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 47 - Índice de Economias de Escala - IES para diferentes níveis de produção de soja, no estado de Goiás

	Nível de produção (em toneladas de soja em grão)							
	400	800	1600	3200	6400	8200	12000	15000
IES	0,400	0,315	0,230	0,144	0,059	0,029	-0,018	-0,045
Área (hectares)	137	274	547	1094	2188	2803	4013	5128

Fonte: Dados da pesquisa.

Esse tipo de análise mostra que os tamanhos ótimos das propriedades produtoras de soja variam de acordo com os preços dos insumos obtidos em cada região. Cabe ressaltar que existe uma influência do tamanho da área produtora de soja sobre os preços dos insumos adquiridos pelos produtores, em função dos volumes negociados. Propriedades maiores, como as do estado do Mato Grosso, tendem a obter preços menores dos principais insumos agrícolas e isso se reflete no IES calculado. De acordo com o modelo estimado, os pontos de mínimo custo

da produção de soja para os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás correspondem às produções de 6.600 toneladas, 7.400 toneladas, 11.500 toneladas, 23.100 toneladas e 10.400 toneladas de soja, respectivamente. Considerando-se uma produtividade média de 2.925 kg/hectare tem-se a escala ótima de produção em propriedades com aproximadamente 2.256 hectares, 2.530 hectares, 3.931 hectares, 7.897 hectares e 3.555 hectares para os estados do RS, PR, MS, MT e GO, respectivamente.

Segundo os dados da Tabela 43, no Rio Grande do Sul, propriedades com produções acima de 7.000 toneladas ou 2.400 hectares apresentam deseconomias de escala. No entanto, verifica-se que 100% das áreas amostradas nesse estado possuem até 1.000 hectares, ou seja, estão dentro da faixa de aproveitamento das economias de escala (Tabela 15). No Paraná, propriedades com 8.000 toneladas - áreas com aproximadamente 2.700 hectares - começam a operar na parte ascendente da curva de custo médio unitário (Tabela 44). Na pesquisa realizada, 97,7% das propriedades paranaenses amostradas possuíam até 1.000 hectares e 2,3% entre 1.001 e 2.000 hectares (Tabela 15); portanto, dentro da faixa de tamanho que permite o aproveitamento das economias de escala.

O aumento no tamanho das propriedades na região Sul através da aquisição de novas áreas provavelmente não ocorreu e não está ocorrendo devido às restrições do elevado preço da terra e à ausência de linhas de financiamento para sua aquisição. No entanto, muitos produtores de soja paranaenses e gaúchos, além de plantarem nas suas próprias propriedades, arrendam terras de terceiros (Tabela 18), aumentando os benefícios das economias de escala.

A estrutura fundiária no Rio Grande do Sul modificou-se muito pouco: em 1975, 96,3% das propriedades gaúchas produtoras de soja possuíam até 99,9 hectares; em 1995, esse percentual foi de 94,5% (Anexo A). No início da década de 80, proprietários rurais da região Sul venderam suas pequenas propriedades e iniciaram um movimento migratório para a região Centro-Oeste, visando à aquisição de maiores áreas para o plantio da soja. Em 20 anos - de 1975 a 1995 - houve uma redução de 47,1% no número de propriedades produtoras de soja no Rio Grande do Sul (Anexo A). A divisão das terras por sucessão familiar, reduzindo o tamanho das propriedades, pode ter contribuído para esse movimento, assim como as políticas agrícolas atrativas para abertura da região Centro-Oeste do país.

A diversificação das atividades nas propriedades - embora a produção de soja ainda seja a principal fonte de renda da maior parte das áreas amostradas (Tabela 28) -, o maior preço

pago por tonelada de soja em grão devido à proximidade dos portos e a adoção da tecnologia de soja transgênica nas propriedades gaúchas visando à redução do custo médio de produção são fatores que podem ter contribuído para a permanência na atividade dos pequenos produtores de soja na região Sul. Além disso, o papel de financiadora do custeio agrícola assumido pelas cooperativas facilita a aquisição de crédito por parte dos pequenos produtores.

Analisando-se a estrutura de capital dos pequenos produtores do Paraná e do Rio Grande do Sul observou-se que a maior parte das máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo da soja possui mais de 20 anos, portanto, menos eficientes e obsoletos tecnologicamente. Isso é um indicativo da descapitalização que está ocorrendo e que a sojicultura em pequenas propriedades pode se inviabilizar a longo prazo. Agentes permanecem na atividade se há remuneração dos fatores de produção; porém, se a receita cobrir apenas os custos variáveis de produção, a longo prazo a manutenção da atividade será insustentável.

No Mato Grosso, as áreas médias de 5.000 hectares com produções de 15.000 toneladas ainda apresentam economias de escala (Tabela 46). Deseconomias de escala começam a ocorrer em áreas acima de aproximadamente 7.900 hectares. Na pesquisa realizada, 65,5% das propriedades amostradas possuíam até 6.000 hectares, 17,2% entre 6.001 ha e 10.000 hectares e 17,2% acima de 10.000 hectares.

No Mato Grosso do Sul, propriedades com produções de até 11.500 toneladas - 3.931 hectares - estão operando na parte decrescente da curva de custo médio unitário (Tabela 45). Pelos dados da Tabela 16 observa-se que 100% das propriedades amostradas possuem até 3.000 hectares, portanto, estão dentro da faixa de possibilidades de aproveitamento das economias de escala.

No sudoeste goiano deseconomias de escala começam a ocorrer em áreas acima de 3.555 hectares. Na amostra da pesquisa, 95,7% das propriedades possuíam até 3.000 hectares (Tabela 16), ou seja, dentro da faixa de possibilidades de aproveitamento de economias de escala e apenas 4,3% entre 4.001 e 6.000 hectares.

Sabe-se que maiores produções até o limite de economias de escala permitem o uso mais adequado da terra, de mão-de-obra especializada, de máquinas, de equipamentos e de benfeitorias de maior porte. A produção em escala também permite a aquisição de insumos e a venda de produtos em condições mais vantajosas (BARROS, 2006).

Na região Centro-Oeste, principalmente no estado do Mato Grosso, as propriedades produtores de soja possuem áreas bem maiores comparativamente às da região Sul. Ganhos de escala foram alcançados com fazendas maiores, viabilizadas pela queda do preço real da terra nos últimos anos e pela possibilidade de expansão da fronteira agrícola. Para contornar desvantagens como a necessidade de utilização de maiores dosagens de corretivos e fertilizantes no solo, maior incidência de pragas e doenças favorecidas pelo clima da região e preços mais baixos de venda da soja - o preço médio de venda da soja mato-grossense é o mais baixo dos estados amostrados, cerca de R\$ 27,73 por saco de 60 kg de grão de soja, em março de 2005 (Tabela 48), os produtores se organizaram em grupos para a aquisição dos principais insumos químicos utilizados no processo produtivo. Essa estratégia visou aumentar o poder de barganha nas negociações e conseqüentemente a aquisição de insumos a preços mais competitivos.

Tabela 48 - Média de produtividade de soja dos cinco maiores estados produtores na safra 2004/2005, em sacos de 60 kg de soja/ha e em kg/ha, área média plantada com soja (ha) das propriedades amostradas e preço médio de venda da soja (R\$/ saco de 60 kg - Março 2005)

Estados	Média de Produtividade		Área média plantada com soja ha	Preço de venda R\$/sc 60 kg
	sacos/ha	kg/ha		
Paraná	51	3071	207	32,13
Rio Grande do Sul	45	2695	162	31,37
Mato Grosso do Sul	49	2919	646	29,45
Mato Grosso	54	3251	5557	27,73
Goiás	51	3047	720	29,68

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Para o estado do Rio Grande do Sul considerou-se a média de produtividade da cultura dos últimos três anos.

Pela Tabela 49 constata-se que os produtores do Mato Grosso obtiveram os menores preços de herbicidas, fertilizantes, inseticidas e fungicidas utilizados na cultura da soja. Em média, adquiriram inseticidas a preços 56% inferiores aos dos produtores gaúchos, e fungicidas a preços aproximadamente 42% mais baixos que os obtidos pelos produtores paranaenses.

Tabela 49 – Preços médios de aquisição pelos produtores amostrados de herbicidas: dessecantes, pré e pós-emergentes (R\$/litro), fertilizantes: cloreto de potássio (KCL) e formulações (R\$/tonelada), inseticidas (R\$/litro) e fungicidas (R\$/litro) utilizados na cultura da soja, na safra 2004/2005

	Herbicida			Total
	Dessecante	Pré-emergente	Pós-Emergente	
	R\$/litro			
Paraná	15,3	71,0	43,8	33,01
Rio Grande do Sul	18,5	-	37,0	27,44
Mato Grosso do Sul	13,5	71,8	16,8	17,52
Mato Grosso	11,7	271,0	18,4	16,64
Goiás	16,5	54,8	67,4	34,58

Estados	Fertilizante		Inseticida	Fungicida
	KCL	Formulação	R\$/litro	R\$/litro
	R\$/tonelada			
Paraná	854,8	871,8	43,86	165,32
Rio Grande do Sul	846,8	832,1	53,16	155,22
Mato Grosso do Sul	990,0	918,3	28,92	110,94
Mato Grosso	780,3	674,1	23,26	95,02
Goiás	823,6	833,5	33,01	141,77

Fonte: Dados da pesquisa.

Adicionalmente, pode-se constatar a presença de um sistema gerencial mais profissional no controle dos custos de produção nas propriedades da região Centro-Oeste. As máquinas e implementos agrícolas utilizados no processo de produção são de última geração. No manejo produtivo, em virtude das grandes extensões das áreas, as pulverizações com defensivos são realizadas através de aviões agrícolas e pulverizadores automotriz. O aproveitamento das economias de escala resultou em maiores produções a menores custos.

No entanto, nesse estado, mais de 30% dos produtores estão trabalhando na faixa de deseconomias de escala, ou seja, na parte ascendente da curva de custo médio unitário. Para essas propriedades o desmembramento da área em módulos ou talhões menores é uma solução para aumentar a eficiência operacional, administrativa e econômica da atividade.

Independente do tamanho de suas áreas, produtores de soja estão expostos a riscos de quebra de produção e a riscos de oscilações de preços de venda do produto, e não podem contar com uma política de preços mínimos por parte do governo brasileiro. Dadas às proporções dos investimentos dos sojicultores mato-grossenses e o baixo nível de diversificação das suas

propriedades pode-se constatar que os riscos das suas propriedades rurais tomam dimensões maiores comparativamente aos demais estados produtores.

Os sojicultores do Mato Grosso do Sul e de Goiás possuem áreas médias maiores que as dos produtores gaúchos e paranaenses, porém, menores que as dos mato-grossenses. Na pesquisa realizada a maior parte dos entrevistados nesses dois estados possuem tamanhos de área que permitem explorar as economias de escala da atividade, e a área não é considerada um fator limitante para a expansão das propriedades como na região Sul. No Centro-Oeste ainda há possibilidades de a produção crescer com a expansão das fronteiras agrícolas. No entanto, sabe-se que existem entraves a serem solucionados em virtude das discussões sobre os impactos ambientais e sociais sobre o avanço da monocultura da soja nas regiões de cerrado e da mata amazônica.

Durante a pesquisa pôde-se constatar que vários sojicultores do Mato Grosso do Sul se uniram às associações dos produtores do Mato Grosso para aquisição de insumos a preços mais competitivos. Já em Goiás, a maior parte dos produtores adquiriu seus insumos junto às cooperativas, pagando preços superiores. Esse tipo de estratégia favorece a competitividade dos produtores do Mato Grosso do Sul frente aos goianos.

Em Goiás, há uma maior diversificação nas propriedades produtoras de soja. Os proprietários rurais investiram em atividades como a avicultura, a suinocultura e a bovinocultura de leite para obterem alternativas de renda e para otimizar os recursos disponíveis. A diversificação é importante no processo de gerenciamento dos riscos da renda da propriedade rural e beneficia os produtores, garantindo rendimentos financeiros provenientes de outros negócios agropecuários em diversas épocas do ano.

Dada a discussão acima, pode-se constatar que os resultados empíricos obtidos nesse trabalho sugerem que as economias de escala estejam determinando uma nova configuração para o setor de produção de soja no Brasil. Áreas produtoras em Goiás e no Mato Grosso do Sul estão trabalhando dentro da faixa de economias de escala com possibilidades de ampliação das áreas para melhor aproveitamento dessas economias. No Mato Grosso, propriedades com produções maiores que o tamanho ótimo estimado estariam operando com deseconomias, o que poderia forçar os produtores a redimensionarem o tamanho de suas áreas.

Nos estados da região Sul o tamanho médio das propriedades está bem abaixo do tamanho ótimo. O elevado preço da terra e a limitação de crédito para aquisição de novas áreas

impedem o aproveitamento das economias de escala disponíveis. No entanto, algumas características da pequena produção podem minimizar a importância dessas economias e serem determinantes para a manutenção da produção em pequena escala, no curto prazo.

6 CONCLUSÕES

Este estudo teve como principais objetivos a caracterização dos sistemas de produção de soja nas duas principais regiões produtoras de soja do país: Sul e Centro-Oeste, no que diz respeito aos seus aspectos sócio-econômicos; à identificação da estrutura de demanda de fatores de produção e das possibilidades de substituição desses recursos no processo produtivo da atividade, e à verificação da ocorrência, ou não, de economias de escala no setor através da estimação da função custo.

Em relação aos aspectos sócio-econômicos, várias diferenças entre as duas regiões produtoras de soja analisadas puderam ser constatadas. Na região Sul, comparativamente à região Centro-Oeste, o tamanho médio das propriedades, assim como a área plantada com soja, é menor; há uma maior diversificação das atividades agropecuárias por parte dos produtores entrevistados; a presença da mão-de-obra familiar é mais marcante; há um menor número de produtores rurais que exercem atividades geradoras de renda fora da propriedade; o tempo de existência da atividade de produção de soja nas propriedades amostradas é maior; a idade dos tomadores de decisão é superior e a maior parte dos entrevistados mora nas próprias propriedades. Adicionalmente, as cooperativas são os principais órgãos financiadores do custeio da produção de soja e os agentes de comercialização do produto. No Rio Grande do Sul há o predomínio do uso de soja transgênica. No Paraná e nos estados do Centro-Oeste amostrados a soja não-transgênica é a mais plantada.

Quanto às possibilidades de substituição dos recursos no processo produtivo da atividade, as estimativas das elasticidades-preço diretas indicaram que os fatores considerados possuem demanda inelástica, com exceção de outros custos. A demanda por terra foi a mais sensível às variações no preço. As elasticidades-preço cruzadas mostraram que há complementaridade entre os fatores mão-de-obra e capital. A relação de substituição predominou entre os demais fatores produtivos. Quanto ao fator terra, como os seus valores de elasticidades-preço cruzadas apresentaram-se não significativos estatisticamente, sua análise ficou limitada.

As elasticidades de substituição parcial de Allen indicaram substituição entre a maior parte dos fatores de produção. Houve uma forte relação de complementaridade entre os fatores capital e mão-de-obra, e de substituição entre os fatores químicos e mão-de-obra. Na

classificação de Morishima, capital e mão-de-obra são considerados complementares quando o preço de capital varia, e substitutos quando varia o preço do fator mão-de-obra.

As estimativas de economias de escala para o modelo de custos translog apontaram para uma escala ótima de produção de aproximadamente 11.880 toneladas de soja em grão, que pode ser obtida em propriedades com 4.000 hectares de produção de soja. Pelo método alternativo utilizado para calcular a presença de economias de escala a partir da média dos preços obtidos dos principais insumos, os pontos de mínimo custo da produção de soja diferiram entre para os cinco maiores estados produtores brasileiros.

Os resultados empíricos obtidos neste trabalho sugerem que as economias de escala estejam determinando uma nova configuração para o setor de produção de soja no Brasil. No Mato Grosso, propriedades com produções maiores que o tamanho ótimo (23.100 toneladas; 7.897 hectares) estão operando com deseconomias, o que pode forçar os produtores a redimensionarem o tamanho de suas áreas através do desmembramento em módulos menores, visando aumentar a eficiência operacional e econômica da atividade.

A maior parte dos sojicultores de Goiás e do Mato Grosso do Sul estão trabalhando dentro da faixa de economias de escala com possibilidades de ampliação das áreas para melhor aproveitamento dessas economias. Nesses estados, os valores de arrendamento e de aquisição de terra são menores que os praticados na região Sul do país. As escalas ótimas de produção em Goiás e no Mato Grosso do Sul são 3.555 hectares (10.400 toneladas) e 3.931 hectares (11.500 toneladas), respectivamente.

Nos estados da região Sul o tamanho médio das propriedades está bem abaixo do tamanho ótimo: 2.256 hectares para o Rio Grande do Sul e 2.530 hectares para o Paraná. O elevado preço da terra, dos arrendamentos, e a limitação de crédito para aquisição de novas áreas impedem o aproveitamento das economias de escala disponíveis. No entanto, alguns fatores como o maior preço pago por tonelada de soja devido à proximidade dos portos e à diversificação das atividades nas propriedades podem estar contribuindo para minimizar a importância dessas economias e ser determinantes para a manutenção da produção em pequena escala nessa região, no curto prazo.

A competitividade das propriedades do Centro-Oeste deve-se ao fato de as maiores produções até o limite de economias de escala permitirem o uso mais adequado da terra, da mão-de-obra especializada, das máquinas e equipamentos e benfeitorias de maior porte. A produção

em escala também permite aquisição de insumos e a venda de produtos em condições mais vantajosas.

No entanto, cabe destacar que neste estudo não foram abordados aspectos que estão diminuindo a competitividade não só dessa região, mas do país como um todo. É o chamado “Custo Brasil”. Os custos de transporte e de escoamento das safras até os portos constituem um componente relevante dos preços finais da soja produzida no Centro-Oeste, tendo em vista a dispersão espacial e as longas distâncias envolvidas na comercialização. Deficiências na infraestrutura logística e de armazenagem diminuem as vantagens adquiridas no segmento de produção agrícola dessa região.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. D. **Mathematical analysis for economists**. London: Macmillan, 1938. 598 p.

ALBUQUERQUE, M. C. C. de. 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.

ALVES, E. **A função custo**. Piracicaba: ESALQ, DESR, 1995. 99 p. (Série didática, 102).

BAIRAM, E. I. (Ed.). **Production and cost functions: specification, measurement and applications**. Vermont: Ashgate Publ., 1998. 132 p.

BAIRAM, E. I.; KALYA, E. Production versus cost functions: unreliability of the duality theorem in accounting and economics. In: BAIRAM, E. I. (Ed.). **Production and cost functions: specification, measurement and applications**. Vermont: Ashgate Publ., 1998. p. 42-53.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307 p.

BARBOSA, F. H. **Microeconomia: teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1985. 556 p.

BARROS, G. S. de C. Perspectivas para o agronegócio brasileiro. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 19 mar. 2006. Novo Mapa do Brasil, p. 25.

BEATTIE, B. R.; TAYLOR, C. R. **The economics of production**. New York: John Wiley, 1985. 258 p.

BERNDT, E. R.; WOOD, D. O. Technology, prices and the derived demand for energy. **The Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 57, n. 3, p. 259-268, 1975.

BERNDT, E. R.; CHRISTENSEN, L. R. The internal structure of functional relationships: separability, substitution, and aggregation. **Review of Economic Studies**, Bristol, v. 57, n. 3, p. 403-410, 1975.

BINSWANGER, H. P. A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 56, n. 1, p. 377–386, May 1974.

BLACKORBY, C.; RUSSEL, R. R. The Morishima elasticity of substitution, symmetry, constancy, separability and its relationship to the Hicks and Allen elasticities. **Review of Economic Studies**, Bristol, v. 48, p. 147-158, 1981.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. **Alice Web**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/alice.asp>>. Acesso em: 12 jul. 2005.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 266 p.

CAIXETA FILHO, J. V.; SILVA, N. D. V.; GAMEIRO, A. H.; LOPES, S. R. L.; GALVANI, P. R. C.; MARTIGNON, L. M.; MARQUES, R. W. C. **Competitividade no agribusiness: a questão do transporte em um contexto logístico**. Piracicaba: USP, ESALQ, DESR/FEALQ, 1998. 257 p.

CHAMBERS, R. G. **Applied production analysis: a dual approach**. New York: Cambridge University Press, 1988. 331 p.

CHRISTENSEN, L. R.; GREENE, W. H. Economies of scale in U.S. electric power generation. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 84, n. 4, p. 655-676, 1976.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSON, D. W.; LAU, L. J. Conjugate duality and the transcendental logarithmic production function. **Econometrica**, Chicago, v. 39, n. 4, p. 255-256, July 1971.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Indicadores agropecuários**. Disponível em: <<http://www.conab.com.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2005.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **PIB do agronegócio**. Disponível em: <<http://www.cepea.usp.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2005.

DIAS, R. S. **Elasticidade de substituição e de demanda de fatores na agricultura brasileira**. 1982. 58 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja na região central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 199 p.

FAO. **Statistical databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 10 fev. 2006.

FERREIRA, A. A. **Características dos sistemas de produção, eficiência econômica e economias de escala na produção de frangos de corte no estado de Minas Gerais**. 1998. 140 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIGUEIREDO, M. G. de. **Agricultura e estrutura produtiva do estado do Mato Grosso: uma análise insumo-produto**. 2003. 187 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GADANHA, D. C.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: IPT, 1991. 468 p.

GARCIA, L. A. F. **Economias de escala na produção de frangos de cortes no Brasil**. 2004. 114 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

GOMES, M. F. M.; ROSADO, P. L. Mudança na produtividade dos fatores de produção da cafeicultura nas principais regiões produtoras do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 633-655, out/dez. 2005.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2000. 1004 p.

HENDERSON, J. M.; QUANDT, R. E. **Teoria microeconômica: uma abordagem matemática**. São Paulo: Pioneira, 1992. 417 p.

HILL, C.; GRIFFITHS, W.; JUDGE, G. **Econometria**. Trad. de A. A. de Farias. São Paulo: Saraiva, 2000. 408 p.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. de C.; SERRANO, O. **Administração da empresa agrícola**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1987. 325 p.

HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1998. 430 p.

HUNT, L. C.; LYNK, E. L. The interpretation of coefficients in multiplicative logarithmic functions. **Applied Economics**, London, v. 25, n. 6, p. 735-738, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 1975**. Rio de Janeiro, 1979. (Censos econômicos 1975, v. 1, t. 18, 20-23).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 1980**. Rio de Janeiro, 1984. (Censos econômicos 1980, v. 2, t. 22-26).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 1985**. Rio de Janeiro, 1991. (Censos econômicos 1985, t. 22-25, 27).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 1995/96**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 set 2005a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa pecuária municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 set. 2005b.

LERDA, J. C. Resultados básicos na teoria da dualidade: vantagens e alguns usos em microeconomia. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.101-133, 1979.

LERNER, A. P. The question of symmetry. **Review of Economic Studies**, Bristol, v. 1, n. 4, p. 147-148, 1934.

LIMA, J. E. de. Definições de elasticidades de substituição: revisão e aplicação. **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 9-44, 2000.

MELLO, N. T. C. Estimativa de custo operacional e coeficientes técnicos das principais explorações agropecuárias no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 8, n. 7, p. 1-97, 1978.

MELLO, N. T. C. Custo de produção: estimativas e coeficientes técnicos das principais explorações agropecuárias do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 15, n. 7, p. 19-116, 1985.

MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. 2004. 100 p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MOURA, J. G.; CÂMARA, S. F.; LIMA, R. C. Eficiência alocativa e crescimento econômico: o papel do setor agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., Foz do Iguaçu, 1999. **Anais...** Brasília: SOBER, 1999. 1 CD-ROM.

NERLOVE, M. Returns to scale in electricity supply. In: CHRIST, C. F. (Ed.). **Measurement in economics studies in mathematical and econometrics in Memory of Yehuda Grunfeld**. Stanford: Stanford University Press, 1963. 319 p.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

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, 1998.

PAUL, C. J. M.; SIEGEL, D. S. Scale economies and industry agglomeration externalities: a dynamic cost function approach. **American Economic Review**, New York, v. 89, n. 1, p. 272-290, 1999.

PAULA, N. M. de; RIZZI, A. T. **Reestruturação da indústria agroalimentar: o caso do complexo soja**. Curitiba: UFPR, CMDE, 1997. 54 p. (Texto, 15/1997).

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994. 968 p.

PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F.; GOSTKORZEWICZ, J. O desempenho macroeconômico do Brasil nos anos 90. In: GIAMBIAGI, F.; MOREIRA, M. M. (Org.). **A economia nos anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999. cap. 1, p. 13-41.

RAY, S. C. A translog cost function analysis of U.S agriculture, 1939-77. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 64, n. 1-3, p. 490-498, 1982.

REIS, R. P.; TEIXEIRA, E. C. Estrutura de demanda e substituição de fatores produtivos na pecuária leiteira: o modelo de custo translog. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p. 545-554, 1995.

RIZZI, A. T. **Mudanças tecnológicas e reestruturação da indústria agroalimentar: o caso da indústria de frangos no Brasil**. 1993. 194 p. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

ROCHELLE, T. C. P.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Função de custo translog e o mercado de fatores para o algodão no estado de São Paulo: o caso da DIRA de Campinas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 77-95, 1999.

SABOYA, L. V. **A dinâmica locacional da avicultura e suinocultura no Centro-Oeste brasileiro**. 2001. 146 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANTOS, A. B. **Evolução diferenciada entre os estados brasileiros do cultivo e do processamento industrial da soja: período de 1970 a 1999**. 2000. 98 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SCHUMACHER, S. K.; MARSH, T. L. Economies of scale in the greenhouse floriculture industry. In: ANNUAL MEETING OF THE WESTERN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION, 2002. 31 p. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://agecon.lib.umn.edu/about.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2003.

SILBERBERG, E. **The structure of economics: a mathematical analysis**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1990. 686 p.

SILVA, S. S. S. **Logística aplicada à colheita mecanizada de cereais**. 2004. 148 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SILVA, T. L. Economia de escala e eficiência nos bancos brasileiros após o plano real. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 24., 2002, Nova Friburgo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sbe.org.br/ebe24/067>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

SJOQUIST, D. L.; WALKER, M. B. Economies of scale in property tax assessment. **National Tax Journal**, Columbus, v. 52, n. 2, p. 207-220, June 1999.

TALAMINI, T. J. D.; SANTOS FILHO, J. I. dos; CANEVER, M. D. O complexo grãos carne e sua dinâmica recente no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998. v. 1, p. 225-237.

TAVARES, C. E. C. **Fatores críticos à competitividade da soja no Paraná e no Mato Grosso**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/CompetitividadeSoja.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2005.

TSENG, K. C. Bank scale and scope economies in California. **American Business Review**, New York, v. 17, n. 1, p. 79-85, Jan. 1999.

TUPY, O. **Fronteiras estocásticas, dualidade neoclássica e eficiência econômica na produção de frangos de corte**. 1996. 91 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

UZAWA, H. Production functions with constant elasticities of substitution. **Review of Economics Studies**, Clevedon, v. 29, n. 81, p. 291-299, 1962.

VARIAN, H. R. **Microeconomic analysis**. 2. ed. New York: Norton, 1984. 348 p.

ZAGATTO, L. C. A. G. **Estrutura produtiva de pequenos agricultores e implicações para a geração e adoção de tecnologia**. 1991. 122 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

ZELLNER, A. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 8, n. 57, p. 348–368, June 1962.

WILLIAMSON, O. **The economic institutions of capitalism**. New York: The Free Press, 1985. 450 p.

ANEXOS

ANEXO A – Número de informantes dos estabelecimentos agropecuários produtores de soja dos cinco principais estados produtores, de 1975 a 1995

Censo Agropecuário 1975

Estados	Menos de 10 ha	10 a 99,9 ha	100 a 999 ha	1000 a 9.999 ha	10.000 ha e mais	NI	Total
Mato Grosso	-	-	-	-	-	-	-
Goiás	1	110	447	83	1	0	642
Mato Grosso do Sul	3143	3428	534	110	6	0	7221
Rio Grande do Sul	81871	177586	9156	721	3	3	269340
Paraná	63157	77616	5306	270	2	0	146351
Total dos 5 estados	148172	258740	15443	1184	12	3	423554

Censo Agropecuário 1980

Estados	Menos de 10 ha	10 a 99,9 ha	100 a 999 ha	1000 a 9.999 ha	10.000 ha e mais	NI	Total
Mato Grosso	16	11	139	93	11	0	270
Goiás	23	332	982	197	6	1	1541
Mato Grosso do Sul	1681	3041	1399	362	24	0	6507
Rio Grande do Sul	75922	163072	10538	811	2	214	250559
Paraná	28894	62299	6433	334	5	0	97965
Total dos 5 estados	106536	228755	19491	1797	48	215	356842

Censo Agropecuário 1985

Estados	Menos de 10 ha	10 a 99,9 ha	100 a 999 ha	1000 a 9.999 ha	10.000 ha e mais	NI	Total
Mato Grosso	70	490	1698	720	62	0	3040
Goiás	109	850	2020	463	18	0	3460
Mato Grosso do Sul	945	3085	2184	467	25	0	6706
Rio Grande do Sul	82392	156040	9892	660	5	114	249103
Paraná	21342	57373	6620	286	3	0	85624
Total dos 5 estados	104858	217838	22414	2596	113	114	347933

Censo Agropecuário 1995/96

Estados	Menos de 10 ha	10 a 99,9 ha	100 a 999 ha	1000 a 9.999 ha	10.000 ha e mais	NI	Total
Mato Grosso	8	158	1401	1111	67		2745
Goiás	23	696	2167	588	8		3482
Mato Grosso do Sul	533	1668	1609	388	19		4217
Rio Grande do Sul	39719	95000	7283	481	1	3	142487
Paraná	14215	47712	7443	364	3	1	69738
Total dos 5 estados	54498	145234	19903	2932	98	4	222669

ANEXO B - Levantamento para caracterização de sistemas de produção de soja SAFRA 2004/2005

Responsável pelo preenchimento _____ No _____

1) IDENTIFICAÇÃO

Data: ___/___/2005.

Entrevistado: _____

Cargo: _____

Proprietário da atividade: _____

Nome da Empresa: _____

Endereço de correspondência _____

Município: _____ Região _____ Estado: _____

Telefone: () _____

e-mail: _____

2) Dados da propriedade: _____ ha ou alq

Área total	
Área plantada com soja	

Área ocupada com:

Pastagens	
Floresta plantada	
Mata nativa	
Lavoura permanente (listar)	
Lavoura temporária (exceto soja)	
Outros (listar)	

3) Área da Propriedade plantada com soja:

ha ou alq

() Própria _____

() Arrendada _____

() Parceria _____

Área Total com soja _____

4) Valor da Terra destinada à produção de soja (R\$/ha ou alq) _____

5) Em caso de terra arrendada, quanto se paga pelo arrendamento (R\$/ha ou alq) _____

6) Outras atividades na propriedade que ocorrem **simultaneamente** com a produção de soja:

() Suinocultura

() Fruticultura

() Avicultura

() Cana de Açúcar

() Bovinocultura de Corte

() Milho

() Bovinocultura de Leite

() Outros (listar): _____

7) Culturas plantadas na entressafra da soja:

() Milho () Adubação Verde (listar): _____

() Trigo () Outros (listar): _____

() Girassol

8) Tempo de existência da atividade de produção de soja na propriedade _____ anos

9) O proprietário mora na propriedade:

Sim Não

10) Forma de gerenciamento da propriedade:

- Gerência do proprietário
 Gerência de outros membros da família
 Gerência contratada
 Outros

11) Escolaridade do gerente:

- Analfabeto 2º Completo
 1º Incompleto Superior incompleto
 1º Completo Superior completo
 2º Incompleto MSc, PhD

12) Idade do gerente ou tomador de decisão:

- 18-23 anos
 24-30 anos
 30-40 anos
 40-60 anos
 Acima de 60 anos

13) O proprietário exerce outras atividades geradoras de renda fora da propriedade:

Sim Não

14) A cultura da soja é a principal fonte de renda na propriedade:

Sim Não

Se a resposta for não, qual a principal fonte de renda da propriedade: _____

15) Tipo de mão-de-obra utilizada na produção de soja:

Familiar Contratada Familiar e Contratada

OBS: Mão de obra Familiar: proprietário, esposa e filhos.

Mão de obra Contratada: funcionários fixos e diaristas.

16) Dados da mão de obra familiar e/ou funcionários fixos na propriedade (OBS: valor do salário sem encargos sociais):

Quantidade	Valor		Descrição	Tempo dedicado (horas/dia)	Nº de meses destinados à soja
		R\$ / mês	Proprietário		
		R\$ / mês	Gerente geral		
		R\$ / mês	Tratorista		
		R\$ / mês	Auxiliar Geral		
		R\$ / mês	Filho (s)		
		R\$ / mês			

17) Os funcionários fixos são registrados:

Sim Não

18) Mão de obra temporária (considerando o valor pago por 8 horas por dia; para um número de horas acima de 8 horas/dia anotar o número de horas/dia ao lado da tabela):

Operação (plantio ou colheita)	Quantidade	Valor (R\$/dia)	Descrição (tratorista ou diarista)	Nº de dias	Nº horas/dia

19) Existe benefícios Não financeiros?

Sim Não

20) Quais benefícios Não financeiros:

	Tipo de Benefício	Quantidade	Valor do benefício por funcionário/mês	Valor Total dos Benefícios/mês
<input type="checkbox"/>	Cesta básica			
<input type="checkbox"/>	Transporte			
<input type="checkbox"/>	Água e Luz			
<input type="checkbox"/>	Leite			
(...)	Moradia			

21) Existe comissão sobre produção para os funcionários:

Sim Não

22) Valor da comissão sobre produção/funcionário (R\$/func.): _____

Número de funcionários que recebem comissão: _____

23) De quem você compra os insumos utilizados na produção de soja?

- Da cooperativa
 Direto do fabricante através da Associação de Produtores
 De empresas particulares (revendas)
 Outros (Listar): _____

24) Período em que foram realizadas as compras dos insumos: _____

25) Tecnologia de produção utilizada:

Soja Não-transgênica Soja transgênica Ambas

26) Área plantada e produção/ha: Safra 2004/2005 Média das safras anteriores

	Área plantada (ha ou alq)	Produtividade (sc/ha ou alq)	Produtividade (sc/ha ou alq)
Soja Não transgênica			
Soja transgênica			

SE A TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO FOR APENAS DE SOJA TRANSGÊNICA IR PARA A QUESTÃO 43:

Perguntas direcionadas para SOJA NÃO-TRANSGÊNICA:

27) Sistema de plantio utilizado:

Plantio Direto Plantio Convencional Ambos

28) Área plantada de acordo com o sistema de plantio:

OBS: em caso de propriedades que tiveram quebras de produção na safra 2004/2005, utilizar a média de produção de soja dos últimos dois anos):

	Área plantada (ha ou alq)	Produtividade (sacos/ha ou alq)	Produção Total (sacos)	Produção Total (ton)
Plantio Direto				
Plantio Convencional				

29) Produção Agrícola e uso de fertilizantes:

	Dosagem (ton ou kg)	Área (ha ou alq)	Preço (R\$/kg ou ton)	Data do Pagamento dia/mês/ano
Calcário				
Yoorin				
Cloreto de potássio				
Formulação				
Formulação				
Formulação				
Adub. Foliar.....				
Adub. Foliar.....				
Adub. Foliar.....				

Valor Frete Calcário: R\$ _____

Valor Frete Fertilizantes: R\$ _____

30) Qual(is) variedade(s) de semente de soja é (são) utilizada(s):

() Superprecoce () Precoce () ciclo médio () Ciclo tardio

31) Quanto custa a semente:

Nome da variedade	Kg semente/ ha ou alq	Área plantada (ha ou alq)	Preço (R\$/kg)	Data do Pagamento dia/mês/ano

Valor Frete Semente: R\$ _____

32) Tratamento de semente:

Tratamento	Dosagem	Preço/litro ou kg	kg semente tratados
Inoculante:			
Inseticida:			
Cobalto-Molibdênio:			
Fungicida:			
Outros (citar)			

33) Qual (is) o(s) herbicida(s) dessecante(s) utilizado(s):

Dessecante	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

34) Qual (is) o(s) herbicida(s) pré-emergente(s) utilizado(s):

Herbicida Pré-Emergente	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

35) Qual (is) o(s) herbicida(s) pós-emergente(s) utilizado(s):

Herbicida Pós-emergente	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

36) Qual (is) o(s) inseticida(s) utilizado(s) em aplicações terrestres e/ou aéreas:

Inseticida	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

37) Qual (is) o(s) fungicida(s) utilizado(s) em aplicações terrestres e/ou aéreas:

Fungicida	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

38) Foram utilizados óleos minerais ou vegetais:

Óleos	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

39) Qual o número total de operações feitas com o pulverizador (dessecante, herbicida pré-e pós-emergente, inseticida e fungicida): _____

OBS: Se o produtor usou inseticida e herbicida numa única operação, considera-se apenas 1 aplicação.

40) Aplicações aéreas:

Número de aplicações: _____ Custo/aplicação: _____

Qual produto foi utilizado em aplicação aérea: _____

41) Qual o nº de horas-máquina necessárias para a realização das atividades abaixo, em 1 ha ou alqueire:

Operações	Nº de horas-máquina/ ha ou alq
Subsolagem	
Aração	
Gradeação (niveladora)	
Distribuição de calcário	
Semeadura	
Pulverização	
Colheita	

42) Qual o preço do óleo diesel : R\$ _____/litro

Qual o preço da gasolina: R\$ _____/litro

Perguntas direcionadas para **SOJA TRANSGÊNICA**:

43) Sistema de plantio utilizado:

() Plantio Direto () Plantio Convencional () Ambos

44) Área plantada de acordo com o sistema de plantio:

OBS:em caso de propriedades que tiveram quebras de produção na safra 2004/2005, utilizar a média de produção de soja dos últimos dois anos):

	Área plantada (ha ou alq)	Produtividade (sacos/ha ou alq)	Produção Total (sacos)	Produção Total (ton)
Plantio Direto				
Plantio Convencional				

45) Produção Agrícola e uso de fertilizantes:

	Dosagem (kg/ha ou alq)	Área (ha ou alq)	Preço (R\$/kg ou ton)	Data do Pagamento dia/mês/ano
Calcário				
Yoorin				
Cloreto de potasio				
Formulação				
Formulação				
Formulação				
Adub. Foliar.....				
Adub. Foliar.....				
Adub. Foliar.....				

Valor Frete Calcário: R\$ _____

Valor Frete Fertilizantes: R\$ _____

46) Qual(is) variedade(s) de semente de soja é (são) utilizada(s):

() Superprecoce () Precoce () ciclo médio () Ciclo tardio

47) Quanto custa a semente:

Nome da variedade	Kg semente/ ha ou alq	Área plantada (ha ou alq)	Preço R\$/kg	Data do Pagamento dia/mês/ano

Valor Frete Semente: R\$ _____

48) Tratamento de semente:

Tratamento	Dosagem	Preço/litro ou kg	kg semente tratados
Inoculante:			
Inseticida:			
Cobalto-Molibdênio:			
Fungicida:			
Outros (citar)			

49) Qual (is) o(s) herbicida(s) dessecante(s) utilizados:

Dessecante	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

50) Qual (is) o(s) herbicida(s) pré-emergente(s) utilizado(s):

Herbicida Pré-Emergente	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

51) Qual (is) o(s) herbicida(s) pós-emergente(s) utilizado(s):

Herbicida Pós-emergente	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

52) Qual (is) o(s) inseticida(s) utilizado(s) em aplicações terrestres e/ou aéreas:

Inseticida	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

53) Qual (is) o(s) fungicida(s) utilizado(s) em aplicações terrestres e/ou aéreas:

Fungicida	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

54) Foram utilizados óleos minerais ou vegetais:

Óleos	Dosagem Litro ou kg/	Área ha ou alq	Preço R\$/litro ou kg	Data do pagamento	Nº aplicações

55) Qual o número total de operações feitas com o pulverizador (dessecante, herbicida pré-e pós-emergente, inseticida e fungicida): _____

OBS: Se o produtor usou inseticida e herbicida numa única operação, considera-se apenas 1 aplicação.

56) Aplicações aéreas: _____

Número de aplicações: _____ Custo/aplicação: _____

Qual produto foi utilizado em aplicação aérea: _____

57) Qual o nº de horas-máquina necessárias para a realização das atividades abaixo, em 1 ha ou alqueire:

Operações	Nº de horas-máquina/ ha ou alq
Subsolagem	
Aração	
Gradeação (niveladora)	
Distribuição de calcário	
Semeadura	
Pulverização	
Colheita	

58) Qual o preço do óleo diesel : R\$ _____/litro

Qual o preço da gasolina: R\$ _____/litro

QUESTÕES GERAIS

59) Encargos sociais sobre a produção:

Encargos	Valor R\$
INCRA	
Sindicato rural/CNA	
Outros	

60) Existe acompanhamento técnico durante a safra de soja?

() Sim () Não

61) Responsabilidade pelo controle fitossanitário da produção de soja

	Serviço técnico	Dias	Valor R\$/dia	Valor Total R\$
()	Técnico/agrônomo contratado pela agroindústria			
()	Técnico/ agrônomo contratado pelo produtor			
()	Técnico/ agrônomo contratado pela cooperativa			
()	Técnico/ agrônomo contratado pela associação			
()	Técnico/ agrônomo de empresas particulares			
()	Não tem assistência técnica			

62) Instalações:.

Descrição	Quantidade	Tamanho	Ano Construção
Galpão			
Casa do empregado			
Casa do proprietário			

63) Máquinas e equipamentos:

Descrição	Quantidade	Ano	Modelo
Arado de aiveca			
Arado de disco			
Caminhão			
Carreta			
Colheitadeira			
Colheitadeira			
Colheitadeira			
Distribuidor de calcário			
Grade niveladora			
Pulverizador litros			
Pulverizador .....litros			
Pulverizador.....litros			
Pulverizador automotriz litros			
Plantadeira..... linhas			
Plantadeira de.....linhas			
Plantadeira de linhas			
Plantadeira de .....linhas			
Plantadeira de.....linhas			
Subsolador			
Tanque de água .....litros			
Tanque de água .....litros			
Terraceador			
Trator			
Trator			
Trator			
Trator			
Trator			
Trator			
Silo metálico			
Silo metálico			
Veículos			
Veículos			

64) Se o produtor não possuir colhedora própria, qual o preço pago por alq colhido: R\$ _____

65) Gasto com água e luz:

Gasto mensal com energia elétrica _____ R\$/mês

Gasto mensal com água _____ R\$/mês

66) Com quem você comercializa sua produção de soja?

- | Estabelecimento | Localização (Municípios e UF) |
|--|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Agroindústria | _____ |
| <input type="checkbox"/> Cooperativas | _____ |
| <input type="checkbox"/> Corretores | _____ |
| <input type="checkbox"/> Outros (armazéns gerais): | _____ |

67) Qual é a forma de venda do produto:

- Venda para cooperativa
- Contrato antecipado c/ agroindústrias
- Mercados futuros
- Outros _____

68) Preço de venda da soja (R\$/saco) _____ Período de venda: _____

69) Recorre a fontes de financiamento para o **CUSTEIO** da safra de soja:

- Sim Não

70) Qual a fonte de recurso e/ou financiamento para o **CUSTEIO** da safra de soja:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Próprio | <input type="checkbox"/> Cooperativa de crédito |
| <input type="checkbox"/> Banco público | <input type="checkbox"/> Agroindústria |
| <input type="checkbox"/> Banco privado | <input type="checkbox"/> Outros (Listar): _____ |

71) Qual o valor do último financiamento para custeio da safra: R\$ _____ Taxa de juros: _____%

72) Recorre a fontes de financiamento para **INVESTIMENTO** em máquinas e implementos, construções, etc?

- Sim Não

73) Qual a fonte de recurso e/ou financiamento para **INVESTIMENTO**:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Próprio | <input type="checkbox"/> Cooperativa de crédito |
| <input type="checkbox"/> Banco público | <input type="checkbox"/> Agroindústria |
| <input type="checkbox"/> Banco privado | <input type="checkbox"/> Outros (Listar): _____ |

74) Qual o valor do último financiamento para investimento: R\$ _____ Taxa de juros: _____%

75) Quais são os principais problemas da propriedade?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Prazo de | <input type="checkbox"/> Política agrícola |
| <input type="checkbox"/> Comercialização | <input type="checkbox"/> Crédito |
| <input type="checkbox"/> Inadimplência | <input type="checkbox"/> Qualidade dos insumos |
| <input type="checkbox"/> Assistência técnica | <input type="checkbox"/> Outros: _____ |

OBSERVAÇÕES: