

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

GUSTAVO SAWAYA AMARAL GURGEL

**IMPACTOS DA TAXA DE JUROS DO CRÉDITO RURAL NAS DEMANDAS POR
INSUMOS AGRÍCOLAS**

Sorocaba
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

GUSTAVO SAWAYA AMARAL GURGEL

**IMPACTOS DA TAXA DE JUROS DO CRÉDITO RURAL NAS DEMANDAS POR
INSUMOS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia Aplicada.

Orientação: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues de Castro

Sorocaba
2014

GUSTAVO SAWAYA AMARAL GURGEL

**IMPACTOS DA TAXA DE JUROS DO CRÉDITO RURAL NAS DEMANDAS POR
INSUMOS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia Aplicada. Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, 23 de Abril de 2014.

Orientador

Dr. Eduardo Rodrigues de Castro

Universidade Federal de São Carlos – Campus de Sorocaba

Examinadores:

Dr. Alexandre Lopes Gomes

Universidade Federal de São Carlos – Campus de Sorocaba

Dr. Humberto Francisco Silva Spolador

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP

Às minhas avós, Lúcia e Olímpia (*in memoriam*)
e aos meus pais, Ricardo e Maria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio em todos os momentos.

Aos meus pais, por terem sido, nas palavras de Gibran Kalil Gibran, “o arco que permanece estável”, permitindo que eu chegasse aonde cheguei e ser quem sou.

A minha namorada Franciele pelo companheirismo.

Ao amigo Jonathas por enfrentar comigo esse período da vida.

Aos Professores Andrea, Alexandre Nunes, Alexandre Gomes e Adelson pelas conversas.

Ao Professor Danilo pela oportunidade.

Ao Professor Eduardo pela orientação, paciência e atenção.

Aos colegas pelas discussões.

A CAPES pelo apoio financeiro.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.

(John F. Kennedy)

RESUMO

O crédito rural foi implantado no Brasil com a intenção de acelerar o processo de modernização da agricultura e fornecer capital para o custeio, investimento e comercialização da produção agrícola, tendo sido ofertado a taxas inferiores as taxas de mercado. As taxas de juros subsidiadas são o grande atrativo do crédito rural e fortalecem sua importância na agricultura como instrumento financiador. Porém problemas como a concentração de recursos em produtores de maior renda, acesso ao crédito e substituição de capital próprio podem vir a comprometer a eficácia do crédito em seus fins. Alguns trabalhos relatam impactos positivos do crédito rural na oferta e na renda agrícola, bem como na demanda dos insumos agrícolas. Dada a importância do setor agropecuário e considerando todos os problemas associados ao crédito, questiona-se qual o impacto do crédito rural nas demandas por insumos agrícolas. O trabalho se baseia na teoria da firma em mercados competitivos, assumindo que o produtor enfrenta restrição na aquisição de insumos e minimiza o custo de produção dada uma determinada quantidade do produto. A partir da função de custo mínimo derivam-se as demandas condicionadas dos insumos, as quais podem ser influenciadas pela disponibilidade de crédito e pela sua taxa de juros. Na análise empírica foi utilizada a função Transcendental Logarítmica (Translog) que não assume restrições na relação entre os insumos *a priori*.

ABSTRACT

Rural credit was implemented in Brazil with the intention of accelerating the process of modernization of agriculture and provides capital for funding, investment and commercialization of agricultural production, it has been offered at rates below market rates. The subsidized interest rates are the main attraction of rural credit and strengthen its importance in agriculture as a financing instrument. But problems such as the concentration of resources in producers with higher income, access to credit and capital substitution may compromise the effectiveness of the credit in their purposes. Some studies have reported positive impacts of rural credit in supply and producers income as well as in demand for agricultural inputs. Given the importance of the agricultural sector and considering all the problems associated with credit, is questioned what impact the rural credit demands in agricultural inputs. The work is based on the theory of the firm in competitive markets, assuming that the producer faces restrictions on the purchase of inputs and minimizes the production cost given a production level. From the minimum cost function derive the conditional demands of inputs, which can be influenced by the availability of credit and its interest rate. In the empirical analysis Transcendental Logarithmic (Translog) function was used, that assumes no restrictions on the relationship between the inputs *a priori*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	12
1.1.1. OBJETIVO GERAL.....	12
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. METODOLOGIA.....	13
2.1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.2. MODELO EMPÍRICO.....	18
2.3. DADOS.....	24
3. RESULTADOS.....	27
3.1. ANÁLISE DA TAXA DE JUROS DO CRÉDITO RURAL.....	27
3.2. A DEMANDA POR MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO BRASIL.....	30
3.3. A DEMANDA POR FERTILIZANTES NO BRASIL.....	32
3.4. DEMANDA POR DEFENSIVOS NO BRASIL.....	35
3.5. DEMANDA POR MÃO-DE-OBRA.....	37
3.6. ANÁLISES ECONOMÉTRICAS.....	38
3.6.1. BRASIL SEM A REGIÃO NORTE.....	39
3.6.2. REGIÃO SUL.....	45
3.6.3. REGIÃO SUDESTE.....	52
3.6.4. CO-MAPITOBA.....	57
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE.....	70

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Participação da Agropecuária e Agronegócio no PIB nacional e Saldo da Balança Comercial.....	2
Tabela 2 – Fontes dos dados.....	24
Tabela 3 – Taxa de Juros Real do Crédito Rural.....	29
Tabela 4 – Evolução da demanda por tratores no período de 1999 a 2012.....	30
Tabela 5 – Consumo de fertilizantes no Brasil.....	33
Tabela 6 - Consumo de defensivos no Brasil.	36
Tabela 7 – Coeficientes estimados para o Brasil sem a região Norte.....	40
Tabela 8 – Elasticidades calculadas para o Brasil sem a região Norte.....	42
Tabela 9 – Elasticidade parcial de substituição de Allen calculadas para o Brasil sem a região Norte.	45
Tabela 10 – Coeficientes estimados para a região Sul.	47
Tabela 11 – Elasticidades calculadas para a região Sul.....	49
Tabela 12 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para a região Sul...	51
Tabela 13 – Coeficientes estimados para a região Sudeste.	53
Tabela 14 – Elasticidades calculadas para a região Sudeste.	55
Tabela 15 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para a região Sudeste.....	57
Tabela 16 – Coeficientes estimados para CO-MAPITOBA.....	58
Tabela 17 – Elasticidades calculadas para a região CO-MAPITOBA.	60
Tabela 18 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para CO-MAPITOBA.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Crédito Rural Contratado no Brasil de 1970 a 2010 (em milhões de reais de 2010).....	4
Figura 2 - Taxas de Juros Reais do crédito rural (em %)	8
Figura 3 – Fontes de recursos do crédito rural.	27
Figura 4 – Evolução da taxa de juros nominal e taxa SELIC.....	28
Figura 5 – Variação do consumo de máquinas no Brasil e de taxa real de juros do crédito rural.....	32
Figura 6 – Consumo regional de fertilizantes no Brasil no período de 1999 a 2012	34
Figura 7 - Variação do consumo de fertilizantes no Brasil e taxas reais de juros.	35
Figura 8 – Variação do consumo de defensivos no Brasil e taxa real de juros.	36
Figura 9 – Variação da mão-de-obra empregada na agricultura e das taxas de juros.	38

1. INTRODUÇÃO

Desde a colonização até os dias atuais a agricultura desempenha papel de grande importância na história e no desenvolvimento do Brasil. Diversos autores como Caio Prado Junior e Celso Furtado traçam em suas obras (História Econômica do Brasil (2006) e Formação Econômica do Brasil (2006), respectivamente) a história da formação econômica do Brasil, deixando evidente que o pilar central desta foi a agricultura, inicialmente era baseada nas plantações de cana-de-açúcar, passando pelo café e fumo, chegando até as grandes culturas de exportação atuais.

Além de sua importância histórica, a agricultura ainda hoje é um setor de elevada relevância para a economia. Apesar de se tratar de um setor primário, a agropecuária¹ participou no período de 1999 a 2012 com 5,9% do PIB nacional em média (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), como é possível notar na Tabela 1. Em comparação aos demais países emergentes do BRIC a participação da agropecuária no PIB foi superior apenas à Rússia (4,7%)², enquanto China e Índia apresentaram maiores participações (9,1% e 17,4%). Já em países considerados desenvolvidos é notada menor participação da agropecuária no PIB, sendo nos Estados Unidos e no Japão 1,1% e na Alemanha 0,8%. Porém quando se trata do PIB do agronegócio esta participação atinge valores maiores, 23,75% em média, no período de 1999 a 2012, o que evidencia importância da agropecuária para o país.

¹ Notar que neste ponto é utilizado o termo “agropecuária”, que se refere às atividades agrícolas e pecuária. O uso de tal dado é uma tentativa de apresentar a importância do setor para a economia. A agregação das atividades pecuária e agrícola também deve ser considerada ao se referir agronegócio.

² Dados para participação da agropecuária em outros países foram coletados em *The World Factbook*, disponível em : www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook.

Tabela 1 – Participação da Agropecuária e Agronegócio no PIB nacional e Saldo da Balança Comercial

Ano	Participação da Agropecuária no PIB (%)	Participação do Agronegócio no PIB (%)	Saldo da Balança Comercial (US\$ Bilhões)		
			Total Brasil	Agronegócio	Agropecuária
1999	5,90	24,58	-1,29	14,80	9,76
2000	5,61	23,59	-0,73	14,84	8,93
2001	5,79	23,69	2,68	19,06	13,07
2002	6,31	25,11	13,20	20,39	13,99
2003	6,98	26,45	24,88	25,90	18,00
2004	6,55	25,66	33,84	34,20	24,93
2005	5,73	23,71	44,93	38,51	28,73
2006	5,39	22,91	46,46	42,77	32,47
2007	5,70	23,30	40,02	49,70	38,87
2008	6,22	23,55	24,74	59,99	50,31
2009	5,80	22,25	25,28	54,89	47,66
2010	5,92	21,80	20,30	63,05	54,78
2011	6,38	22,15	29,79	77,51	69,76
2012	4,45	20,45	19,44	79,41	71,77

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e CEPEA.

Paralelamente às funções de abastecimento a agropecuária desempenha um importante papel no saldo da balança comercial do Brasil. Esta contribuição para as contas nacionais foi largamente explorada para geração de divisas a partir da década de 1950 no processo de industrialização por substituição de importações e ainda hoje representa um importante componente da balança comercial. No ano de 2012 a agropecuária gerou um saldo positivo de US\$ 71,77 bilhões, que possibilitou o fechamento superavitário da balança, cenário que vem se repetindo ininterruptamente desde 2001, como é possível observar na Tabela 1.

O aumento da participação na agricultura nas contas nacionais está fortemente ligado aos ganhos de produtividade da atividade. Gasques *et al* (2012) por meio de estudos de produtividade total dos fatores destacam o Brasil como um dos países com maiores taxas de crescimento da produtividade do mundo (3,56% ao ano no período de 1975 a 2011). Os autores apontam que ganho de produtividade é o grande responsável pelo aumento na

produção agrícola, dado que o índice de produtos passou de 100 para 395,5 no período de 1975 a 2011, enquanto o índice de insumos passou de 100 para 108,91, sendo este último fortemente puxado para baixo pelo declínio do índice de mão-de-obra, (82,19 em 2011), o índice de terras se manteve relativamente estável (102,94 em 2011), enquanto os insumos de capital (máquinas, defensivos e fertilizantes) apresentaram elevação do índice (128,73 em 2011).

O setor agrícola desempenha também papel de grande importância como consumidor, pois constitui mercado para diversos produtos e serviços de outros setores. Segundo Buainain e Dedecca (2010) existe atualmente uma necessidade de ganhos de produtividade nas propriedades agrícolas impulsionada pela agroindústria. Consequentemente, os agricultores, que são tomadores de preços, tendem a consumir maiores quantidades de insumos a fim de aumentar a produtividade. Porém, algumas vezes os produtores não dispõem de recursos, sendo necessária a contratação de empréstimos do crédito rural, que tem sido o elemento principal da política agrícola nacional nas últimas décadas.

A política agrícola, especialmente de crédito, é recente no país, principalmente quando comparada com o início das atividades de cultivo. Nem sempre a política de desenvolvimento econômico teve como objetivo a modernização e incentivo à atividade agrícola. Conforme Carvalho (2000), até o final da década de 1940 o governo ofertava apenas incentivos pontuais e ações localizadas de acordo com alguns interesses específicos.

Até meados de 1960 as políticas direcionadas para a agricultura baseavam-se no apoio a algumas culturas específicas com finalidade de exportação, além da abertura de estradas, passando de 192.612 km de estradas em 1938, para 302.147 km em 1964 (Bacha, 2012). Estes investimentos possibilitaram a expansão da fronteira agrícola, permitindo que se agregassem à agricultura 52 milhões de novos hectares entre os anos de 1940 e 1960. A partir do ano de 1965 um conjunto de políticas direcionadas a agricultura foi implantado, entre elas, a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) por meio da lei nº 4829 foi o que realmente proporcionou a possibilidade de modernização mais rápida da agricultura ao ofertar crédito com taxas subsidiadas. Paralelamente a essas mudanças, surgiram também políticas de preços mínimos, e a criação de empresas de pesquisa e extensão rural como EMBRAPA e EMBRATER. Assim, a partir da década de 70 foi

iniciada uma mudança na base técnica da agricultura brasileira que se tornou menos dependente de mão-de-obra e de recursos naturais além de se tornar cada vez maior a interação com a indústria de insumos e máquinas (Carvalho, 2000).

Os recursos contratados do crédito rural apresentaram uma considerável evolução na década de 1970, passando de R\$ 33,14 bilhões em 1970 para R\$ 140 bilhões em 1979, mantendo-se em patamares elevados até meados da década de 1980, como pode ser observado na Figura 1. Diversos autores como Carvalho (2000), Bacha *et al* (2005) e Santos (1996) relacionam a disponibilidade de recursos do crédito rural com o sucesso da política monetária, porém, apontam que o crescimento dos recursos nesta década foi financiado em grande parte pela Conta Movimento, que por se tratar basicamente de emissão primária de papel moeda tinha elevado potencial de inflacionário.

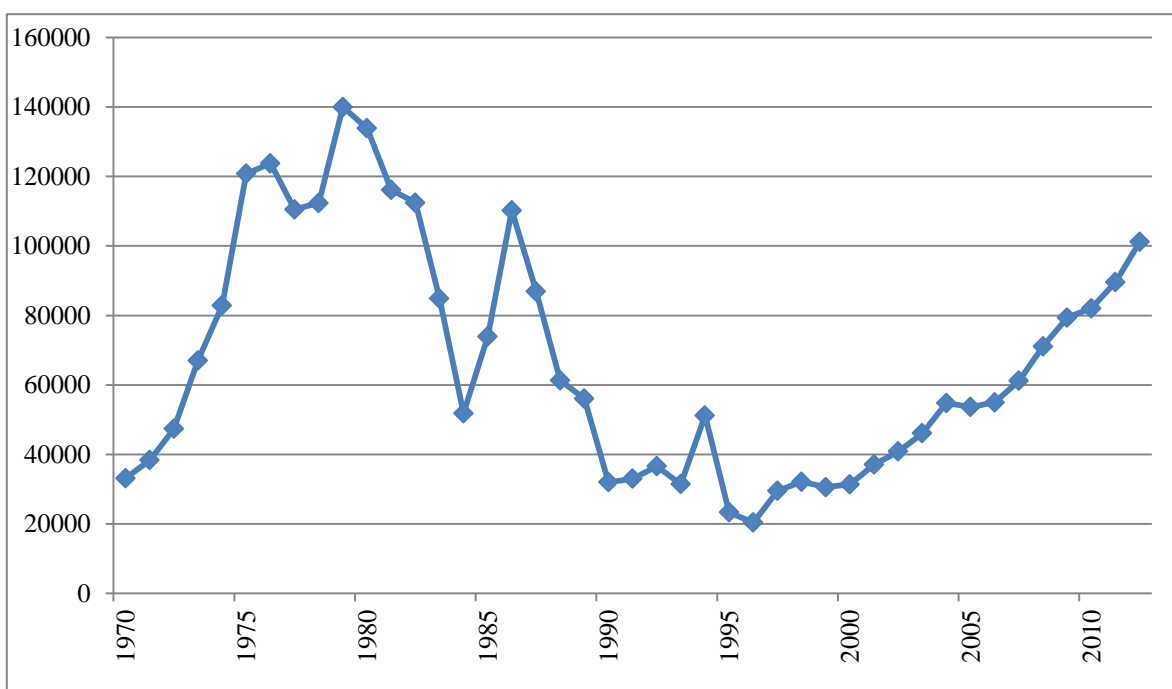


Figura 1 – Crédito Rural Contratado no Brasil de 1970 a 2010 (em milhões de reais de 2010)

Fonte: Anuário Estatístico do Crédito Rural – Banco Central.

No período de 1983 a 1996 é possível notar que ocorre uma acentuada redução do montante de recursos contratados, reflexo da extinção de diversas fontes de recursos entre eles a Conta Movimento, além do fim dos subsídios implícitos (SANTOS, 1996). Outro

fator que prejudicou a oferta de recursos do crédito rural foi a inflação, que reduziu os depósitos à vista e conseqüentemente os recursos oriundos da exigibilidade.

Nos anos que seguem pode se notar que o volume de crédito adota uma trajetória crescente, apresentando um aumento de aproximadamente 400% nos últimos 14 anos (cerca de R\$ 20 bilhões em 1996 para R\$ 80 bilhões em 2010), resultado da estabilização econômica e de novas políticas como a Equalização da Taxa de Juros que permitiu que o montante ofertado fosse maior ao arcar com o custo da diferença das taxas praticadas por fontes privadas e as taxas do empréstimo rural. Um diferencial deste período está na melhora distributiva dos recursos entre os contratantes, gerada pela implantação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), em 1995. No período de 1999 a 2012 o volume de pequenos produtores atendidos obteve um crescimento de 130%, passando de 791.667 contratos em 1999 para 1.823.210 em 2012, o que aponta para uma melhora na distribuição dos recursos ofertados. Dos recursos totais disponibilizados pelo crédito rural, cerca de 12% são disponibilizados por meio do programa, representando 41% dos contratos.

Assim como no caso do PRONAF existem diversos subprogramas que visam oferecer condições diferentes para os contratantes. Os empréstimos são oferecidos aos produtores por meio de diversas linhas de crédito diferenciadas por classificação do contratante (agricultor familiar, médio porte, cooperativas), também como a atividade, podendo ser agrícola ou pecuária, e por finalidade, como custeio ou investimento de máquinas, melhorias de exploração, processamento e várias outras. As diferentes linhas de crédito oferecidas pelo Programa de Crédito Rural apresentam variados valores das taxas de juros cobradas (variando entre 0% até 10% a.a., conforme dados do Banco Central), porém sendo todos eles inferiores aos praticados pelo mercado.

O PRONAF possibilitou a redução da concentração dos recursos ofertados. De acordo com Carvalho (2000) o principal motivo das concentrações de recursos está nas exigências de garantias para os empréstimos, o que privilegia grandes produtores, que geralmente já dispõe de recursos próprios suficientes para financiar a produção. Este fato pode acarretar o problema de substituição de recursos próprios por recursos do crédito (também chamado fungibilidade). Sayad (1984) mostrou que na década de 70, parte dos

produtores aplicavam os recursos do crédito a taxas subsidiadas na produção agropecuária enquanto aplicavam os recursos próprios em fontes de maior rentabilidade.

Outro problema ligado ao crédito rural ocorre na distribuição geográfica deste, sendo que somente a região Sul demandou 37,12% do crédito em 2012. Rezende (2001) explora este problema de disponibilidade de recursos do crédito rural durante a expansão da atividade agrícola no Centro-Oeste, enfatizando que esta região foi negligenciada na distribuição de recursos. Contudo o autor evidencia que por ter se desenvolvido com recursos privados esta região foi menos afetada durante períodos de contração de recursos. Porém alguns produtores fazem uso dos recursos privados por possuírem dívidas referentes a empréstimos anteriores, que os impedem de realizar novas operações de crédito rural (CEPEA, 2011, citado por FERRO, 2012).

O investimento de recursos privados na agricultura passou a ter um papel mais ativo após a criação de instrumentos privados de financiamento pelo governo. O primeiro deles, a Cédula de Produto Rural (CPR), surgiu em 1994, tendo sua liquidação exclusivamente física (entrega de produto), a liquidação financeira foi criada em 2000. Almeida e Zylbersztajn (2008) apontam que ao garantir segurança jurídica, a CPR permitiu a dinamização nas relações entre os agentes. Os autores, ainda na análise do ambiente institucional, apontam que a CPR permite a redução da assimetria de informações e o compartilhamento dos riscos das operações de crédito.

Em 2004 foram criados cinco novos instrumentos de financiamento da agricultura, sendo eles o Certificado de Depósito Agropecuário (CDA), *Warrant* Agropecuário (WA), Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA), Letras de Crédito do Agronegócio (LCA) e Certificado de Recebíveis Agropecuários (CRA)³. O CDA e WA são títulos referentes a mercadorias depositadas em armazéns que emitem estes certificados. Bacha e Silva (2005) *apud* Bacha (2010) apontam que este instrumento tem potencial de dinamizar a comercialização dos produtos, uma vez que não se faz mais necessário o transporte do produto para a negociação. Os demais títulos (LCA, CDCA e CRA) permitem que as cooperativas, instituições financeiras e securitizadoras ofertem no mercado financeiro títulos lastreados nos acordos firmados com o produtor rural (CPR).

³ Para maiores detalhes sobre o funcionamento de cada um destes instrumentos consultar Oliveira e Carvalho (2006).

Oliveira e Carvalho (2006) apontam como objetivo destes novos instrumentos de financiamento a viabilização da tomada de crédito no mercado por parte dos produtores, aumentando a disponibilidade de recursos para o setor. Em 2010 estes instrumentos de financiamento injetaram na agricultura mais de R\$ 125 bilhões de reais (CETIP), frente a R\$ 82 bilhões do crédito rural, como é possível observar na Tabela 2. Este fato, apesar de isolado, mostra o elevado potencial e importância deste mecanismo de financiamento, além da menor sensibilidade à restrição de recursos.

Tabela 2 - Recursos privados negociados por meio dos instrumentos de financiamento (valores em milhões de reais de 2010)

Ano	CPR	CDCA	LCA	CRA	TOTAL	Crédito Rural
2004	475	-	-	-	475	54.768
2005	79	33	-	-	113	53.622
2006	304	568	-	-	872	54.981
2007	410	1.139	-	43	1.592	61.164
2008	715	2.084	2	12.477	15.278	71.111
2009	1.141	1.786	25	61.969	64.921	79.383
2010	121	2.115	271	123.160	125.667	82.077
2011	158	1.049	320	64.199	65.726	89.621
2012	243	1.896	187	64.061	66.386	101.158

Fonte: CETIP e Banco Central.

Os autores apontam ainda que os instrumentos de financiamento permitiram redução nos custos dos recursos, dado que antes os recursos privados estavam sujeitos às taxas de juros do mercado ou aos contratos diretos com os fornecedores. Almeida (1994) *apud* Almeida e Zylbersztajn (2008), aponta que no final da década de 1980 os principais agentes privados que ofertavam crédito eram as comercializadoras de insumos (72%), as cooperativas (11%) e as usinas processamento de cana-de-açúcar (9%). O autor ressalta ainda que as taxas reais de juros destas operações chegavam a ser três vezes maiores que o praticado pelo mercado.

Desde o surgimento do SNCR são as taxas de juros do crédito rural que tornam a tomada de recursos atrativa para os agricultores. Os juros cobrados são inferiores aos praticados pelo mercado bancário, e em alguns casos menores que a inflação. Esta baixa

remuneração dos empréstimos resulta em transferências de capital da sociedade para a agricultura, criando desta forma subsídios à agricultura.

A oferta de crédito para produtores rurais com taxas subsidiadas é justificada principalmente pelo fato que a atividade agrícola apresenta maior risco associado à produção que as demais atividades. Entre as diferentes incertezas presentes no setor está o risco ligado aos fatores climáticos, que podem apresentar variações com resultados catastróficos, além também das oscilações de preços no mercado uma vez que existe um considerável intervalo temporal entre a tomada de decisão e a venda da produção (Bacha *et al.*, 2005).

As taxas de juros reais pagas pelos contratantes do crédito rural podem ser observadas na Figura 2. No período de 1969 a 1991, a aceleração da inflação associada a uma taxa de juros do crédito rural fixa fez vigorar taxas reais de juros negativas (exceto nos anos de 1984 e 1989), configurando assim a transferência de capital da sociedade para a agricultura, dado que o valor a ser pago pelo contratante é inferior ao valor contratado corrigido pela inflação do período. A partir do ano de 1992 as taxas de juros reais tornam-se predominantemente positivas, chegando a ser negativa em alguns anos. Carvalho e Silva (2008) apontam que as taxas nominais fixadas associadas ao controle do processo inflacionário vêm representando uma redução do incentivo à atividade agrícola.

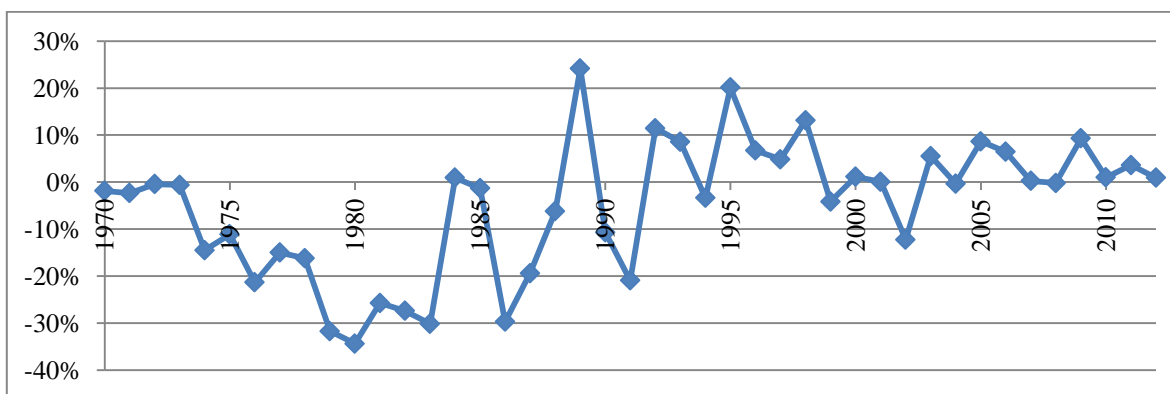


Figura 2 - Taxas de Juros Reais do crédito rural (em %)

Fonte: Bacha, 2012 para taxas até 2010 e cálculos do autor para os anos de 2011 e 2012.

As taxas de juros do crédito rural apresentadas são resultado da composição do crédito por diversas fontes e suas taxas. Entre estas fontes podemos citar os Recursos do

Tesouro, os Recursos dos Governos Estaduais, exigibilidades bancárias e fundos diversos, tendo elas diferentes taxas juros. Bacha (2012) divide em duas categorias as fontes de recursos, as de baixo custo de captação e as de custo normal de captação. As fontes de baixo custo englobam as emissões de moeda (fonte que não é mais utilizada devido seu potencial inflacionário), as transferências de recursos do Orçamento do Tesouro e parte dos recursos das exigibilidades dos depósitos à vista. Por apresentarem baixos custos de captação estas fontes facilitam o empréstimo de recursos a taxas inferiores às praticadas pelo mercado bancário. Os recursos com custo normal de captação são oriundos de diversas fontes, entre elas: a caderneta de Poupança Rural, Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), Programa de Geração de Emprego Rural (Proger – rural), recursos captados pelo sistema bancário e recursos externos.

Os recursos obrigatórios, oriundos das exigibilidades bancárias têm elevada participação como fonte de recursos do crédito rural, no período de 1999 a 2012 disponibilizou em média 47,05% dos recursos contratados pelo crédito rural. A poupança rural, que passou a compor as fontes de recursos em 1986, tem desde seu surgimento participação relevante no montante de recursos, 24,36% em média entre 1999 e 2012. Chama a atenção também a colaboração dos recursos provenientes do BNDES, que passaram em 2003 a ser a terceira maior fonte de recursos, representando 11,34%, superando o Fundo de Amparo ao Trabalhador, que até então representava em média 12,88% dos recursos.

A composição dos recursos do crédito rural afetam diretamente as taxas de juros reais pagas pela agricultura como um todo, uma vez que diferentes fontes de recursos apresentam variações nas taxas de juros praticadas. Levando em conta também a inflação, que desde a implantação do Plano Real pôde ser mantida sob controle, é apontado por vários autores uma redução dos estímulos à agricultura via taxas reais de juros.

Bacha *et al.* (2005) estimaram o saldo das transferências de recursos entre a sociedade e o setor agrícola no período de 1985 a 2003. No primeiro subperíodo, entre 1985 e 1991, em que predominaram taxas negativas de juros a agricultura recebeu o valor estimado de R\$ 14,37 bilhões de reais (em reais de 1994), ao passo que no subperíodo seguinte, de 1992 a 2003, devido às taxas positivas na maioria dos anos o setor pagou R\$

8,11 bilhões de reais (em reais de 1994), resultando assim em um saldo de R\$ 6,26 bilhões investidos no setor no final do período⁴.

Os incentivos dados ao setor agrícola é objeto de estudo de Carvalho e Silva (2008). Os autores argumentam que por muitos anos o setor agrícola pôde crescer a taxas maiores que os demais setores, porém é apontado que a queda na taxa de juros nominal acompanhada pela redução da inflação mantém as taxas de juros reais positivas. É apontado que a agricultura vem perdendo seu tratamento preferencial ao longo dos anos, e que se faz necessária uma revisão nas taxas de juros praticadas.

Após analisar os gastos públicos na agricultura, Gasques e Villa Verde (2003) chegam à conclusão que há necessidade de incrementos nos dispêndios do governo com o setor. Os autores apontam que apesar dos recursos totais destinados à agricultura serem crescentes, a participação percentual destes recursos nos gastos públicos se reduziu nas últimas décadas, ficando muito aquém de países que exercem políticas protecionistas para o setor agrícola. Com estas reduções de parcelas de gastos destinados à agricultura os incentivos, taxas de juros subsidiadas, tendem a ficar cada vez menores.

Entre objetivos do crédito rural subsidiado, conforme apontado Ramos e Martha Junior (2010), está facilitar o acesso do produtor rural a insumos mais modernos, aumentando a produtividade e alavancando as indústrias de fertilizantes, defensivos e máquinas. Com os recursos fornecidos pelo crédito rural torna-se possível aumentar os dispêndios totais dos produtores, que podem adquirir insumos mais modernos, gerando ganhos de produtividade e expandindo a oferta de produtos agrícolas, como constatou Castro (2008),

Porém uma vez que representam componentes do custo, maiores taxas reais de juros podem vir a comprometer recursos que seriam utilizados na aquisição de insumos. Assim sendo, os produtores teriam que destinar maiores parcelas de capital para o pagamento de juros, o que afetaria indiretamente a produtividade e conseqüentemente a rentabilidade, dado que com a mesma quantia gasta tem-se uma menor produção, o que se torna um problema sério, pois produtores são tomadores de preço.

⁴ Bacha *et al* (2005) buscam medir as transferências diretas realizadas por meio das taxas de juros subsidiadas do crédito rural, porém, vale ressaltar que mesmo sendo praticadas taxas de juros positivas ainda existe transferência de recursos para o setor, mas na forma de incentivos nas taxas custeados pelo governo.

Alguns autores realizaram análises relativas à determinação dos fatores que influenciam a demanda por insumos agrícolas. Entre eles é possível citar Baricelo e Bacha (2013), que analisaram a demanda por máquinas agrícolas, encontrando além do resultado já esperado de influência negativa dos preços das máquinas, uma reação positiva a variações na área cultivada. Porém a demanda por máquinas não mostrou relação com o crédito rural e o programa Moderfrota.

A determinação de condicionantes da demanda por fertilizantes realizada por Nicoletta *et al* (2005) evidenciou também a relação negativa do consumo com variações no preço, porém neste caso a variável área foi excluída por captar diferenças estruturais indesejadas e prejudiciais ao modelo. Mostraram-se positivamente relacionados com a demanda os preços recebidos pelo produtor rural e o crédito agrícola.

A importância do crédito rural é destacada também por Castro (2008), que avalia os impactos dos dispêndios na oferta de produtos agrícolas e demanda por alguns insumos. O autor confirma a hipótese que os produtores enfrentam de restrições orçamentárias e ao contrair crédito e expandir as possibilidades de gastos conseguem aumentar a produção de alimentos. Para a análise econométrica o autor faz uso da metodologia Translog, a mesma a ser utilizada neste trabalho, com a diferença que Castro (2008) faz suas análises partindo de uma função lucro restrita e não custo.

Porém, a oferta de maiores volumes de crédito não garante que todos os produtores que necessitam tenham acesso aos crédito, reduzindo os possíveis efeitos positivos que este poderia ter nas demandas. Este problema na oferta do crédito rural foi objeto de um estudo de campo descrito por Garcia *et al* (2008)⁵. Os autores descrevem um projeto realizado em São Miguel do Anta - MG, que tinha como objetivo avaliar os efeitos de reduzir a burocracia e facilitar o acesso dos produtores às agências ofertantes de crédito. Os resultados evidenciam que ao aumentar a capilaridade da estrutura e reduzir a burocracia foi possível notar aumentos na tomada de empréstimos e na renda dos produtores.

Capobianco *et al* (2012) também encontraram os impactos positivos do crédito rural, porém estes autores o fizeram em um estudo de caso para a microrregião de Pirapora-

⁵ O projeto, idealizado e implementado por estudantes da Universidade Federal de Viçosa. Para a realização foi feita parceria da universidade com o Banco do Brasil e a Prefeitura Municipal de São Miguel do Anta. O artigo de Garcia *et al* (2008) descreve a primeira etapa do projeto, que buscou reduzir a burocracia e facilitar o acesso dos produtores aos pontos de obtenção do crédito por meio dos pesquisadores.

MG. Por meio de uma análise de dados em painel os autores observaram que os recursos de crédito rural exercem impactos positivos sobre as atividades do setor agrícola no ano e em outros setores não industriais no ano subsequente, reforçando os benefícios do crédito rural para o desenvolvimento regional.

É evidente a recuperação dos recursos ofertados pelo SNCR, atingindo montantes similares aos do final da década de 1970. Porém, considerando todos os problemas associados ao crédito rural e as restrições enfrentadas pelos agricultores, questiona-se qual é o impacto das taxas de juros do crédito rural nas demandas por insumos agrícola, uma vez que esta representa o custo de se flexibilizar os dispêndios.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral estimar as demandas por insumos agrícolas no período de 1999 a 2012.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- analisar o impacto do crédito rural nas demandas por insumos agrícolas;
- calcular as elasticidades preço direta e cruzada dos principais insumos agrícolas;
- calcular as elasticidades parciais de substituição de Allen entre os principais insumos agrícolas.

2. METODOLOGIA

Diversos autores fazem uso da metodologia adotada nessa pesquisa. Dentre eles destaca-se Pindyck (1977), que ao analisar a substituição entre combustíveis e as demandas por energia entre Estados Unidos, Japão e alguns países europeus também fez uso de dados empilhados “*pooled data*”. O autor aponta que ao se trabalhar com dados empilhados de diferentes regiões é assumido igualdade entre os parâmetros para as diferentes regiões (pressuposto que são homogêneas). Entre as alternativas apresentadas para poder analisar os comportamentos regionais, é proposto que sejam feitas estimações separadas para cada região⁶. Christensen e Greene (1976) também fizeram uso de dados empilhados a fim de realizar estudos sobre ganhos de escalas no setor elétrico norte americano. Os autores fazem uso do referencial teórico microeconômico da teoria da firma, baseando-se na função custo dado que a demanda é determinada exogenamente. Esta metodologia também foi adotada por Gomes (2006) com a finalidade de avaliar a existência ou não da possibilidade de ganhos de escala na atividade leiteira em alguns estados brasileiros. Em sua pesquisa o autor faz a estimação de demanda por capital, sendo que a metodologia adotada para tal foi também utilizada nesta pesquisa. Castro (2008) por ter analisado o impacto de crédito na oferta de produtos agrícolas e também na demanda por insumos agrícolas.

Conforme a metodologia apresentada no referencial teórico e resultados apresentados por Castro e Teixeira (2012), a pesquisa parte do pressuposto que os produtores enfrentam restrições orçamentárias, e que por representar acréscimos nos preços, as taxas de juros podem causar impactos nos dispêndios dos agricultores. Assim, busca-se analisar se realmente as taxas de juros do crédito rural exercem influência nas decisões de consumo dos agentes.

⁶ O procedimento de realizar estimações para cada região foi adotado nesta pesquisa como uma tentativa de complementar o resultado encontrado para o Brasil.

2.1. REFERENCIAL TEÓRICO⁷

O trabalho se baseia na teoria da firma, assumindo que o setor agrícola enfrenta restrição na aquisição de insumos, conforme mostrado em Castro e Teixeira (2012). Nesse caso o problema do produtor é caracterizado pela minimização de custos sujeita a uma determinada quantidade de produto. A partir desse problema, considera-se a possibilidade de substituição entre os fatores de produção, o que faz que a firma tenha diversas combinações de fatores para o nível de produção desejado. Assumindo-se que a função de produção seja quase convexa, apenas uma dessas combinações é a combinação ótima (de menor custo) (Nicholson e Snyder, 2012).

O custo total incorrido pela firma para qualquer nível de produção, de maneira geral, é dado pela isocusto:

$$C = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n \quad (1)$$

onde w representa os preços dos insumos e x as quantidades utilizadas de cada um. Considerando que os produtores minimizam custos, o problema do produtor seria:

$$\text{Min } C = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n \quad (2)$$

condicionada à produção que é dada pela função de produção:

$$q = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3)$$

onde q é a quantidade produzida. Assim o produtor deve buscar a combinação de insumos que proporcione o menor custo de produção dado uma quantidade q de produto. A mudança nos preços dos insumos altera a proporção utilizada na cesta de insumos, fazendo com que se intensifique o uso do insumo relativamente mais barato. A TTS (taxa técnica de substituição) explicita qual é a taxa de substituição dos insumos ao longo de uma isoquanta. Sendo definida como:

⁷ Esta seção se baseia em Nicholson e Snyder (2012).

$$TTS = - \left. \frac{dx_j}{dx_i} \right|_{q=\bar{q}} = \frac{PMg x_i}{PMg x_j} \quad (4)$$

onde q_1 é a quantidade estabelecida de produto e $PMg x_n$ os produtos marginais de cada insumo. A TTS representa também a inclinação de determinado ponto da isoquanta, sendo que no valor de mínimo custo esta inclinação deve igualar-se a inclinação de reta isocusto (w_j/w_i).

Outra medida ligada à combinação dos insumos é a elasticidade de substituição, que mensura a facilidade dessa mudança na cesta de insumos (Snyder e Nicholson, 2012). Esta medida é dada pela variação percentual na proporção de insumos em relação à variação percentual da TTS ao longo da isoquanta. Em outras palavras mede o grau de substitubilidade ou complementariedade dos insumos, e é dada por:

$$\sigma = \frac{d(x_j/x_i)}{d TTS} \cdot \frac{TTS}{x_j/x_i} \quad (5)$$

A partir do problema de minimização de custos, encontram-se as demandas condicionadas de insumos x_i^c :

$$x_i^c = f(w_1, w_2, \dots, w_n, q) \quad (6)$$

Substituindo-se as demandas condicionadas na Isocusto (C) encontra-se a função de custo $C = f(w, q)$. A função de custo total apresenta homogeneidade de grau 1, ou seja, caso os preços dos insumos dobrem o custo total também será dobrado, mantido o mesmo nível de produção. Neste caso não haverá alteração da TTS, pois todos os preços aumentam, e não se alteram a proporção ótima de insumos ocorrendo apenas um deslocamento da isocusto resultando em um novo custo mínimo.

A possibilidade de substituição dos insumos utilizados confere à função de custo total a propriedade de concavidade nos preços, fazendo com que o custo total de uma firma que substitui insumos seja menor que de uma firma que não o faz (exceto quando as proporções de insumos são iguais). Tal propriedade pode ser constatada por meio da matriz hessiana orlada, que deve ser negativa semi-definida.

Outra propriedade da função custo total é ser não decrescente na quantidade e nos preços dos insumos. Assim aumentos nas quantidades produzidas ou nos preços dos insumos não devem gerar reduções nos custos totais, a menos que a firma não esteja realmente minimizando seus custos, e conseqüentemente operando de maneira ineficiente.

A partir da função de custo $C = f(w, q)$ pode-se obter as demandas condicionadas dos insumos $x_i^c(w, q)$ (Lema de Shephard).

Aplicando a teoria descrita ao problema a ser considerando obtêm-se a seguinte função de produção:

$$q = f(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (7)$$

onde x_1 representa mão-de-obra, x_2 tratores (como *proxy* de capital), x_3 fertilizantes e x_4 defensivos. Considerando que os produtores são minimizadores de custos tem-se o seguinte problema da firma:

$$\begin{aligned} \text{Min } C &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 \\ \text{S. a. : } q &= f(x_1, x_2, x_3, x_4) \end{aligned} \quad (8)$$

Contudo, os produtores podem adquirir fertilizantes, defensivos e tratores utilizando recursos próprios ou crédito rural acarretando assim em custos de oportunidade ou custos do capital (juros do crédito rural), o que será incorporado nos preços dos insumos. O preço dos insumos adquiridos com capital acrescido das taxas de juros de mercado e o preço dos insumos adquiridos com crédito acrescido dos juros do crédito rural. Desta forma seriam geradas duas demandas para cada um dos insumos listados acima:

$$\begin{aligned} \text{Min } C &= w_1x_1 + w_2^M x_2^M + w_2^C x_2^C + w_3^M x_3^M + w_3^C x_3^C + w_4^M x_4^M + w_4^C x_4^C \\ \text{S. a. : } &\left\{ \begin{array}{l} q = f(x_1, x_2^M, x_2^C, x_3^M, x_3^C, x_4^M, x_4^C) \\ x_2 = x_2^M + x_2^C; \\ x_3 = x_3^M + x_3^C \\ x_4 = x_4^M + x_4^C \end{array} \right. \end{aligned}$$

sendo:

$$w_2^M = r^M w_2;$$

$$w_2^C = r^C w_2;$$

$$w_3^M = r^M w_3;$$

$$w_3^C = r^C w_3;$$

$$w_4^M = r^M w_4;$$

$$w_4^C = r^C w_4;$$

Em que w_i^C representa o preço do insumo acrescido das taxas de juros do crédito rural ($r^C = 1 + i^C$) e w_i^M representa o preço do insumo acrescido das taxas de juros do mercado ($r^M = 1 + i^M$).

Resolvendo o problema de minimização de custos é possível encontrar as demandas condicionadas:

$$x_i^C = f(w_1, w_2^M, w_2^C, w_3^M, w_3^C, w_4^M, w_4^C, y) \quad (9)$$

Que substituídas na função inicial obtém-se a função custo de longo prazo:

$$C = f(w_1, w_2^M, w_2^C, w_3^M, w_3^C, w_4^M, w_4^C, y) \quad (10)$$

Da qual é possível se obter as demandas condicionadas ao se derivar em relação aos preços dos insumos.

Tomando-se as demandas individualmente de fertilizantes com crédito e por recursos próprios, teremos:

$$x_i^{FC} = \beta_0 + \beta_1 w_1 + \beta_2 w_2 + \beta_3^M w_3^M + \beta_3^C w_3^C + \beta_4^M w_4^M + \beta_4^C w_4^C + \beta_5 y \quad (11)$$

$$x_i^{FM} = \beta_0 + \beta_1 w_1 + \beta_2 w_2 + \beta_3^M w_3^M + \beta_3^C w_3^C + \beta_4^M w_4^M + \beta_4^C w_4^C + \beta_5 y \quad (12)$$

Sendo a demanda total:

$$x^{FM} + x^{FC} = \beta'_0 + \beta'_1 w_1 + \beta'_2 w_2 + \beta_3^{M'} (r^M w_3) + \beta_3^{C'} (r^C w_3) + \beta_4^{M'} (r^M w_4) + \beta_4^{C'} (r^C w_4) + \beta_5 y \quad (13)$$

Em que β'_i é a soma de cada parâmetro das equações individuais x^{FM} e x^{FC} . A equação (13) é a equação de demanda a ser estimada, pelo fato de não ser possível separar as demandas financiadas pelo crédito oficial daquela financiada com recursos privados.

Aplicando \ln nas variáveis tem-se:

$$\ln x^F = \beta'_0 + \beta'_1 \ln w_1 + \beta_2^{M'} \ln w_2 + \beta_2^{M'} \ln r^M + \beta_2^{C'} \ln w_2 + \beta_2^{C'} \ln r^C + \beta_3^{M'} \ln w_3 + \beta_3^{M'} \ln r^M + \beta_3^{C'} \ln w_3 + \beta_3^{C'} \ln r^C + \beta_4^{M'} \ln w_4 + \beta_4^{M'} \ln r^M + \beta_4^{C'} \ln w_4 + \beta_4^{C'} \ln r^C + \beta_5 y + e \quad (14)$$

Resultando assim na demanda por fertilizantes a ser estimada, seguindo o mesmo procedimento para se estimar as demandas dos outros insumos.

2.2. MODELO EMPÍRICO⁸

A metodologia adotada neste trabalho é a função transcendental logarítmica, também conhecida como função Translog, que apresenta termos lineares e quadráticos e permite que se utilize quantidade arbitrária de insumos. Este tipo de função não impõe condições de separabilidade dos insumos, mas possibilita que as mesmas sejam testadas. A possibilidade de estimação das elasticidades de substituição entre as variáveis dependentes da função de custo é uma das vantagens apresentadas na utilização desta técnica.

Com base na teoria da dualidade é possível que sejam estimadas funções translog do custo ou do lucro em que a tecnologia da função de produção é captada pela função de

⁸ Com base em Castro et al. (2004).

custo $C(w, y)$. Para tanto, algumas condições devem ser observadas: a função deve ser obtida de agentes minimizadores de custos, a função custo deve ser homogênea de grau 1 nos preços, côncava, não decrescente nos preços e contínua.

As vantagens apresentadas ao se utilizar a função de custos ao invés da função de produção são: homogeneidade de grau 1 nos preços independentemente do grau de homogeneidade da função de produção, quantidade de insumo como variável endógena devido os preços serem variáveis independentes e menos problemas de multicolinearidade nos preços que nas quantidades.

Assim, partindo-se da Função de custo mínimo:

$$C^* = f(w, y) \quad (15)$$

sendo w o vetor de preços dos insumos e y a área cultivada. Na forma translog tem-se:

$$\ln C = \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln w_i + \beta_y \ln y + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \sum \beta_{yi} \ln w_i \ln y \quad (16)$$

Que adaptando ao modelo descrito tem-se:

$$\begin{aligned} \ln C = & \beta_0 + \beta_1 \ln w_1 + \beta_2 \ln w_2 + \beta_3 \ln w_3 + \beta_4 \ln w_4 + \beta_5 \ln y + \beta_6 \ln \text{txrural} + \\ & \beta_7 \ln \text{txmerc} + \frac{1}{2} (\beta_{11} \ln w_1^2 + \beta_{12} \ln w_1 \ln w_2 + \beta_{13} \ln w_1 \ln w_3 + \beta_{14} \ln w_1 \ln w_4 + \\ & \beta_{21} \ln w_2 \ln w_1 + \beta_{22} \ln w_2^2 + \beta_{23} \ln w_2 \ln w_3 + \beta_{24} \ln w_2 \ln w_4 + \beta_{31} \ln w_3 \ln w_1 + \\ & \beta_{32} \ln w_3 \ln w_2 + \beta_{33} \ln w_3^2 + \beta_{34} \ln w_3 \ln w_4 + \beta_{41} \ln w_4 \ln w_1 + \beta_{42} \ln w_4 \ln w_2 + \\ & \beta_{43} \ln w_4 \ln w_3 + \beta_{44} \ln w_4^2) + \beta_{51} \ln w_1 \ln y + \beta_{52} \ln w_2 \ln y + \beta_{53} \ln w_3 \ln y + \beta_{54} \ln w_4 \ln y + \\ & \beta_{61} \ln w_1 \ln \text{txrural} + \beta_{62} \ln w_2 \ln \text{txrural} + \beta_{63} \ln w_3 \ln \text{txrural} + \beta_{64} \ln w_4 \ln \text{txrural} + \\ & \beta_{71} \ln w_1 \ln \text{txmerc} + \beta_{72} \ln w_2 \ln \text{txmerc} + \beta_{73} \ln w_3 \ln \text{txmerc} + \beta_{74} \ln w_4 \ln \text{txmerc} \quad (17) \end{aligned}$$

Derivando-se a função de custo total em relação à w_i , encontram-se as parcelas de custos de cada fator:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i} = \frac{\partial C}{\partial w_i} \frac{w_i}{C} \quad (18)$$

Aplicando-se o Lema de Shephard a função de custo total ($\partial C / \partial w_i = x_i$) tem-se:

$$\frac{\partial C}{\partial w_i} \frac{w_i}{C} = \frac{x_i w_i}{C} = S_i \quad (19)$$

onde S_i representa a parcela de custo do fator i , que pode ser reescrita de forma genérica como:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i} = S_i = \beta_i + \sum_j \beta_{ij} \ln w_j \quad (20)$$

Assim as parcelas de custo ficam:

$$S_1 = \beta_1 + \beta_{11} \ln w_1 + \beta_{12} \ln w_2 + \beta_{13} \ln w_3 + \beta_{14} \ln w_4 + \beta_{51} \ln y + \beta_{61} \ln t_{\text{rural}} + \beta_{71} \ln t_{\text{merc}} \quad (21)$$

$$S_2 = \beta_2 + \beta_{21} \ln w_1 + \beta_{22} \ln w_2 + \beta_{23} \ln w_3 + \beta_{24} \ln w_4 + \beta_{52} \ln y + \beta_{62} \ln t_{\text{rural}} + \beta_{72} \ln t_{\text{merc}} \quad (22)$$

$$S_3 = \beta_3 + \beta_{31} \ln w_1 + \beta_{32} \ln w_2 + \beta_{33} \ln w_3 + \beta_{34} \ln w_4 + \beta_{53} \ln y + \beta_{63} \ln t_{\text{rural}} + \beta_{73} \ln t_{\text{merc}} \quad (23)$$

$$S_4 = \beta_4 + \beta_{41} \ln w_1 + \beta_{42} \ln w_2 + \beta_{43} \ln w_3 + \beta_{44} \ln w_4 + \beta_{54} \ln y + \beta_{64} \ln t_{\text{rural}} + \beta_{74} \ln t_{\text{merc}} \quad (24)$$

Impondo-se as condições de homogeneidade e simetria na função tem-se: $\sum_i \beta_i = 1$, $\sum_i \beta_{ij} = 0$, devido à simetria $\sum_i \beta_{ji} = 0$ e $\sum_i S_i = 1$. Optou-se também por excluir uma das expressões de parcela de custo, a fim de evitar singularidade na matriz de variância e covariância, o que resultou na normalização dos preços. Greene (2003) aponta que, independentemente da equação cortada, os valores dos coeficientes estimados serão os mesmos ao se utilizar o método SUR iterativo para a estimação.

Assim o sistema a ser estimado é:

$$\begin{aligned}
\ln(C/w_4) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(w_1/w_4) + \beta_2 \ln(w_2/w_4) + \beta_3 \ln(w_3/w_4) + \beta_5 \ln y \\
& + \beta_6 \ln t_{x\text{rural}} + \beta_7 \ln t_{x\text{merc}} + \frac{1}{2} \beta_{11} \ln(w_1/w_4)^2 + \beta_{12} \ln(w_1/w_4) \ln(w_2/w_4) \\
& + \beta_{13} \ln(w_1/w_4) \ln(w_3/w_4) + \frac{1}{2} \beta_{22} \ln(w_2/w_4)^2 + \beta_{23} \ln(w_2/w_4) \ln(w_3/w_4) \\
& + \frac{1}{2} \beta_{33} \ln w_3^2 + \beta_{51} \ln(w_1/w_4) \ln y + \beta_{52} \ln(w_2/w_4) \ln y + \beta_{53} \ln(w_3/w_4) \ln y \\
& + \beta_{61} \ln(w_1/w_4) \ln t_{x\text{rural}} + \beta_{62} \ln(w_2/w_4) \ln t_{x\text{rural}} + \beta_{63} \ln(w_3/w_4) \ln t_{x\text{rural}} \\
& + \beta_{71} \ln(w_1/w_4) \ln t_{x\text{merc}} + \beta_{72} \ln(w_2/w_4) \ln t_{x\text{merc}} + \beta_{73} \ln(w_3/w_4) \ln t_{x\text{merc}} \quad (25)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_1 = & \beta_1 + \beta_{11} \ln(w_1/w_4) + \beta_{12} \ln(w_2/w_4) + \beta_{13} \ln(w_3/w_4) + \beta_{51} \ln y + \beta_{61} \ln t_{x\text{rural}} + \\
& \beta_{71} \ln t_{x\text{merc}} \quad (26)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_2 = & \beta_2 + \beta_{12} \ln(w_1/w_4) + \beta_{22} \ln(w_2/w_4) + \beta_{23} \ln(w_3/w_4) + \beta_{52} \ln y + \beta_{62} \ln t_{x\text{rural}} + \\
& \beta_{72} \ln t_{x\text{merc}} \quad (27)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_3 = & \beta_3 + \beta_{13} \ln(w_1/w_4) + \beta_{23} \ln(w_2/w_4) + \beta_{33} \ln(w_3/w_4) + \beta_{53} \ln y + \beta_{63} \ln t_{x\text{rural}} + \\
& \beta_{73} \ln t_{x\text{merc}} \quad (28)
\end{aligned}$$

Os coeficientes que foram removidos no processo de normalização são calculados da seguinte forma:

$$\beta_4 = 1 - \beta_1 - \beta_2 - \beta_3 \quad (29)$$

$$\beta_{14} = -\beta_{11} - \beta_{12} - \beta_{13} \quad (30)$$

$$\beta_{24} = -\beta_{12} - \beta_{22} - \beta_{23} \quad (31)$$

$$\beta_{34} = -\beta_{13} - \beta_{23} - \beta_{33} \quad (32)$$

$$\beta_{44} = -\beta_{14} - \beta_{24} - \beta_{34} \quad (33)$$

$$\beta_{54} = -\beta_{51} - \beta_{52} - \beta_{53} \quad (34)$$

$$\beta_{64} = -\beta_{61} - \beta_{62} - \beta_{63} \quad (35)$$

$$\beta_{74} = -\beta_{71} - \beta_{72} - \beta_{73} \quad (36)$$

Os parâmetros do sistema de equações são estimados pelo Método SUR iterativo (*Seemingly Unrelated Regression*).

Para realizar as análises serão calculadas as elasticidades preço da demanda compensada dos insumos (diretas e cruzadas) bem como as elasticidades parciais de substituição de Allen. Partindo-se da parcela de custo da demanda:

$$S_i = \frac{x_i w_i}{C} \quad (37)$$

Onde η_{ii} é a elasticidade-preço direta:

$$\eta_{ii} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln w_i} = \frac{\partial x_i}{\partial w_i} \frac{w_i}{x_i} \quad (38)$$

Aplicando logaritmo na expressão da parcela de custo podemos reescrever a elasticidade como:

$$\eta_{ii} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln w_i} = \frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln w_i} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i} - \frac{\partial \ln w_i}{\partial \ln w_i} = \frac{\beta_{ii}}{S_i} + S_i + 1 \quad (39)$$

As elasticidades-preço cruzadas da demanda são obtidas de maneira análoga:

$$\eta_{ij} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln w_j} = \frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln w_j} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_j} - \frac{\partial \ln w_i}{\partial \ln w_j} \quad (40)$$

Sendo $\frac{\partial \ln w_i}{\partial \ln w_j} = 0$,

$$\eta_{ij} = \frac{\beta_{ij}}{S_i} + S_j \quad (41)$$

Os cálculos das elasticidades das demandas em relação à área e as taxas de juros são realizados da seguinte forma:

$$\eta_{ik} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln k} = \frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln k} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln k} - \frac{\partial \ln w_i}{\partial \ln k} \quad (42)$$

Onde k representa área ou taxas de juros.

Sendo $\frac{\partial \ln w_i}{\partial \ln k} = 0$,

$$\eta_{ik} = \frac{\beta_{ik}}{S_i} + \beta_k \quad (43)$$

As elasticidades parciais de substituição de Allen das demandas podem ser obtidas da seguinte forma:

$$\sigma_{ii} = \frac{\eta_{ii}}{S_i} = \frac{\beta_{ii}}{S_i \cdot S_i} + \frac{S_i}{S_i} - \frac{1}{S_i} = \frac{\beta_{ii}}{S_i^2} - \frac{1}{S_i} + 1 \quad (44)$$

sendo σ_{ii} a elasticidade parcial da demanda. De maneira análoga:

$$\sigma_{ij} = \frac{\eta_{ij}}{S_j} = \frac{\beta_{ij}}{S_i \cdot S_j} + 1 \quad (45)$$

pela condição de simetria $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$.

Os erros-padrões das elasticidades parciais de substituição e elasticidades-preço de substituição da demanda podem ser obtidas por meio dos erros-padrões dos coeficientes, sendo:

$$ep_{\eta_{ii}} = \frac{ep_{\beta_{ii}}}{s_i}, \quad ep_{\eta_{ij}} = \frac{ep_{\beta_{ij}}}{s_i}, \quad ep_{\sigma_{ii}} = \frac{ep_{\beta_{ii}}}{s_i^2}, \quad ep_{\sigma_{ij}} = \frac{ep_{\beta_{ij}}}{s_i s_j}, \quad (46)$$

2.3. DADOS

Os dados necessários para a execução do trabalho são relativos ao período de 1999 a 2012 e foram coletados de diversas fontes, a Tabela 3 apresenta os dados e suas respectivas fontes.

Tabela 3 – Fontes dos dados

Dado	Fonte
Crédito Rural	Anuários Estatísticos do Crédito Rural - Banco Central
	Bacha (2012) para taxas do Crédito Rural de 1999 até 2010.
Taxas de Juros	Cálculos do autor para as taxas do Crédito Rural dos anos e 2011 e 2012. Copom - Banco Central para a taxa de juros SELIC.
Consumo de Fertilizantes	Anuários Estatísticos da Associação Nacional de Disseminação de Adubos (ANDA).
Consumo de Máquinas	Anuários Estatísticos da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).
Consumo e Preços de Defensivos	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal (SINDVEG).
Preços de Tratores e Fertilizantes	Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (IEA-SP).
Preços e Quantidade de Mão-de-Obra e Área Cultivada	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns dados utilizados no trabalho foram elaborados a partir de dados obtidos nas fontes citadas. Sendo as variáveis calculadas da seguinte forma:

- Taxa de juros para agricultura dos anos de 2011 e 2012, foram calculadas seguindo a metodologia apresentada por Bacha *et al.* (2005). Este cálculo se trata de uma média das taxas de juros das diferentes fontes de recursos (disponível no *site* do Banco Central⁹), ponderada pelas respectivas participações no montante total de crédito rural, obtendo-se assim a taxa de juros nominal, e ao descontar o índice IGP-DI de inflação obtêm-se a taxa real.

- Preço dos fertilizantes: o cálculo foi realizado utilizando a metodologia adotada por Nicolella *et al.* (2005). Foram coletados os preços de N , P_2O_5 e K_2O no *site* do IEA-SP¹⁰ e deflacionados pelo IGP-DI para reais de 2012. A partir da participação destes nutrientes no total consumido, disponível nos Anuários da ANDA, foi calculada uma média ponderada do preço dos nutrientes chegando ao preço dos fertilizantes.

- Preços dos defensivos: foram obtidos convertendo o valor total das vendas em cada ano, de dólares americanos para reais, utilizando o valor médio do câmbio no ano. Posteriormente o valor foi atualizado para reais de dezembro de 2012 utilizando o indexador IGP-DI, e dividido pela quantidade de produto comercializada.

Os cálculos relativos a máquinas foram realizados com base nos procedimentos adotados por Gomes (2006), com algumas pequenas diferenças. Sendo:

- Quantidade de máquinas: somatória dos últimos 10 anos de tratores adquiridos, multiplicado por mil, a fim de obter um valor que represente a oferta potencial de horas máquina.

- Preço de máquinas: primeiramente foi calculado um valor de estoque, composto pela quantidade de tratores adquiridos nos últimos 10 anos multiplicado pelo preço do equipamento no ano de aquisição (em reais de 2012). Obtido o valor de estoque, foi calculado o “custo de estoque”, composto pela depreciação¹¹ do estoque (10%) e o custo de oportunidade do capital aplicado (6%), que ao ser dividido pela quantidade de máquinas (em horas) obteve-se o preço de máquinas.

⁹ www.bcb.gov.br.

¹⁰ www.iea.sp.gov.br

¹¹ Para o cálculo da depreciação foi adotado o Método das Quotas Constantes, descrito por Iudícibus *et al.* (1994), no qual o equipamento sofre desvalorizações de mesmo valor nominal a cada ano que passa. Esta escolha se deu por ser “um método simples e razoável”, como aponta o autor.

-Área cultivada (*proxy* de produção): considera as áreas plantadas relativas às culturas de algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho, soja e trigo.

-Mão-de-obra: foram considerados os trabalhadores rurais que se declararam na condição de “empregado” na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD.

3. RESULTADOS

3.1. ANÁLISE DA TAXA DE JUROS DO CRÉDITO RURAL

A taxa de juros do crédito rural abordada neste trabalho é uma taxa agregada, relativa a todas as fontes de recursos dos empréstimos do crédito rural somados. Por ser desta forma é resultado da média ponderada das taxas das diferentes fontes que compõem o montante total ofertado. Bacha (2012) apontou a existência de dois tipos de fontes, as de baixo custo e as de custo normal de captação. Quando as participações das diferentes fontes variam, a tendência é que a taxa de juros também varie. A Figura 3 ilustra a composição dos recursos do crédito rural ao longo do período analisado.

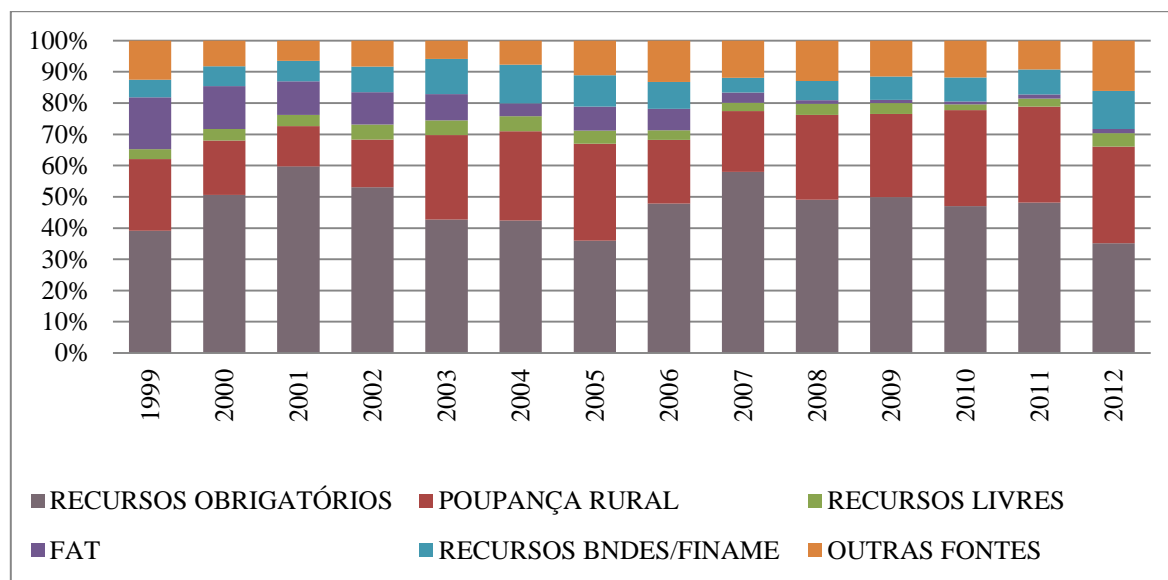


Figura 3 – Fontes de recursos do crédito rural¹².

Fonte: Anuário Estatístico do Crédito Rural – Banco Central (vários anos).

Os Recursos Obrigatórios seguidos da Poupança Rural ficam entre as maiores fontes de recursos do crédito rural, juntos representam em média 71,41% do capital no período de 1999 a 2012. Foi encontrada uma correlação de -0,58 entre a participação destas

¹² Outras fontes é composto por: Recursos do Tesouro, Fundos Constitucionais, Fundos de Commodities, Recursos FTRA/Banco da Terra, Recursos do Governo Estadual, Recursos do Funcafé, Recursos Externos – 63 Rural, Faculdade de Aplicação – Compulsório, Instrumento Híbrido de Capital e Dívida, Fundo Extra Mercado, Recursos INCRA/PROCERA; Recursos Especiais Remunerados e “Outras Fontes” (não sendo especificadas quais no Anuário Estatístico do Crédito Rural).

fontes e a taxa de juros do setor, o que ocorre devido aos custos inferiores destas fontes de recursos. A elevada participação destes recursos exerce grande influência na taxa de juros do crédito rural, tornando-a inferior ao mercado, o que já era esperado, uma vez que os Recursos Obrigatórios foram classificados por Bacha (2012) como fonte de baixo custo.

Outra fonte que apresentou elevada correlação (0,69) foi o Fundo de Amparo ao Trabalhador, o que é consistente por se tratar de uma fonte de elevada participação relativa, que está entre as fontes de custos normais de captação. A partir de 2003 esta fonte deixa de ser a terceira maior e passa a representar uma parcela inferior a 10% do total, ficando abaixo de 1,3% nos últimos anos.

Apesar de se tratar de uma média de diversas taxas diferentes, algumas com valores que chegam a ser várias vezes maior que a taxa de juros SELIC (taxa de referência para a economia), pode se notar na Figura 4 que a taxa nominal do crédito rural acompanha as tendências da taxa de mercado. Mas a partir do ano de 2010 é percebido que o “distanciamento” entre elas passa a não existir mais, chegando ao ponto em que a taxa do crédito rural supera a taxa SELIC. Porém é necessário frisar que a taxa do crédito rural se trata de uma taxa agregada, não sendo a taxa com que o produtor se depara diretamente, mas a taxa que o setor como um todo se depara. Outra consideração que deve ser feita é o fato da taxa de juros SELIC ser um referência para o mercado, mas as taxas efetivas com que o produtor se depara são mais elevadas dado que operações de crédito geralmente implicam em diversas taxas bancárias adicionais além da retenção de parte do montante contratado. A existência destes custos adicionais, que não são computados na taxa SELIC limita a análise gráfica.

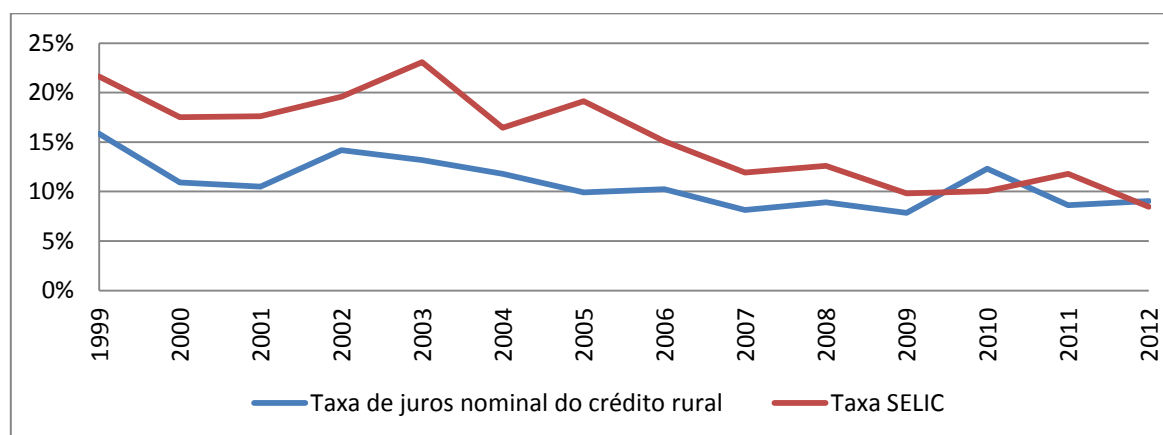


Figura 4 – Evolução da taxa de juros nominal e taxa SELIC.

Fonte: Banco Central do Brasil para taxa SELIC. Cálculos do autor para a taxa de juros nominal.

Mesmo com a diminuição da margem entre as taxas de juros, o que a princípio representaria uma redução do subsídio à agricultura, vários autores, entre eles Carvalho e Silva (2008), enfatizam que a inflação tem um papel crucial no subsídio e deve ser levada em conta na análise do subsídio. Desta forma apenas após considerar-se a inflação é possível afirmar se houve realmente transferência de recursos da sociedade para a agricultura ou não. A Tabela 4 apresenta as taxas de juros reais para o crédito agrícola.

Tabela 4 – Taxa Real de Juros do Crédito Rural

Ano	Taxa Real de Juros (%)
1999	-4,15
2000	1,13
2001	0,09
2002	-12,24
2003	5,51
2004	-0,34
2005	8,67
2006	6,43
2007	0,25
2008	-0,20
2009	9,29
2010	1,01
2011	3,60
2012	0,94

Fonte: Até 2010 Bacha (2012), para 2011 e 2012 cálculos do autor.

Como é possível notar, apenas em quatro anos do período analisado, (1999, 2002, 2004, 2008), foram praticadas taxas efetivamente negativas, sendo que nos últimos dez anos apenas em dois isto ocorre, mesmo assim com valores próximos a zero. Como é apontado por Gasques e Villa Verde (2003) e reforçado por Carvalho e Silva (2008), o apoio à agricultura nacional vêm se reduzindo ao passar dos anos, deixando a desejar até se comparado a países da América Latina e Caribe.

3.2. A DEMANDA POR MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

A demanda por máquinas agrícolas, representada pela quantidade demandada de tratores de rodas, tem crescido em média 11,29% ao ano, apesar dos anos em que houve retrações nas vendas de máquinas. Na Tabela 5 é possível notar que o crescimento da demanda no período de 1999 a 2005 foi negativo, acentuando-se em 2005.

Tabela 5 – Evolução da demanda por tratores no período de 1999 a 2012.

Ano	Máquinas	Variação %
1999	18788	-
2000	24591	30,89
2001	28203	14,69
2002	33217	17,78
2003	29476	-11,26
2004	28803	-2,28
2005	17729	-38,45
2006	20435	15,26
2007	31300	53,17
2008	43414	38,7
2009	45437	4,66
2010	56420	24,17
2011	52296	-7,31
2012	55819	6,74

Fonte: Anuários Estatísticos da ANFAVEA (de 1999 a 2012).

Conforme Bouças e Zanatta (2006), a crise na rentabilidade dos grãos no período de 2004 a 2006 veio a afetar o desempenho do mercado de máquinas agrícolas. Os autores enfatizam que neste período os recursos contratados no programa Moderfrota reduziram 57,6% (totalizando R\$ 997,2 milhões de reais) e os recursos contratados por Finame reduziram 95,4% (chegando em R\$ 23,63 milhões de reais). A queda nas vendas de tratores no período foi amenizada pela demanda da região Sudeste, que apresentou aumento nas aquisições de máquinas, impulsionado pelo setor sucroalcooleiro, citricultura e café (FERREIRA E VEGRO, 2006a), como é possível notar na Figura 5.

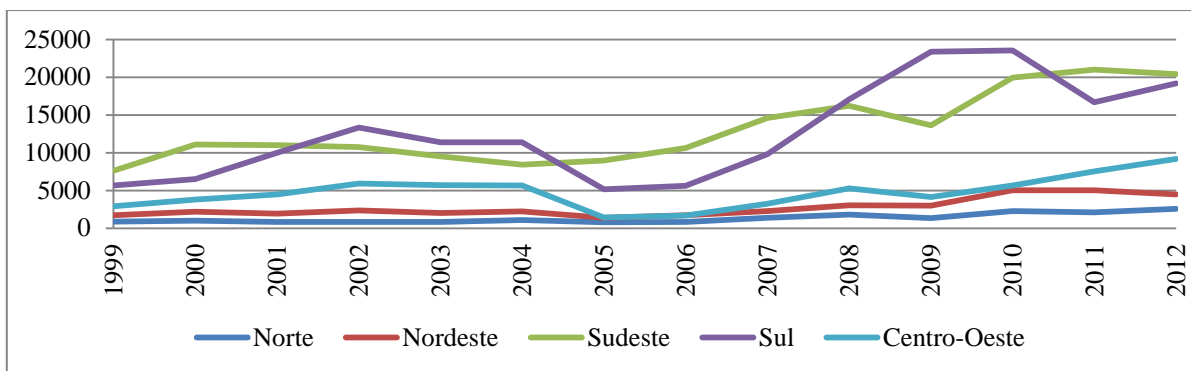


Figura 5 – Demanda por tratores por região no período de 1999 a 2012.

Fonte: ANFAVEA, elaboração própria.

Pela Resolução do Banco Central nº 3370 de junho de 2006, o teto de rendimento agropecuário bruto anual para que produtores tenham acesso a taxas reduzidas foi elevado de R\$ 150 mil para R\$ 250 mil. A nova resolução reduz as taxas de juros praticadas no programa, de 9,75% para 8,75% no caso dos produtores que se enquadram no teto e de 12,75% para 10,75% para os demais, além de permitir o financiamento de tratores com até 8 anos de uso, desde que vistoriados. Segundo Ferreira e Vegro (2006c) estas alterações ampliam consideravelmente a população abrangida pelo programa, criando potencial para a recuperação deste mercado. Esta revisão nas taxas de juros vai de encontro às colocações de Gasques e Villa Verde (2003) e Carvalho e Silva (2008) que as apontam como necessárias.

Nos anos de 2006 a 2010 há um grande aumento nas vendas de tratores, explicado em parte pelas alterações de 2006 e também pela nova linha de crédito Moderfrota – Proger¹³ em 2008. Associado a essas mudanças no programa de crédito houve o corte do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) incidente em tratores e caminhões, de 5% para 0%. Porém neste mesmo ano ocorreu uma elevação do preço do aço, refletindo em aumento dos preços de tratores em 2009 uma vez que essa matéria prima representa cerca de 20% dos custos de produção de máquinas em questão (Ferreira e Vegro, 2008).

A queda na venda de tratores no ano de 2011 está intimamente ligada à redução de tratores demandados pela região Sul (grande demandante de tratores juntamente com a região Sudeste), afetada por estiagens em 2010 resultando em queda da renda dos agricultores devido a perdas de produção. Até então esta região era o “carro-chefe” da

¹³ A linha Moderfrota – Proger abrange produtores que tenham renda de até R\$ 500 mil, sendo no mínimo 80% desta oriunda de atividade extrativista ou agropecuária.

recuperação do mercado de tratores. É interessante notar também que a região Sul apresenta um nível de demanda por tratores muito mais elevado que a região Centro-Oeste, apesar de apresentarem áreas cultivadas semelhantes, levando a crer que na região Sul as máquinas são de menor porte, uma vez que o tamanho médio da propriedade na região Sul é menor que o tamanho médio da propriedade na região Centro-Oeste.

As variações da demanda por novas máquinas e da taxa de juros do crédito rural podem ser analisadas comparativamente na Figura 6. A análise gráfica mostra uma relação negativa no comportamento das variáveis, tendo como a única exceção o ano de 2000. Foi encontrado um coeficiente de correlação de $-0,53$ entre estas variáveis.

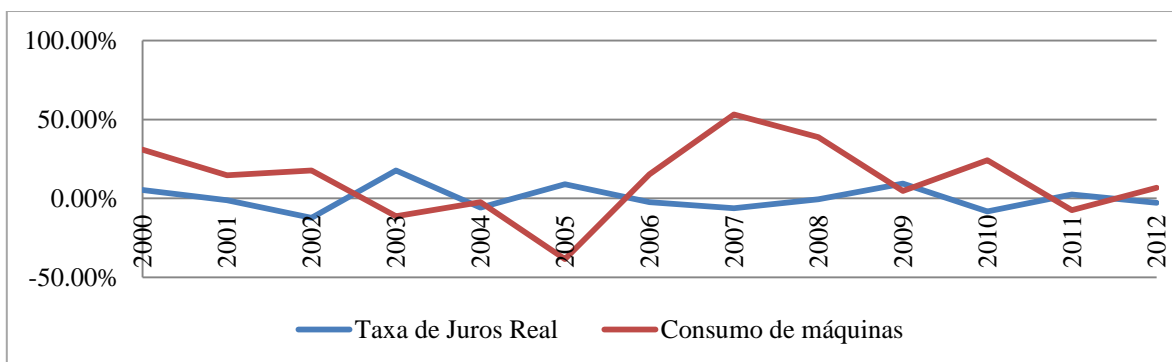


Figura 6 – Variação do consumo de máquinas no Brasil e da taxa real de juros do crédito rural.

Fonte: Resultados da pesquisa.

O resultado da análise gráfica é condizente, mesmo que indiretamente, com os resultados obtidos por Baricelo e Bacha (2013), que apontam os preços como um dos fatores determinantes da demanda por tratores. Apesar de não ter sido encontrada na literatura estudada como um condicionante da demanda por tratores, as taxas de juros tem um elevado potencial de influenciar a demanda por máquinas, levando em consideração que grande parte das aquisições é financiada via crédito rural, (58% para tratores e 93% para colheitadeiras em 2002, segundo Salomão (2003)).

3.3. A DEMANDA POR FERTILIZANTES NO BRASIL

A demanda nacional por fertilizantes teve um crescimento de 131,73% no período analisado, como é possível notar na Tabela 6. Associado ao aumento da demanda é

observado uma intensificação do uso de fertilizantes por hectare, que apresentou aumento de 69,79% no consumo. Estes fatos apontam para um uso mais intensivo do solo com a finalidade de se obter ganhos de produtividade.

Tabela 6 – Consumo de fertilizantes no Brasil.

Ano	Mil Ton	Kg/ha
1999	5.438,89	107,27
2000	6.567,98	126,75
2001	6.686,68	129,49
2002	7.681,20	140,91
2003	9.449,17	161,63
2004	9.612,44	152,49
2005	8.526,14	132,56
2006	8.906,06	142,35
2007	10.584,87	169,80
2008	9.386,79	143,25
2009	9.060,48	137,86
2010	10.133,56	155,01
2011	11.656,34	171,01
2012	12.603,78	182,15

Fonte: Anuário estatístico da ANDA (vários anos) para consumo total, e elaboração própria para consumo por área.

O grande aumento de quantidade consumida de 1999 para 2000 é explicado pelo fato de 1999 ter sido um ano conturbado com elevada desvalorização cambial e algumas restrições nos montantes de crédito. O elevado aumento no consumo de 2003 pode ser explicado pelo aumento dos preços recebidos pelos agricultores (a soja, por exemplo, passou de R\$ 20,00 em abril de 2002 para R\$ 34,36 no mesmo mês de 2003¹⁴), que gera incentivo a buscar aumentos de produtividade.

No ano de 2004 é notada a estabilização dos níveis de consumo, seguida de queda em 2005. Ferreira e Vegro (2006b) apontam que esta redução de consumo é decorrência de baixa nos preços de algumas *commodities* agrícolas, variações no câmbio e preços do petróleo. A queda no consumo no ano de 2009 é apontada por Costa e Silva (2012) como reflexo da crise financeira mundial, tendo um elevado impacto nas importações de fertilizantes neste ano, potencializada pelo uso dos estoques formados pelos produtores no

¹⁴ Dados extraídos dos Anuários de Informações Estatísticas da Agricultura dos anos de 2002 e 2003 publicados pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo.

ano anterior. No ano de 2012 foi registrado o novo recorde de vendas de fertilizantes pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), 12,603 mil toneladas, fruto dos elevados preços recebidos pelos produtores (FERREIRA E VEGRO, 2012).

É possível notar na Figura 7 que as diferentes regiões do país apresentam variações de demanda sempre na mesma direção, ou seja, quando a demanda tende a aumentar ou reduzir em uma região, o mesmo é observado nas demais. As exceções ocorrem para a região Sudeste nos anos de 2001, 2004 e 2005 e para a região Centro-Oeste nos anos de 2006 e 2009.

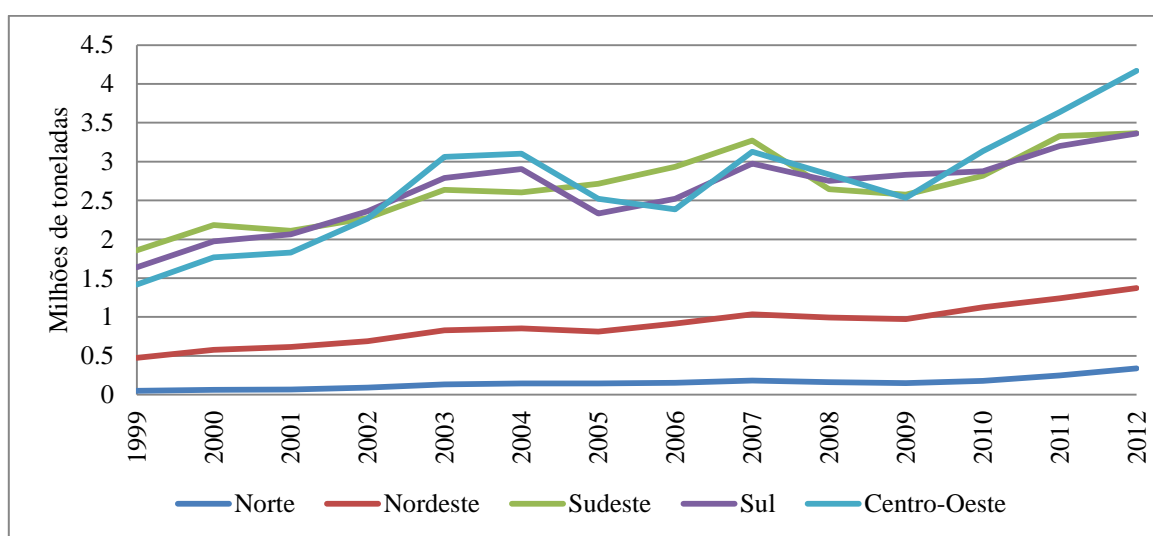


Figura 7 – Consumo regional de fertilizantes no Brasil no período de 1999 a 2012

Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos – Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes (1999 a 2012).

Com isso, se torna mais provável que diferenças regionais não venham a gerar influências nas demandas por fertilizantes. Assim os possíveis fatores determinantes das demandas por este insumo sejam os preços do próprio produto, os preços recebidos pelo produtor e o volume de crédito rural, como aponta Nicolella *et al* (2005). Este resultado reforça a necessidade de se estudar o impacto das taxas de juros do crédito rural nas demandas por fertilizantes.

Analisando graficamente as variações na demanda por fertilizantes no Brasil em comparação com as taxas de juros reais do crédito rural não mostra relação negativa, como esperado, de maneira tão evidente como na situação anterior. As variações são apresentadas na Figura 8.

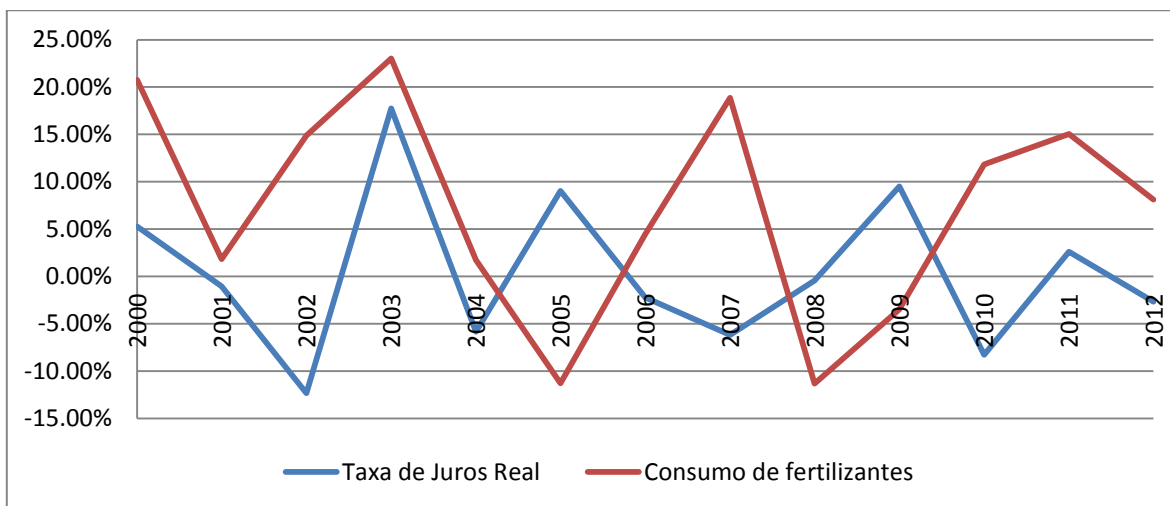


Figura 8 - Variação do consumo de fertilizantes no Brasil e da taxa real de juros.

Fonte: Resultados da pesquisa.

É notado que do ano de 2000 até 2004 as variações da demanda seguem a mesma tendência da taxa de juros, porém a partir de 2004 a relação se inverte, até o ano de 2009, quando voltam a se comportar da mesma forma.

Contudo não é descartada a possibilidade que as taxas de juros do crédito rural venham a interferir de alguma forma no consumo de fertilizantes, talvez de forma menos intensa devido a maior essencialidade e menor possibilidade de substituição deste insumo para a atividade agrícola que as máquinas.

3.4. DEMANDA POR DEFENSIVOS NO BRASIL.

O consumo de defensivos agrícolas apresentou um crescimento de 185,77% no período de 1999 até 2012, como é possível notar na Tabela 7. Associado a isso é observado também um aumento no uso de defensivos por hectare, passando de 5,68 Kg/ha para 11,90 Kg/ha, sinalizando a intensificação de seu uso. Apenas nos anos de 2002, 2006 e 2010 ocorreram reduções nas demandas por defensivos.

Tabela 7 - Consumo de defensivos no Brasil.

Ano	Mil Ton	Kg/ha
1999	288,08	5,68
2000	313,82	6,06
2001	328,41	6,36
2002	306,58	5,62
2003	376,08	6,43
2004	463,6	7,35
2005	485,97	7,56
2006	480,12	7,67
2007	599,83	9,62
2008	673,89	10,28
2009	719,63	10,95
2010	708,59	10,84
2011	730,63	10,72
2012	823,23	11,90

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDVEG)¹⁵.

A variação do consumo de defensivos agrícolas apresentou um coeficiente de correlação de 0,28 com a variação da taxa de juros do crédito rural, porém a análise gráfica, por meio da Figura 9, não aponta para a relação esperada entre as variáveis. Apenas no período de 2000 a 2003 é notado comportamento similar que poderia indicar algum tipo de relação, mas essa acontece no sentido oposto ao que seria esperado.

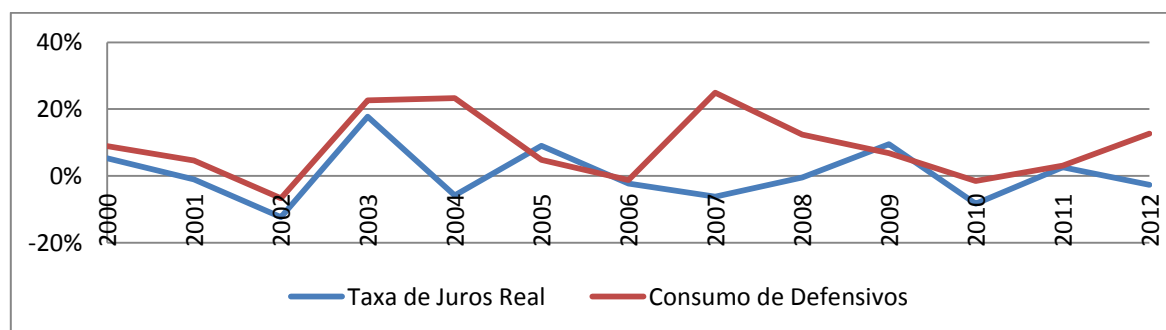


Figura 9 – Variação do consumo de defensivos no Brasil e da taxa real de juros.

Fonte: resultados da pesquisa.

¹⁵ Até o final do ano de 2013 era denominado Sindicato Nacional da Indústria para Defesa Agrícola (SINDAG).

A demanda por defensivos está fortemente ligada à existência de pragas e ao risco de infestação caso haja focos nas áreas próximas. Ferreira *et al* (2013) apontam que a soja é grande demandante de defensivos, responsável por 47% do consumo em 2012, seguida pela cana de açúcar (12,8%) e o milho (9,4%). Dada a proporção representada pela soja, é possível associar o grande aumento na demanda por defensivos no período analisado com o aparecimento da ferrugem asiática da soja. Segundo dados do Consórcio Antiferrugem¹⁶ esta doença que chegou ao Brasil em 2001 vem causando sucessivas perdas de produção. É estimado que na safra 2010/2011 foram gastos US\$ 2,1 bilhões com a prevenção.

Da mesma forma que os fertilizantes, não é descartada a hipótese de influência das taxas de juros reais na demanda por defensivos agrícolas. Porém é preciso se atentar para o fato de que esta demanda pode ser influenciada por fatores exógenos, como pragas e infestações, além do fato de ser um insumo essencial à atividade agrícola.

3.5. DEMANDA POR MÃO-DE-OBRA

A mão-de-obra agrícola empregada no Brasil apresentou redução de 9,64% no período analisado, passando de 4,58 milhões de pessoas em 1999 para 4,14 milhões em 2012 (PNAD, 2012). Autores como Staduto *et al* (2004) e Buianain e Dedecca (2010) analisam as causas destas reduções de mão-de-obra no campo, e tem-se chegado a diversos motivos que passam por redução do tamanho e envelhecimento das famílias, migração dos jovens do campo para as cidades e o aumento da mecanização da agricultura.

Porém a variação ano a ano da mão-de-obra empregada na agricultura apresentou dados que não seguem uma tendência contínua e nenhuma relação aparente com as variações da taxa de juros. A Figura 10 possibilita a análise gráfica das variações da mão-de-obra conjuntamente com a taxa de juros.

¹⁶ Parceria público-privada no combate a ferrugem asiática da soja, com participação da Embrapa, que teve início em setembro de 2004. Buscam estudar e orientar os produtores quanto a formas de combate à praga, relativamente nova para os agricultores nacionais.

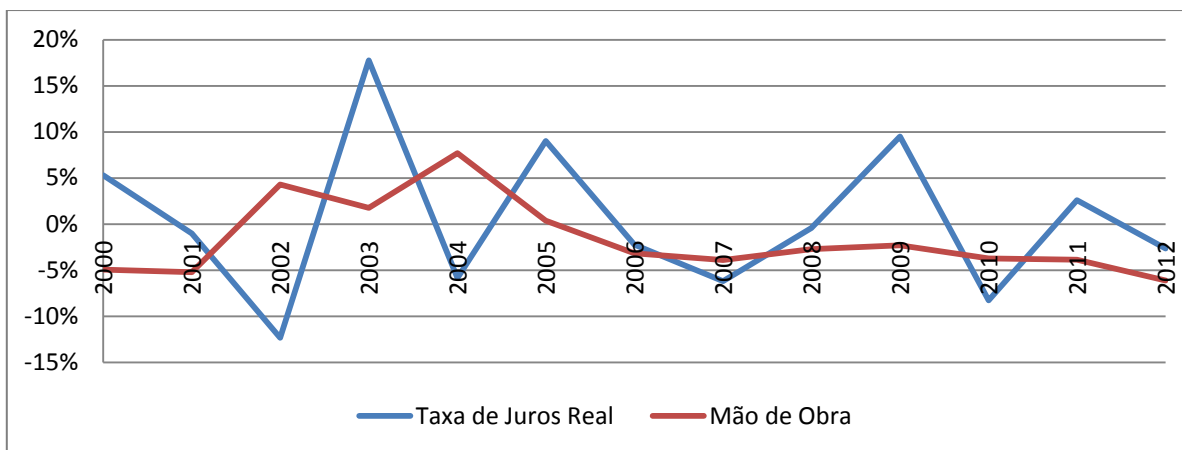


Figura 10 – Variação da mão-de-obra empregada na agricultura e da taxa de juros real.

Fonte: resultados da pesquisa.

A análise gráfica não aponta evidências de correlação entre as variáveis, já esperada por se tratar de um fator produtivo que é indispensável para a atividade, mesmo com a substituição de grande parte de seu contingente por máquinas. Buainain e Dedecca (2010) apontam que existe atualmente uma necessidade de ganhos de produtividade nas propriedades agrícolas¹⁷ impulsionada pela agroindústria. Para que sejam possíveis estes ganhos de produtividade se faz necessário a utilização de insumos mais modernos e adoção e intensificação da mecanização. Esta mudança na estrutura produtiva da agricultura faz com que as menores quantidades de trabalhadores contratados sejam mais qualificados. Outro fato que colabora com a baixa expectativa de associação entre a taxa de juros e a mão-de-obra é a elevada participação de pessoas que tem laços de parentesco com o proprietário nas atividades, 62,92% segundo o censo rural de 2006.

3.6. ANÁLISES ECONÔMICAS

O modelo Translog é bastante utilizado quando há o interesse de estimar as elasticidades preço e substituição entre bens ou insumos. É também utilizado para a determinação de impactos de variáveis nas demandas e nas parcelas de dispêndios. No presente estudo foram estimadas as parcelas de dispêndios para fertilizantes, defensivos,

¹⁷ Exceto as propriedades com atividades de subsistência.

máquinas e mão-de-obra, além da função custo, para 4 diferentes amostras, sendo elas: Brasil sem a região Norte; a região Centro-Oeste mais os estados de Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia (MAPITOBA), chamada a partir daqui de CO-MAPITOBA; a região Sul; e a região Sudeste. Assim o objetivo vai além de apenas observar possíveis efeitos da taxa de juros rural e de mercado nas demandas dos principais insumos agrícolas no Brasil, mas também nas regiões de características agrícolas diferentes.

A escolha dos estados que compõem a região CO-MAPITOBA é justificada por se tratar de áreas com atividade agrícola relativamente recente, enquanto nas regiões Sul e Sudeste a atividade é explorada desde o período colonial. Já a escolha do Brasil excluída a região Norte resulta da baixa participação da região na agricultura, que não ultrapassa 5% da área cultivada quando se considera todas as culturas.

Para tal foi estimado o sistema translog descrito acima, utilizando um painel de dados com a estrutura de dados empilhados, sendo repetidas mais duas vezes as estimações para cada região fazendo a troca do insumo que normaliza o sistema a fim de se obter o erro-padrão para todos coeficientes de maneira confiável.

3.6.1. BRASIL SEM A REGIÃO NORTE

A Tabela 8 apresenta os coeficientes estimados para o sistema de equações descrito anteriormente. Nas linhas estão os resultados para cada equação do sistema, a função custo e as parcelas de dispêndio. Nas colunas estão dispostos os coeficientes para as variáveis. A função custo total apresenta coeficientes negativos para os preços de máquinas e defensivos, o que não era esperado. Nicholson e Snyder (2012) apontam que esse tipo de comportamento, de redução no Custo Total frente aumentos de preços revela que os produtores não são minimizadores de custo, dado que ao ocorrer aumentos nos preços os produtores conseguem reduzir o custo total da mesma quantidade de produção.

Tabela 8 – Coeficientes estimados para o Brasil sem a região Norte.

	CONST.	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
F.CUSTO	7.800*** (0.354)	-0.081*** (0.021)	-0.329*** (0.048)	-0.038 <i>n.s.</i> (0.035)	1.449*** (0.080)	0.724*** (0.024)	-0.027 <i>n.s.</i> (0.082)	-0.139 <i>n.s.</i> (0.109)
S MAQ.		-0.015 <i>n.s.</i> (0.010)	-0.014** (0.006)	-0.042*** (0.006)	0.072*** (0.004)	0.001 <i>n.s.</i> (0.001)	-0.005 <i>n.s.</i> (0.004)	0.038*** (0.007)
S DEF.			-0.027*** (0.008)	-0.047*** (0.005)	0.088*** (0.009)	0.044*** (0.003)	0.001 <i>n.s.</i> (0.010)	0.049*** (0.016)
S FERT.				0.029*** (0.006)	0.060*** (0.007)	0.035*** (0.002)	-0.012* (0.007)	0.033*** (0.011)
S M.O.					-0.221*** (0.015)	-0.081*** (0.005)	0.016 <i>n.s.</i> (0.017)	-0.120*** (0.026)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

As elasticidades-preço diretas calculadas com base nos coeficientes encontrados são todas negativas, como mostra a Tabela 9. Com isso é possível verificar que os resultados encontrados condizem com a propriedade de concavidade nos preços da função custo.

As demandas são elásticas para máquinas e defensivos. O coeficiente calculado para a demanda por máquinas (-1,153), é compatível com o resultado encontrado por Baricelo e Bacha (2013), (-1,410), ao estimar a demanda por máquinas agrícolas no Brasil de 1995 a 2010. Na elasticidade da demanda por defensivos, (-1,020), no entanto não era esperada essa magnitude para o coeficiente, uma vez que o uso destes representa proteção à lavoura e conseqüentemente à renda do produtor.

As demandas por fertilizantes e mão-de-obra são inelásticas aos próprios preços, o que reflete a importância dos insumos para a atividade. O resultado encontrado (-0,641) é similar ao apresentado por Nicolella *et al* (2005), (-0,655). Estes autores citam trabalhos nacionais e estrangeiros que se deparam com a mesma característica para a demanda por fertilizantes. A demanda inelástica por mão-de-obra (-0,692) vai de encontro à baixa participação da mão-de-obra contratada no total de trabalhadores rurais apontada pela PNAD de 2012 (30,02%). Porém é preciso lembrar que existem limitações ligadas aos resultados de pesquisas pontuais no período de tempo como esta e o Censo Agropecuário. Rezende (2003) faz considerações sobre essas limitações e possíveis problemas causados por elas. O autor aponta que por se tratar de uma amostra pontual, esta pode apresentar vies nos dados relativos à área cultivada devido à sazonalidade do cultivo, o que pode se estender para a mão-de-obra temporária.

As variações na área cultivada afetam positivamente todas as demandas, como era esperado, dado que esta é a *proxy* adotada para representar a produção. Este resultado indica que aumentos da produção requerem aumentos dos insumos. Os coeficientes calculados para as demandas por máquinas e mão-de-obra revelam inelasticidade destas em relação às mudanças na área. A elasticidade da demanda por máquinas, (0,752), é condizente com a redução no índice de tratorização apresentado por Vian e Andrade Junior (2010), que passou de 90 ha/trator em 1985, para 171 ha/trator em 2006. O resultado encontrado difere do apresentado por Baricelo e Bacha (2013), que encontraram coeficiente elástico (2,720). É possível que tal divergência tenha ocorrido por estes autores incluírem em “máquinas” também colheitadeiras, além de somente tratores.

Tabela 9 – Elasticidades calculadas para o Brasil sem a região Norte.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
MAQ.	-1.153*** (0.143)	-0.049 <i>n.s.</i> (0.088)	-0.479*** (0.094)	1.681*** (0.059)	0.752*** (0.018)	-0.106* (0.059)	0.406*** (0.104)
DEF.	-0.022 <i>n.s.</i> (0.040)	-1.020*** (0.053)	-0.182*** (0.035)	1.225*** (0.060)	1.011*** (0.021)	-0.018 <i>n.s.</i> (0.068)	0.179* (0.103)
FERT.	-0.267*** (0.052)	-0.223*** (0.043)	-0.641*** (0.053)	1.132*** (0.056)	1.007*** (0.018)	-0.130** (0.060)	0.125 <i>n.s.</i> (0.093)
M.O.	0.182*** (0.006)	0.291*** (0.014)	0.219*** (0.010)	-0.692*** (0.024)	0.599*** (0.008)	-0.001 <i>n.s.</i> (0.027)	-0.326*** (0.040)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

O coeficiente inelástico da área na demanda por mão-de-obra contratada, (0,599), é compatível com as mudanças na composição da mão-de-obra assalariada apontadas por Staduto *et al* (2004). Essas alterações envolvem a redução do contingente de empregados, que passa a ser mais qualificado e bem remunerado, e o aumento do emprego de tecnologias poupadoras de mão-de-obra.

Os coeficientes das elasticidades das demandas por defensivos (1,011) e fertilizantes (1,007) apontam que estas são elásticas a variações na área cultivada. Estes resultados são consistentes com a intensificação do uso destes insumos na agricultura nacional. Apesar da relação encontrada, era esperado que estas demandas fossem mais elásticas uma vez que houve aumentos na intensidade de uso destes insumos. Como descrito nas análises anteriores, as quantidades de defensivos e fertilizantes utilizadas por hectare apresentaram crescimento de 98,99% e 69,80%, Tabelas 7 e 6 respectivamente. O baixo valor do coeficiente calculado pode ser resultado da limitação do empilhamento de dados, que como aponta Gujarati (2006) desconsidera dimensões temporais e espaciais da amostra, assumindo que as observações são de regiões homogêneas. Esta limitação espacial do modelo é a motivação para as análises das diferentes regiões.

O impacto da taxa de juros do crédito rural é significativo nas demandas por máquinas e de fertilizantes, (-0,106) e (-0,130) respectivamente. Este resultado encontrado para máquinas é compatível com o elevado grau de financiamento de tratores (65%) divulgado no Censo agropecuário de 2006. As relações encontradas são condizentes com o que era esperado, uma vez que elevações na taxa representam aumentos nos custos com o insumo, caso este seja financiado. A taxa de juros do crédito rural não é significativa para as demandas por defensivos e mão-de-obra. A insensibilidade da demanda por mão-de-obra às variações é compreensível por não se tratar de um insumo usualmente financiado via crédito rural. Porém, era esperado coeficiente significativo da demanda por defensivos, dado que este insumo está entre os que geralmente são financiados com recursos do crédito rural.

A taxa de juros de mercado apresentou impactos significativos nas demandas por máquinas, defensivos e mão-de-obra. A elasticidade da demanda por mão-de-obra é a única negativa entre as citadas (-0,326). Este resultado é condizente com a elevada parcela de custo representada por este fator produtivo (65%), que torna provável que este seja

financiada com recursos privados. O efeito positivo da taxa de mercado nas demandas por máquinas e defensivos são inconsistentes e não eram esperados, uma vez que aumentos nesta taxa representa aumentos nos custos. Entre as possíveis causas para este resultado está o fato de que os produtores têm outras fontes para adquirir recursos que não são diretamente ligadas à taxa de juros de mercado, como instrumentos de financiamento privados apontados anteriormente, ou até mesmo o financiamento “informal” por parte de fornecedores e compradores (geralmente grandes usinas de processamento). Assim, é compreensível que os produtores não levem em consideração a taxa de juros de mercado, podendo ser apenas uma correlação espúria.

A análise das elasticidades-preço cruzadas revela que apenas a demanda por defensivos não é afetada pelo preço de máquinas. A demanda por fertilizantes apresenta coeficiente negativo para a relação com os preços de máquinas (-0,267), enquanto os efeitos na demanda por mão-de-obra são positivos (0,182). Da mesma forma, os preços de defensivos afetam apenas as demandas por fertilizantes e mão-de-obra, (-0,223) e (0,291) respectivamente, e não é significativo para a demanda por máquinas. O preço de fertilizantes também exerce impacto positivo apenas na demanda por mão-de-obra (0,219), enquanto nas demandas por máquinas e defensivos a influência é negativa, (-0,479) e (-0,182) respectivamente. Porém, chama a atenção o fato do preço de mão-de-obra influenciar positivamente todas as demais demandas. As elasticidades calculadas para máquinas (1,681), defensivos (1,225) e fertilizantes (1,132) são todas elásticas.

A diferença notada entre os coeficientes dos preços dos insumos na demanda por mão-de-obra (inelásticos) e os coeficientes do preço da mão-de-obra nas demais demandas (elástica), sugere que há resistência ao aumento do uso de mão-de-obra em detrimento dos demais insumos. Essa “preferência” por insumos mais produtivos é compatível com a modernização da agricultura evidenciada nas análises descritivas.

Entre as elasticidades parciais de substituição encontradas apenas o coeficiente que relaciona máquinas e defensivos não é significativo, como é possível ver na Tabela 10. Era esperado que estes insumos fossem complementares, uma vez que é elevado o uso de máquinas na aplicação de defensivos nas culturas de grãos, como apontam Castro e Teixeira (2010). As elasticidades calculadas mostram máquinas e defensivos como complementares a fertilizantes, (-3,809) e (-1,446) respectivamente. Os coeficientes

encontrados para a relação de substituição entre mão-de-obra e os insumos máquinas, defensivos e fertilizantes, (2,588), (1,885) e (1,743) respectivamente, mostram estes três insumos como substitutos para mão-de-obra. A complementariedade descrita entre os insumos, associada à substituição da mão-de-obra por todos eles é condizente com o processo de modernização da agricultura. Os valores elásticos das substituições da mão-de-obra, que sugerem certa facilidade na troca destes insumos, dão margem à interpretação de que a agricultura nacional pode ser bastante modernizada ainda.

Tabela 10 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para o Brasil sem a região Norte.

	MAQ.	DEF.	FERT.	M.O.
MAQ.	-16.437*** (2.039)	-0.318 <i>n.s.</i> (0.570)	-3.809*** (0.747)	2.588*** (0.091)
DEF.		-6.605*** (0.348)	-1.446*** (0.282)	1.885*** (0.092)
FERT.			-5.098*** (0.421)	1.743*** (0.086)
M.O.				-1.065*** (0.036)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Os resultados encontrados para o Brasil sem a região Norte são condizentes com o que foi encontrado por Garcia *et al* (2012), que apontou a redução da mão-de-obra acompanhada de intensificação do capital, sendo que ambos os fatores produtivos com ganhos de produtividade ao longo do tempo.

3.6.2. REGIÃO SUL

Os coeficientes do sistema estimado para a região Sul são apresentados na Tabela 11. Assim como no Brasil, é percebida a existência de coeficiente negativo na função custo. Conforme apontado anteriormente, a aparição deste coeficiente revela que os produtores

não são minimizadores de custo. É notado também que a função custo total é afetada negativamente pelas taxas de juros.

Tabela 11 – Coeficientes estimados para a região Sul.

	CONST.	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
F.CUSTO	8.325*** (0.171)	0.075 <i>n.s.</i> (0.075)	-0.323*** (0.059)	0.098 <i>n.s.</i> (0.071)	1.149*** (0.126)	0.709*** (0.012)	-0.076*** (0.022)	-0.253*** (0.045)
S MAQ.		0.067*** (0.022)	-0.012 <i>n.s.</i> (0.015)	-0.105*** (0.013)	0.050** (0.023)	-0.010** (0.004)	-0.015** (0.007)	-0.038** (0.019)
S DEF.			0.100*** (0.016)	0.001 <i>n.s.</i> (0.012)	-0.089*** (0.016)	0.069*** (0.003)	0.004 <i>n.s.</i> (0.006)	-0.039** (0.016)
S FERT.				0.123*** (0.016)	-0.019 <i>n.s.</i> (0.019)	0.053*** (0.004)	-0.016** (0.007)	0.006 <i>n.s.</i> (0.015)
S M.O.					0.058 <i>n.s.</i> (0.038)	-0.112*** (0.007)	0.027** (0.012)	0.071** (0.029)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

A região Sul apresentou adequação à condição de concavidade nos preços na função custo total, sendo todos os coeficientes de elasticidade-preço direta negativos, como é possível observar na Tabela 12.

A demanda por máquinas é inelástica ao próprio preço (-0,373), diferentemente do que foi encontrado para o Brasil nesta pesquisa e por Baricelo e Bacha (2013). A relação entre maquinários e os próprios preços é compatível com os dados apontados pelo último censo agropecuário, que aponta esta região como maior usuária de tração mecânica nas propriedades, sendo que 35,64% das propriedades fazem uso deste tipo de tração, enquanto no Brasil apenas 16,19% o faz. Mesmo apresentando a maior parcela de pequenas propriedades em comparação ao resto do país (37,09%), estas representam 90% das propriedades que tem o cultivo mecanizado, o que aponta o uso mais intensivo da terra, e sugere o menor tamanho destas máquinas. Moreira *et al* (2007) apontam que nesta região as pequenas propriedades (até 50 hectares) apresentam as maiores produtividades. Contudo o resultado está parcialmente de acordo com o “avanço do capitalismo na agropecuária” descrito por Staduto *et al* (2004). Os autores afirmam que a adoção de novas tecnologias não leva em conta os preços relativos dos fatores, o que favoreceria o emprego da mão-de-obra. Além deste fato, a demanda por determinados insumos pode ser inelástica devido à importância deles na agricultura, como é o caso de defensivos, fertilizantes e mão-de-obra. Os coeficientes encontrados para estes insumos são (-0,338), (-0,178) e (-0,434) respectivamente.

As variações na área cultivada afetam positivamente todas as demandas. Os coeficientes encontrados para máquinas e mão-de-obra são inelásticos, (0,633) e (0,447) respectivamente. Como apontado anteriormente, o resultado encontrado para mão-de-obra é compatível com a adoção de tecnologias poupadoras de trabalho, que reduz o número de empregados contratados, assim como o elevado emprego de mão-de-obra familiar na região, (77,48% segundo a PNAD de 2012). A inelasticidade da demanda por máquinas é consistente com a retração do índice de tratorização já comentado. Outro fator que possivelmente colabora para este resultado é a elevada ocupação da região, que dificulta grandes expansões na área.

Tabela 12 – Elasticidades calculadas para a região Sul.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
MAQ.	-0.373** (0.166)	0.148 <i>n.s.</i> (0.109)	-0.571*** (0.100)	0.796*** (0.171)	0.633*** (0.032)	-0.188*** (0.055)	-0.531*** (0.138)
DEF.	0.086 <i>n.s.</i> (0.064)	-0.338*** (0.068)	0.203*** (0.051)	0.048 <i>n.s.</i> (0.071)	1.006*** (0.014)	-0.058** (0.026)	-0.420*** (0.069)
FERT.	-0.398*** (0.070)	0.243*** (0.061)	-0.178** (0.083)	0.333*** (0.098)	0.980*** (0.020)	-0.156*** (0.036)	-0.221*** (0.080)
M.O.	0.255*** (0.054)	0.026 <i>n.s.</i> (0.038)	0.153*** (0.045)	-0.434*** (0.088)	0.447*** (0.016)	-0.012 <i>n.s.</i> (0.028)	-0.087 <i>n.s.</i> (0.069)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

A demanda por defensivos é elástica às variações na área (1,006). Assim como no Brasil, o valor do coeficiente é menor que era esperado ao se considerar a intensificação do uso deste insumo na atividade agrícola ao longo do período analisado. Já a demanda por fertilizantes, que também apresentou a intensificação do uso por hectare, mostrou coeficiente inelástico (0,980). A diferença entre o resultado esperado e observado pode ser oriunda da limitação já descrita do modelo.

As taxas de juros do afetam negativamente todas as demandas nesta região, exceto mão-de-obra. A insensibilidade desta demanda frente variações nas taxa de juros pode ser causada pela baixa participação de empregados¹⁸ na atividade agrícola, (22,52% segundo a PNAD de 2012), e o não financiamento deste fator produtivo. Possivelmente resultado do menor tamanho médio das propriedades, que possibilita que a mão-de-obra familiar supra grande parte das necessidades de trabalho.

A demanda por máquinas, apesar de inelástica às taxas de juros, como as demais, mostra valores de coeficientes mais elevados, (-0,188) e (-0,531) para taxa de juros do crédito e de mercado respectivamente. Esta maior sensibilidade às variações nas taxas, relativamente a defensivos e fertilizantes, é possivelmente ocasionada pelos prazos mais extensos de financiamento deste insumo. As demandas por defensivos e fertilizantes também são inelásticas às alterações nas taxas de juros. Os coeficientes encontrados das elasticidades da taxa de juros do crédito rural destas demandas são respectivamente (-0,058) e (-0,156), e das taxas de mercado são (-0,420) e (-0,221). É notado que os impactos da taxa de mercado são mais elevados que os do crédito rural em todas as demandas. Os efeitos maiores da taxa de juros de mercado nas demandas podem ser resultado dos valores praticados, que são superiores aos do crédito rural. Mesmo condizentes com o esperado, não serão tecidas considerações dado que a taxa de juros de mercado apresentou impactos contraditórios nas demandas.

As elasticidades cruzadas em relação ao preço de máquinas apresentam coeficientes significativos nas demandas por fertilizantes, (-0,398), e mão-de-obra, (0,255), comportamento similar ao encontrado no Brasil. Apenas a demanda por fertilizantes mostrou elasticidade significativa em relação ao preço de defensivos, enquanto as demais

¹⁸ Entende-se aqui por empregados pessoas que declararam esta condição nas PNADS utilizadas como fonte de dados.

não são afetadas por este. Porém, o coeficiente encontrado, (0,243), apresenta sinal diferente do esperado. Já o preço de fertilizantes impacta negativamente na demanda por máquinas (-0,571), e positivamente nas demandas por mão-de-obra (0,153) e defensivos (0,203), sendo esta última elasticidade também fora das expectativas. Novamente os coeficientes calculados para os preços de mão-de-obra são positivos, exceto para defensivos, que não é significativo. É notado que nesta região os coeficientes são inelásticos, diferentemente do que é observado no Brasil, sendo (0,796) para máquinas e (0,333) para fertilizantes. Este resultado possivelmente indica que esta região encontra-se em um estágio de modernização da agricultura mais avançado que o país como um todo.

As elasticidades de substituição mostram apenas máquinas e fertilizantes como complementares. No entanto, dado o processo de modernização da agricultura, era esperado que este tipo de comportamento fosse observado também nas relações entre defensivos e fertilizantes, e defensivos e máquinas. Porém o coeficiente para esta última relação não é significativo, enquanto o outro coeficiente indica substituição entre defensivos e fertilizantes (1,031). As elasticidades calculadas apontam ainda máquinas e fertilizantes como substitutos para mão-de-obra. O coeficiente inelástico encontrado para a substituição entre fertilizantes e mão-de-obra (0,775) indica dificuldades na troca entre os insumos. Já elasticidade da substituição entre máquinas e mão-de-obra (1,852) sugere que ainda é possível se intensificar o uso de tratores na região.

Tabela 13 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para a região Sul.

	MAQ.	DEF.	FERT.	M.O.
MAQ.	-2.713** (1.208)	0.627 <i>n.s.</i> (0.465)	-2.895*** (0.510)	1.852*** (0.397)
DEF.		-1.434*** (0.289)	1.031*** (0.259)	0.111 <i>n.s.</i> (0.165)
FERT.			-0.901** (0.422)	0.775*** (0.229)
M.O.				-1.009*** (0.206)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

3.6.3. REGIÃO SUDESTE

Os coeficientes estimados estão apresentados na Tabela 14. Nesta região também foram encontrados coeficientes negativos dos preços na função custo total, revelando que os produtores não são minimizadores de custo.

Tabela 14 – Coeficientes estimados para a região Sudeste.

	CONST.	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
F.CUSTO	8.319*** (0.583)	-0.090*** (0.030)	-0.205*** (0.039)	0.152*** (0.040)	1.143*** (0.073)	0.714*** (0.030)	-0.016 <i>n.s.</i> (0.141)	-0.062 <i>n.s.</i> (0.190)
S MAQ.		0.028** (0.012)	-0.045*** (0.010)	-0.036*** (0.008)	0.053*** (0.012)	0.008*** (0.001)	-0.008 <i>n.s.</i> (0.006)	0.023* (0.012)
S DEF.			-0.003 <i>n.s.</i> (0.015)	0.002 <i>n.s.</i> (0.009)	0.045*** (0.015)	0.026*** (0.002)	0.010 <i>n.s.</i> (0.008)	0.064*** (0.017)
S FERT.				0.053*** (0.010)	-0.019** (0.009)	0.024*** (0.002)	-0.008 <i>n.s.</i> (0.008)	-0.026* (0.014)
S M.O.					-0.079*** (0.025)	-0.060*** (0.004)	0.006 <i>n.s.</i> (0.015)	-0.060** (0.028)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

A estimação realizada para a Região Sudeste também se mostrou consistente com a condição de concavidade nos preços da função custo total, verificada por meio da diagonal principal das elasticidades preço, apresentadas na Tabela 15.

As elasticidades-preço diretas das demandas apontam que estas são todas inelásticas, assim como foi encontrado na região Sul. Os coeficientes calculados para defensivos e fertilizantes, (-0,916) e (-0,374) respectivamente, condizem com a essencialidade destes insumos na agricultura. A demanda inelástica de máquinas (-0,523) é compatível com a modernização da agricultura. A demanda por mão-de-obra é inelástica a variações no preço (-0,397), apesar da cultura cana-de-açúcar (que representa aproximadamente de 57% da área cultivada da região em 2012) empregar grande contingente de trabalhadores. Este fato possivelmente resulta do caráter temporário do uso deste tipo de mão-de-obra (empregado no corte da cana), associado à limitação já apresentada dos dados utilizados, que pode não contabilizar esses trabalhadores.

A análise das elasticidades das demandas em relação às variações na área mostra que estas são inelásticas. Os coeficientes calculados para máquinas (0,841) e mão-de-obra (0,631) são semelhantes aos encontrados nas demais regiões. As elasticidades calculadas para defensivos (0,948) e fertilizantes (0,958) diferem pouco do que é encontrado no Brasil. É possível que este resultado, que não reflete a intensificação do uso destes insumos no país, seja causado pela expansão relativa da cultura da cana-de-açúcar, principal da região. Os tratos desta cultura requerem menos defensivos e fertilizantes que as demais, sendo que boa parte do combate às pragas é biológico e alguns resíduos do processamento da cana-de-açúcar são utilizados na fertilização do solo.

Tabela 15 – Elasticidades calculadas para a região Sudeste.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
MAQ.	-0.523*** (0.184)	-0.528*** (0.151)	-0.423*** (0.121)	1.474*** (0.177)	0.841*** (0.022)	-0.141 <i>n.s.</i> (0.086)	0.267 <i>n.s.</i> (0.181)
DEF.	-0.326*** (0.093)	-0.916*** (0.137)	0.127 <i>n.s.</i> (0.087)	1.114*** (0.135)	0.948*** (0.018)	0.077 <i>n.s.</i> (0.073)	0.503*** (0.155)
FERT.	-0.292*** (0.083)	0.142 <i>n.s.</i> (0.097)	-0.374*** (0.10)	0.524*** (0.092)	0.958*** (0.021)	-0.097 <i>n.s.</i> (0.086)	-0.324** (0.140)
M.O.	0.145*** (0.017)	0.177*** (0.021)	0.075*** (0.013)	-0.397*** (0.036)	0.631*** (0.005)	-0.007 <i>n.s.</i> (0.022)	-0.147*** (0.039)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

A taxa de juros do crédito rural não apresenta coeficiente significativo em nenhuma das demandas. O mesmo resultado foi observado nas demandas por defensivos e mão-de-obra no Brasil e na demanda por mão-de-obra na região Sul. É possível que ausência de impacto da taxa de juros do crédito rural ocorra pela baixa sensibilidade dos produtores às variações na taxa, uma vez que esta é a fonte mais barata de recursos. Outra possibilidade é que as grandes usinas de cana-de-açúcar financiem boa parte da produção, através dos instrumentos de financiamento privado, uma vez que as usinas de açúcar forneciam já em finais de 1980 9% do capital privado na agricultura, com aponta Almeida (1994) *apud* Almeida e Zylbersztajn (2008). Não é descartado também que a heterogeneidade dos estados agrupados nesta região tenha influenciado nos resultados.

A elasticidade da demanda por máquinas em relação à taxa de juros de mercado não é significativa. Os coeficientes estimados para defensivos, (0,503), e mão-de-obra (-0,147) apresentam comportamento similar ao observado no Brasil. O sinal positivo para a relação com defensivos é inconsistente e não era esperado, uma vez que aumentos nas taxas significa aumento nos custos. O impacto negativo da taxa de juros na demanda por fertilizantes, (-0,324), é também encontrado na região Sul.

A análise das elasticidades cruzadas mostra que o preço de máquinas nesta região afeta a demanda por defensivos, (-0,326), além das demandas por fertilizantes, (-0,292), e mão-de-obra, (0,145). A elasticidade cruzada significativa da demanda por máquinas em relação ao preço de defensivos, (-0,528), e o coeficiente não significativo na demanda por fertilizantes não tinha sido observado nas outras análises, sendo similar apenas o coeficiente da demanda por mão-de-obra, (0,177). A elasticidade não significativa da demanda por defensivos em relação ao preço de fertilizantes também difere do que já foi verificado nas demais análises. Já os impactos do preço de mão-de-obra nas demandas por máquinas, (1,474), e defensivos (1,114) são similares aos encontrados no Brasil, enquanto na demanda por fertilizantes, (0,524), se aproxima do que é observado na região Sul. Como apontado nas análises anteriores, a diferença de magnitude dos coeficientes que envolvem mão-de-obra sugere existência de tendências à intensificação do uso de máquinas e defensivos em detrimento da mão-de-obra.

As elasticidades de substituição calculadas, dispostas na Tabela 16, apontam fertilizantes e defensivos como complementares a máquinas, (-4,157) e (-4,647) respectivamente. A relação entre defensivos e máquinas não havia sido encontrada nas demais análises, apesar de ser esperada devido o uso destas na aplicação de defensivos. Outra diferença que pode ser observada nas elasticidades de substituição desta região é o coeficiente não significativo encontrado para defensivos e fertilizantes, que é negativo no Brasil e positivo na região Sul. As relações de substituição entre mão-de-obra e os demais insumos também são encontradas, sendo elásticas para máquinas e defensivos, (2,063) e (1,560) respectivamente, e inelástica para fertilizantes (0,733). Os coeficientes elásticos encontrados revelam alguma facilidade na troca dos insumos, conforme a tendência apontada pelas elasticidades cruzadas.

Tabela 16 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para a região Sudeste.

	MAQ.	DEF.	FERT.	M.O.
MAQ.	-7.452*** (2.619)	-4.647*** (1.330)	-4.157*** (1.194)	2.063*** (0.248)
DEF.		-8.061*** (1.206)	1.255 <i>n.s.</i> (0.861)	1.560*** (0.189)
FERT.			-3.678*** (1.056)	0.733*** (0.129)
M.O.				-0.555** (0.050)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

3.6.4. CO-MAPITOBA

Os coeficientes estimados para a região CO-MAPITOBA são apresentados na Tabela 17. Assim como nas demais regiões analisadas, foi encontrado um coeficiente negativo na função custo total. Como já apontado, este fato mostra que os produtores da região não são minimizadores de custos.

Tabela 17 – Coeficientes estimados para CO-MAPITOBA.

	CONST.	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
F.CUSTO	5.805*** (0.372)	-0.008 <i>n.s.</i> (0.022)	-0.226*** (0.078)	0.058 <i>n.s.</i> (0.049)	1.177*** (0.134)	0.949*** (0.025)	-0.078 <i>n.s.</i> (0.081)	-0.075 <i>n.s.</i> (0.111)
S MAQ.		0.058*** (0.008)	-0.050*** (0.005)	-0.043*** (0.006)	0.035*** (0.004)	-0.016*** (0.001)	-0.007* (0.004)	0.048*** (0.008)
S DEF.			-0.016 <i>n.s.</i> (0.011)	-0.063*** (0.007)	0.130*** (0.013)	0.048*** (0.005)	-0.002 <i>n.s.</i> (0.015)	0.019 <i>n.s.</i> (0.025)
S FERT.				0.037*** (0.008)	0.069*** (0.008)	0.033*** (0.003)	-0.026*** (0.009)	0.038** (0.016)
S M.O.					-0.234*** (0.024)	-0.065*** (0.008)	0.037 <i>n.s.</i> (0.027)	-0.106** (0.041)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

É possível verificar a propriedade de concavidade nos preços da função custo total por meio das elasticidades diretas do preço, apresentadas na Tabela 18.

A elasticidade-preço direta da demanda por máquinas apresenta coeficiente não significativo, indicando que a demanda não responde a variações no próprio preço. É possível que por se tratar de região de fronteira agrícola, exista a necessidade de criação de infraestrutura para dar suporte à atividade, tornando a demanda indiferente ao preço. Porém, existe a possibilidade de este resultado ser causado pela adoção apenas de tratores como *proxy* para máquinas, deixando de lado colheitadeiras. Outra possibilidade vem do fato que o custo de máquinas pode ter sido subestimado devido à metodologia adotada para seu cálculo. Uma vez que esta não considera o porte dos tratores e esta região demanda grandes máquinas. Os coeficientes calculados para as elasticidades diretas das demandas são inelásticos, assim como os encontrados nas regiões Sul e Sudeste.

As variações na área cultivada apresentam impactos positivos e inelásticos nas demandas por máquinas e mão-de-obra, (0,708) e (0,830) respectivamente. Apesar de ser similar ao encontrado nas demais análises, era esperado que o coeficiente da demanda por máquinas nesta região fosse elástico, principalmente pelo fato desta ser fronteira agrícola. As elasticidades calculadas para as relações das demandas por defensivos e fertilizantes, (1,175) e (1,153) respectivamente, são similares as encontradas no Brasil. Os valores mais elevados dos coeficientes são condizentes com a intensificação do uso destes insumos na agricultura, principalmente nesta região, onde o solo é menos fértil que as demais e desde 2001 combate a ferrugem asiática da soja.

A taxa de juros do crédito rural impacta nas demandas por esta região de maneira similar à observada no Brasil. As demandas por máquinas e fertilizantes apresentam coeficientes negativos, (-0,192) e (-0,240) respectivamente. Resultados compatíveis com o que é esperado de insumos que são financiados. Enquanto as demandas por defensivos e mão-de-obra não são afetadas pelas variações desta taxa.

A elasticidade da demanda por máquinas em relação à taxa de juros de mercado apresenta coeficiente positivo (0,643), que é inconsistente, assim como foi observado no Brasil. A demanda por mão-de-obra é negativamente impactada por variações na taxa de juros do crédito de mercado (-0,269), assim como encontrado no Brasil e na região Sudeste.

Tabela 18 – Elasticidades calculadas para a região CO-MAPITOBA.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.	TX MERC.
MAQ.	-0.067 <i>n.s.</i> (0.120)	-0.530*** (0.074)	-0.478*** (0.091)	1.075*** (0.067)	0.708*** (0.021)	-0.192*** (0.064)	0.643*** (0.118)
DEF.	-0.166*** (0.023)	-0.859*** (0.051)	-0.129*** (0.036)	1.155*** (0.063)	1.175*** (0.023)	-0.091 <i>n.s.</i> (0.073)	0.015 <i>n.s.</i> (0.116)
FERT.	-0.196*** (0.037)	-0.169*** (0.046)	-0.605*** (0.049)	0.970*** (0.052)	1.153*** (0.019)	-0.240*** (0.059)	0.156 <i>n.s.</i> (0.097)
M.O.	0.132*** (0.008)	0.451*** (0.024)	0.291*** (0.015)	-0.875*** (0.043)	0.830*** (0.015)	-0.011 <i>n.s.</i> (0.049)	-0.269*** (0.075)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

As elasticidades-preço cruzadas calculadas são todas significativas, diferentemente das demais regiões analisadas. O preço de máquinas impacta negativamente as demandas por fertilizantes e defensivos, (-0,196) e (-0,166) respectivamente, e positivamente a demanda por mão de obra, (0,132), assim como encontrado na região Sudeste. O preço de defensivos afeta negativamente as demandas por máquinas e fertilizantes, (-0,530) e (-0,169) respectivamente, e positivamente a demanda por mão-de-obra, (0,451). De maneira similar ao que é observado no Brasil, a elasticidade cruzada do preço de fertilizantes mostra coeficientes negativos para a relação com as demandas por máquinas e defensivos, (-0,478) e (-0,129) respectivamente, e positivo para a relação com a demanda por mão-de-obra (0,291). O preço de mão-de-obra impacta positivamente nas demandas dos demais insumos, sendo o coeficiente elástico na relação com a demanda por máquinas e defensivos, (1,075) e (1,555) respectivamente, e inelástico na relação com a demanda por fertilizantes, (0,970). Estes impactos do preço de mão-de-obra são similares aos que foram encontrados na região Sudeste.

As elasticidades parciais de substituição calculadas indicam relação de complementariedade entre todos os insumos exceto mão-de-obra, como é possível notar na Tabela 19. Os coeficientes encontrados apontam máquinas, defensivos e fertilizantes como substitutos para mão-de-obra, (1,950), (2,095) e (1,760) respectivamente, assim como no Brasil e na região Sudeste. Estes resultados sugerem que ainda é possível intensificar a utilização dos insumos modernos nesta região.

Tabela 19 – Elasticidades parciais de substituição de Allen calculadas para CO-MAPITOBA.

	MAQ.	DEF.	FERT.	M.O.
MAQ.	-0.990 <i>n.s.</i> (1.778)	-2.458*** (0.346)	-2.893*** (0.551)	1.950*** (0.122)
DEF.		-3.984*** (0.238)	-0.785*** (0.218)	2.095*** (0.115)
FERT.			-3.663*** (0.300)	1.760*** (0.095)
M.O.				-1.586*** (0.079)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Além dos resultados apresentados, que incluem as taxas de juros do crédito rural e a taxa SELIC, foram estimadas regressões para cada taxa de juros, do crédito rural e de mercado, separadamente. Porém, como foi verificado que a estimação com ambas não era afetada por eventuais problemas de correlação, preferiu-se apresentar o resultado com ambas, uma vez que esta análise reflete o que foi proposto no modelo analítico. Os resultados das estimações são encontrados no Apêndice.

Com o intuito de complementar a análise econométrica foi realizado o teste de *Durbin-Watson*, a fim de observar a existência ou não de autocorrelação dos dados. Foi possível constatar que em todas as estimativas os resíduos apresentam autocorrelação, como já era esperado, dada a forma adotada para a estimação do sistema de equações. É provável que os resultados do teste sejam influenciados pelo pequeno tamanho das amostras de cada região.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal conclusão a que esta pesquisa chega ao analisar as demandas pelos diferentes insumos no Brasil e nas regiões Sul, Sudeste e CO-MAPITOBA é a existência de impactos da taxa de juros do crédito rural nas demandas por insumos. Este resultado sugere que os subsídios concedidos via taxa de juros do crédito rural são importantes nas demandas por insumos agrícolas e conseqüentemente no setor. Com isso a importância do crédito rural como instrumento de política agrícola é reforçada, indicando que foi e ainda é importante fonte de recursos.

A variação na taxa subsidiada tem seus efeitos observados nas demandas de máquinas, defensivos e fertilizantes, insumos geralmente financiados via crédito rural. Entre eles, defensivo é o insumo que se mostrou menos sensível a variações na taxa de juros, enquanto fertilizante foi o insumo com maior sensibilidade. Esse resultado indica que o financiamento oficial com taxas subsidiadas são mais importantes para máquinas e fertilizantes.

O efeito das variações da taxa de juros do crédito rural nas diferentes regiões analisadas é mais intenso na região CO-MAPITOBA. É possível que, por se tratar de área de fronteira agrícola e de grandes culturas exista maior necessidade de financiamento que nas demais regiões.

A taxa de juros de mercado não apresenta relações consistentes com as demandas por insumos. Possivelmente, este fato é resultado do financiamento privado da agricultura, como os ofertados pelos fornecedores de insumos e compradores da produção, além dos instrumentos de financiamento privado institucionalizados: CPR, CRA, CDCA, LCA, WA e CDA. Estes instrumentos permitem que os produtores façam contratos a termo ou empréstimos com garantias e respaldo jurídico, fazendo com que os produtores dependam menos de financiamentos a juros de mercado.

A relação de complementariedade entre os “insumos modernos” e a substituição destes em relação à mão-de-obra evidencia a intensificação de capital na atividade agrícola. O aumento do consumo de fertilizantes e defensivos em detrimento da mão-de-obra reforça a constatação feita por meio das análises dos resultados do processo de modernização da agricultura brasileira. Essas relações de substituição da mão-de-obra mostradas por meio

das elasticidades parciais de substituição, indicam uma maior dificuldade de substituição da mão-de-obra na região Sul. O resultado sugere a existência de diferentes estruturas de produção entre as regiões, que pode ser fruto de características regionais e históricas.

Outra diferença regional notada é relativa à demanda de defensivos, que aparece muito mais sensível às variações na área cultivada da região CO-MAPITOBA. É possível que esta peculiaridade ocorra devido ao período da análise, que engloba quase na totalidade a infestação da ferrugem asiática da soja, iniciada em 2001. Essa praga, que vem atacando as culturas de soja da região e possivelmente influenciou a demanda de defensivos da região. Destaca-se também a elevada sensibilidade da demanda de fertilizantes na região, que evidencia a baixa fertilidade do solo em comparação às demais áreas.

Foram identificadas durante a execução do trabalho algumas limitações ligadas ao método adotado, de dados empilhados. O pressuposto metodológico do empilhamento de dados, que assume que as observações provêm de unidades homogêneas levou a desagregação do Brasil em regiões, o que mostrou alguma melhora. Sugere-se para novas pesquisas que se faça uso de métodos que possibilitem captar diferenças entre as unidades ou a desagregação das regiões.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS – ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**. São Paulo, vários anos.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. São Paulo, vários anos.

BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BACHA, C. J. C.; DANELON, L.; DEL BEL FILHO, E. Evolução da taxa de juros real do crédito rural no Brasil – Período de 1985 a 2003. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 14, n. 26, p. 43-69, maio 2005.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BACEN. **Anuário estatístico do crédito rural**. Brasília, vários anos.

BARICELO, L.G.; BACHA, C.J.C. Oferta e demanda por máquinas agrícolas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano XXII, n. 4, p. 67-83, out./nov./dez. 2013.

BOUÇAS, C.; ZANATTA, M. Financiamento de máquinas despenca. **Valor Econômico**, São Paulo, p. B12, 27 mar. 2006.

BUAINAIN, A. M.; DEDECCA, C. S. Mudanças e reiteração da heterogeneidade no mercado de trabalho agrícola. In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. **Agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2010, p. 123-156

CAPOBIANGO, R. P.; BRAGA, M. J.; SILVEIRA, S. F. R.; COSTA, C. C. M. Análise do Impacto do Crédito Rural na Microrregião de Pirapora. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 50, n. 4, p. 631-644, out./dez. 2012.

CARVALHO, F. M. A. Crédito rural no Brasil: evolução, resultados e perspectivas. *In*: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C. **Agricultura na virada do milênio: velhos e novos desafios**. Viçosa: UFV, 2000. p. 77-91.

CARVALHO, M. A.; SILVA, C. R. L. Taxa de juros: um problema real para a agricultura. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano XVII, n. 1, p. 14-26, jan./fev./mar. 2008.

CASTRO, E. R. **Efeitos dos gastos com a equalização das taxas de juros no crédito rural na economia brasileira**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

CASTRO, E. R. **Crédito rural e a oferta agrícola no Brasil**. 2008. 112 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CASTRO, E. R.; TEIXEIRA, E. C. Rural credit and agricultural supply in Brazil. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 43, p 293-301, 2012.

CASTRO, E. R.; TEIXEIRA, E. C.; FIGUEIREDO, A. M. Função transcendental Logarítmica – Translog: teoria e aplicação. In: SANTOS, M. L. dos; VIEIRA, W. da C. Vieira (Ed.). **Métodos quantitativos em Economia**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. p. 481-510.

CHRISTENSEN, L. R.; GREENE, W. H. Economies of scale in U.S, electric power generation. **Journal of political economy**, Chicago, v. 84, n. 4, parte 1, p. 655-676, agosto, 1976.

COSTA, L. M.; SILVA, M. F. O. A indústria química e o setor de fertilizantes. In: **BNDES 60 anos: perspectivas setoriais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

FERREIRA, C. R. R. P. T; CAMARGO, M. L. B.; VEGRO, C. L. R. Defensivos agrícolas: vendas batem novo recorde em 2012 e seguem em ritmo forte em 2013. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 8, n. 7, 2013. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

FERREIRA, C. R. R. P. T; VEGRO, C. L. R. Máquinas agrícolas automotrizes: um 2006 sem esperanças. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 8, 2006a. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

_____. Fertilizantes refletem situação desfavorável no mercado de grãos. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 9, 2006b. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

_____. Máquinas agrícolas: uma retomada moderada. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 12, 2006c. Disponível em: <<http://www.iaa.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

_____. Mercado de máquinas agrícolas: balanço de 2007 e expectativas para 2008. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 3, n. 2, 2008a. Disponível em: <<http://www.iaa.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

_____. Mercado de máquinas agrícolas automotrizes: alta dos suprimentos estratégicos. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 3, n. 7, 2008b. Disponível em: <<http://www.iaa.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

_____. Aquecidas as vendas e as entregas de fertilizantes em 2012. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 7, n. 8, 2012. Disponível em: <<http://www.iaa.sp.gov.br/out/aia.html>>. Acesso em Nov. 2013.

FERRO, A. B. **Comportamento dos preços de terras em região de fronteira agrícola e em áreas tradicionais**. 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2012.

GARCIA, M. O.; CASTRO, E. R.; TEIXEIRA, E. C. Eficácia do Pronaf-crédito no município de São Miguel do Anta/MG. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 154-173, maio/ago. 2008.

GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M. **Gastos públicos na agricultura, evolução e mudanças**. Texto para discussão nº 948, IPEA, Brasília, 2003.

GOMES, A. L. **Indicadores de eficiência e economias de escala na produção de leite: um estudo de caso para produtores dos estados de Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro**. 2006. 96 f. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

GREENE, W.H. **Econometric analysis**. New Jersey: Pearson Education, 2003.

IUDÍCIBUS, S.; MARTINS, E.; KANITZ, S. C.; RAMOS, A. T.; CASTILHO, E.; BENATTI, L.; WEBER FILHO, E.; DOMINGUES JÚNIOR, R. **Contabilidade introdutória**. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

NICOLELLA, A. C.; DRAGONE, D. S.; BACHA, C. J. C. Determinantes de demanda por fertilizantes no Brasil no período de 1970 a 2002. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 000-000, 2005.

NICHOLSON, W.; SNYDER, C. **Microeconomic** theory: basic principles and extensions. 11th. ed. [S.l.]: Cengage International, 2012.

RAIHANA, B. Change in input relations in Bangladesh agriculture, 1973-1995. **The Bangladesh development studies**, Bangladesh, v. 36, n. 4, p. 43-68, dez. 2013.

RAMOS, S. Y.; MARTHA JUNIOR, G. B. **Evolução da política de crédito rural brasileira**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2010.

REZENDE, G. C. D. Política de crédito rural e expansão agrícola dos Cerrados. In: GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. (Org.). **Transformações da agricultura brasileira e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2001. p. 191-243.

SALOMÃO, J. A. F. O Moderfrota e a política de modernização da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano XII, n. 1, p. 15-21, jan./fev./mar. 2003.

SANTOS, M. L. M. Política agrícola brasileira: uma breve análise retrospectiva e sua interrelação com a política monetária. In: CAVALCANTI, J. E. A.; AGUIAR, D. R. D. (Org.). **Política agrícola e desenvolvimento rural**. Viçosa: UFV, 1996. p. 99-114.

SAYAD, J. **Crédito rural no Brasil**: avaliação das críticas e das propostas de reforma. São Paulo: FIPE/Pioneira, 1984.

SHENG, Y.; DAVIDSON, A.; FUGLIE, K. Elasticity of substitution and farm heterogeneity in TFP and size: a theoretical framework and empirical application to Australian broadacre farm. LVIII Australian Agricultural and Resource Economics Society Anual Conference, Port Macquarie, New South Wales, fevereiro, 2014.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA A DEFESA VEGETAL – SINDIVEG. **Estatísticas do setor**. São Paulo, vários anos. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/estatisticas.php>>. Acesso em Ago. 2013.

STADUTO, J. A. R.; SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Alteração na composição da mão-de-obra assalariada na agropecuária brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 51, n. 2, 2004.

APÊNDICE

Elasticidades-preço calculadas para o Brasil sem a região Norte considerando apenas a taxa de juros do crédito rural.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.
MAQ.	-0,979*** (0,144)	0,100 <i>n.s.</i> (0,084)	-0,677*** (0,086)	1,556*** (0,056)	0,760*** (0,019)	-0,121** (0,062)
DEF.	0,045 <i>n.s.</i> (0,038)	-1,023*** (0,046)	-0,143*** (0,032)	1,121*** (0,055)	1,017*** (0,022)	-0,005 <i>n.s.</i> (0,071)
FERT.	-0,377*** (0,048)	-0,176*** (0,039)	-0,516*** (0,046)	1,069*** (0,052)	1,013*** (0,019)	-0,109* (0,061)
M.O.	0,168*** (0,006)	0,267*** (0,013)	0,207*** (0,010)	-0,642*** (0,022)	0,597*** (0,009)	-0,014 <i>n.s.</i> (0,028)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para o Brasil sem a região Norte considerando apenas a taxa de juros de mercado.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX MERC.
MAQ.	-1,147*** (0,142)	-0,053 <i>n.s.</i> (0,088)	-0,480*** (0,092)	1,681*** (0,059)	0,752*** (0,018)	0,402*** (0,105)
DEF.	-0,024 <i>n.s.</i> (0,040)	-1,005*** (0,054)	-0,197*** (0,036)	1,226*** (0,060)	1,011*** (0,021)	0,172* (0,103)
FERT.	-0,268*** (0,051)	-0,242*** (0,044)	-0,622*** (0,052)	1,132*** (0,057)	1,007*** (0,019)	0,135 <i>n.s.</i> (0,093)
M.O.	0,181*** (0,006)	0,292*** (0,014)	0,219*** (0,011)	-0,693*** (0,024)	0,599*** (0,008)	-0,319*** (0,040)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para a região Sul considerando apenas a taxa de juros do crédito rural.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.
MAQ.	-0,452*** (0,153)	0,028 <i>n.s.</i> (0,100)	-0,623*** (0,095)	1,047*** (0,129)	0,659*** (0,032)	-0,213*** (0,060)
DEF.	0,017 <i>n.s.</i> (0,058)	-0,318*** (0,047)	0,165*** (0,043)	0,136*** (0,051)	1,017*** (0,016)	-0,086*** (0,030)
FERT.	-0,435*** (0,066)	0,197*** (0,051)	-0,181** (0,084)	0,418*** (0,084)	0,989*** (0,021)	-0,167*** (0,039)
M.O.	0,335*** (0,041)	0,074*** (0,028)	0,192*** (0,039)	-0,601*** (0,061)	0,434*** (0,016)	-0,017 <i>n.s.</i> (0,031)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para região Sul considerando apenas a taxa de juros de mercado.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX MERC.
MAQ.	-0,246 <i>n.s.</i> (0,170)	0,081 <i>n.s.</i> (0,112)	-0,459*** (0,107)	0,625*** (0,181)	0,615*** (0,033)	-0,606*** (0,140)
DEF.	0,047 <i>n.s.</i> (0,065)	-0,320*** (0,071)	0,185*** (0,054)	0,088 <i>n.s.</i> (0,073)	1,006*** (0,015)	-0,432*** (0,071)
FERT.	-0,320*** (0,075)	0,221*** (0,065)	-0,130 <i>n.s.</i> (0,091)	0,230** (0,112)	0,968*** (0,022)	-0,296*** (0,086)
M.O.	0,200*** (0,058)	0,048 <i>n.s.</i> (0,040)	0,105** (0,051)	-0,353*** (0,096)	0,451*** (0,018)	-0,082 <i>n.s.</i> (0,071)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para a região Sudeste considerando apenas a taxa de juros do crédito rural.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.
MAQ.	-0,455*** (0,169)	-0,307** (0,131)	-0,539*** (0,109)	1,301*** (0,131)	0,843*** (0,022)	-0,142* (0,086)
DEF.	-0,190** (0,081)	-0,565*** (0,097)	-0,056 <i>n.s.</i> (0,071)	0,811*** (0,097)	0,952*** (0,019)	0,069 <i>n.s.</i> (0,078)
FERT.	-0,372*** (0,076)	-0,063 <i>n.s.</i> (0,079)	-0,248** (0,107)	0,683*** (0,088)	0,956*** (0,022)	-0,068 <i>n.s.</i> (0,089)
M.O.	0,128*** (0,013)	0,129*** (0,015)	0,097*** (0,013)	-0,354*** (0,025)	0,629*** (0,006)	0,007 <i>n.s.</i> (0,022)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para região Sudeste considerando apenas a taxa de juros de mercado.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX MERC.
MAQ.	-0,518*** (0,188)	-0,591*** (0,154)	-0,375*** (0,122)	1,484*** (0,182)	0,842*** (0,022)	0,306* (0,183)
DEF.	-0,366*** (0,095)	-0,829*** (0,140)	0,064 <i>n.s.</i> (0,089)	1,131*** (0,134)	0,947*** (0,019)	0,481*** (0,156)
FERT.	-0,259*** (0,084)	0,072 <i>n.s.</i> (0,100)	-0,330*** (0,107)	0,518*** (0,096)	0,960*** (0,021)	-0,291 <i>n.s.</i> (0,141)
M.O.	0,146*** (0,018)	0,180*** (0,021)	0,074*** (0,014)	-0,399*** (0,036)	0,631*** (0,006)	-0,141*** (0,040)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para a região CO-MAPITOBA considerando apenas a taxa de juros do crédito rural.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX CRED.
MAQ.	0,149 <i>n.s.</i> (0,127)	-0,260*** (0,070)	-0,786*** (0,077)	0,897*** (0,066)	0,717*** (0,023)	-0,211*** (0,069)
DEF.	-0,082*** (0,022)	-0,947*** (0,041)	-0,044* (0,027)	1,072*** (0,058)	1,165*** (0,025)	-0,081 <i>n.s.</i> (0,077)
FERT.	-0,321*** (0,031)	-0,058* (0,035)	-0,560*** (0,039)	0,938*** (0,046)	1,160*** (0,019)	-0,229*** (0,059)
M.O.	0,110*** (0,008)	0,419*** (0,023)	0,281*** (0,014)	-0,811*** (0,039)	0,845*** (0,016)	-0,025 <i>n.s.</i> (0,051)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.

Elasticidades-preço calculadas para região CO-MAPITOBA considerando apenas a taxa de juros de mercado.

	P MAQ.	P DEF.	P FERT.	P M.O.	ÁREA	TX MERC.
MAQ.	-0,222* (0,119)	0,735*** (0,069)	-0,478*** (0,091)	1,075*** (0,068)	0,706*** (0,021)	-0,175*** (0,064)
DEF.	0,230*** (0,021)	-1,110*** (0,038)	0,772*** (0,063)	0,761*** (0,039)	1,101*** (0,015)	0,133* (0,078)
FERT.	-0,196*** (0,037)	1,008*** (0,082)	-0,421*** (0,056)	-0,866*** (0,148)	0,549*** (0,054)	-0,680*** (0,252)
M.O.	0,132*** (0,008)	0,298*** (0,015)	-0,260*** (0,044)	-0,359*** (0,009)	0,970*** (0,045)	-0,091** (0,042)

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; *n.s.* não significativo.