

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

ROBERTA DALLA PORTA GRÜNDLING

**OS EFEITOS DO EMPREGO DE TECNOLOGIA NA PECUÁRIA DE CORTE NO
USO AGROPECUÁRIO DA TERRA NO CERRADO BRASILEIRO**

Porto Alegre (RS), Brasil

Março de 2012

ROBERTA DALLA PORTA GRÜNDLING

**OS EFEITOS DO EMPREGO DE TECNOLOGIA NA PECUÁRIA DE CORTE NO
USO AGROPECUÁRIO DA TERRA NO CERRADO BRASILEIRO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Otávio Jardim Barcellos

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil

Porto Alegre (RS), Brasil

Março de 2012

CIP - Catalogação na Publicação

Gründling, Roberta Dalla Porta
OS EFEITOS DO EMPREGO DE TECNOLOGIA NA PECUÁRIA
DE CORTE NO USO AGROPECUÁRIO DA TERRA NO CERRADO
BRASILEIRO / Roberta Dalla Porta Gründling. -- 2012.
226 f.

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.
Coorientador: Paulo Dabdab Waquil.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em
Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios,
Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Carne Bovina. 2. Uso Terra. 3. Agropecuária.
4. Cerrado. 5. Tecnologia. I. Barcellos, Júlio
Otávio Jardim, orient. II. Waquil, Paulo Dabdab,
coorient. III. Título.

ROBERTA DALLA PORTA GRÜNDLING

**OS EFEITOS DO EMPREGO DE TECNOLOGIA NA PECUÁRIA DE CORTE NO
USO AGROPECUÁRIO DA TERRA NO CERRADO BRASILEIRO**

Data de aprovação: 22/03/2012

Dr. AUGUSTO MUSSI ALVIM – PUCRS

Dr. DARI CELESTINO ALVES FILHO – UFSM

Dr. KEPLER EUCLIDES FILHO – EMBRAPA

Dra. LUCIANA FAGUNDES CHRISTOFARI – CESNORS/UFSM

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha vida.

Aos meus pais, Hilton e Maria Cristina, pela forma amorosa e carinhosa de formação, condução e ensinamentos e também pelo suporte em todas as minhas decisões para desenvolvimento do projeto do doutorado e sua conclusão.

Ao meu orientador, Prof. Júlio Barcellos, que com sensibilidade e *pressão total*, nas suas palavras, apoiou incondicionalmente todas as atividades desenvolvidas durante o doutoramento. Ao Prof. Paulo Waquil, meu co-orientador, agradeço pelos conselhos em momentos cruciais e incentivo para meu crescimento pessoal e profissional. Considero-os meus amigos.

Agradeço a todos os professores e funcionários do PPG-Agronegócios pela contribuição em minha formação pessoal e profissional. Em especial, ao Prof. Homero Dewes, pela amizade, dedicação aos alunos que buscam seus ensinamentos e, também pela provocação aos seus para sempre questionar – afinal, relevantes são as perguntas!

À CAPES e ao CNPq pelo auxílio institucional e financeiro que proporcionaram a realização do doutorado no PPG-Agronegócios e no doutorado sanduíche.

Às minhas amigonas do mestrado no Cegan, Keiti, Lê e Lisi. Embora a distância física tenha nos afastado do convívio frequente, amigas estão sempre presentes nos pensamentos.

Aos meus colegas do CEPAN, que tenho como amigos queridos, Bibiana, Daiane, Nadir, Fernanda, Jorge.

Aos meus amigos e companheiros de doutorado Aldo Callado e Alessandra Ceolin. Vocês são demais! As muitas conversas, os muitos emails, o companheirismo, as risadas, os “puxões de orelha”, os almoços, os jantares, os inúmeros cafés e chás foram muito importantes nessa jornada.

Aos membros do NESPRO, grupo de pesquisa no qual tenho a oportunidade de participar, especialmente à Maria Eugênia e à Tamara.

Ao Departamento *Agricultural and Resource Economics* da UC Davis, o qual frequentei durante o período do doutorado sanduíche em 2009. Em especial aos professores Colin Carter e Steve Vosti, e aos colegas e amigos Summer Allen, Kelly Grogan, David Heres, Kate Fuller, Lisa Bennet, Abby Okrent, Sharon Shewmake e Ghada Elabed.

Aos amigos santa-marienses que conheci em Davis, Isa e Sérgio. A amizade sincera de vocês amenizou as saudades de casa.

Ao Dr. Andrea Cattaneo, obrigada por sua dedicação e amizade. O suporte metodológico para a análise dos dados da pesquisa nos Estados Unidos e em Brasília, bem como nas diversas reuniões via Skype, foi fundamental para a análise empírica da tese.

À Embrapa pelo afastamento de minhas atividades para a conclusão da tese, aos meus chefes, em especial ao Dr. Filipe Teixeira pela compreensão da importância de minha liberação na etapa final, e meus colegas da Assessoria de Inovação Tecnológica. Aos pesquisadores da Embrapa, pela gentileza em disponibilizar dados e comentários, Dr. Edson Sano, Dr. Marcelo Miele, Dra. Rosana Guiducci e Dr. Fernando Paim.

À banca examinadora, pela presença e contribuições para a versão final da tese.

Ao André, pela compreensão, carinho e paciência, especialmente, pelo apoio e otimismo durante a etapa final e crucial para a conclusão.

Por fim, minha família sempre concedeu incondicional apoio na realização deste trabalho, especialmente meus tios Ben-Hur e Deise, e minhas avós Cely e Wilma. Aos meus amigos: o companheirismo e a paciência foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Com a torcida de vocês, essa jornada valeu a pena. Muito obrigada!!!

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese aos meus primeiros mestres, meus pais, Maria Cristina e Hilton Abílio.

EPIGRAFE

A will finds a way.
Orison Swett Marden

RESUMO

A terra é um recurso natural necessário à produção agropecuária. A pesquisa sobre as mudanças no uso agropecuário da terra é especialmente relevante para o país e regiões com características como o Cerrado brasileiro, onde existem áreas vulneráveis à conversão agropecuária e nas quais as condições edafoclimáticas são favoráveis à produção animal e vegetal. Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa é discutir os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária de corte no Cerrado, e o uso agropecuário da terra na região. Para atender ao objetivo geral são estabelecidos objetivos específicos, quais sejam: (i) discutir os fatores que afetam o uso agropecuário da terra em geral e no Cerrado brasileiro; (ii) detalhar a tecnologia no contexto econômico e as principais tecnologias aplicadas à bovinocultura de corte, com destaque àquelas mais aplicáveis ao Cerrado; (iii) apresentar e discutir os modelos aplicados para a análise da mudança no uso da terra, com enfoque nos modelos de equilíbrio geral computável; (iv) apresentar e discutir os resultados do cenário atual da produção pecuária e do uso agropecuário da terra; e (v) apresentar e discutir os resultados do emprego de tecnologia na pecuária por meio da aplicação do modelo de equilíbrio geral computável. As principais fontes de dados são as publicações do Censo Agropecuário e as Contas Nacionais publicadas pelo IBGE. Para a obtenção dos resultados foi utilizada a pesquisa bibliográfica, a estatística descritiva e a aplicação do modelo de equilíbrio geral computável. Os principais resultados verificados nessa pesquisa indicam que a ocupação do Cerrado ocorreu devido a diversos fatores, dos quais ressaltam-se: o emprego de tecnologia, os investimentos em capital e o conhecimento específico aplicado à agricultura a fim de promover a expansão agropecuária de forma mais intensiva. Os fatores que afetam as mudanças no uso agropecuário da terra consistem na combinação de grãos geneticamente melhorados, pastagens plantadas, e as políticas governamentais que induziram a ocupação do Cerrado. O cenário atual da pecuária de corte na região revela a importância da bovinocultura de corte, que é responsável por 70% do valor bruto da produção de carnes da região (incluindo a produção em pastagens e em confinamentos). O principal uso agropecuário da terra no Cerrado é destinado à bovinocultura, quatorze vezes superior à área colhida das culturas de soja, milho e cana-de-açúcar somadas (11,55 milhões de hectares). Quanto ao efeito do emprego de tecnologia na atividade pecuária do Cerrado, se constata que causa aumento da renda *per capita* na região, e nas demais regiões o impacto é negativo. A principal conclusão dessa pesquisa reside na constatação de que o emprego de tecnologia na pecuária, e mais especificamente na bovinocultura de corte, afeta o uso agropecuário da terra

no Cerrado brasileiro. De acordo com os resultados apresentados, é muito provável que nos próximos anos continue influenciando a atividade agropecuária como um todo, provocando ainda mudanças na configuração da produção agropecuária atual. Dentre os principais desafios e limitações de coleta de dados referentes à produção animal (mais especificamente para o cálculo do valor bruto da produção – VBP) enfrentados nessa pesquisa se referem às decisões e opções de quais fontes de dados utilizar quando a fonte de dados oficial do censo agropecuário não oferecia o dado (exemplo, valor bruto da produção de bovinos, suínos, caprinos, dentre outros). Optou-se em favor do Censo Agropecuário para todas as variáveis disponíveis por ser uma publicação periódica oficial. Quando necessário, foram utilizadas outras informações complementares oriundas de outras fontes acadêmicas e profissionais do setor.

Palavras-chave: Uso Agropecuário da Terra, Tecnologia, Pecuária de Corte, Cerrado, Modelo.

ABSTRACT

Agricultural production depends on natural resources such as land. Agricultural land use change research is especially relevant to regions and countries with characteristics (climate, soil and technology conditions) similar to the Brazilian Savanna – Cerrado. Cerrado is a vulnerable region suitable to increasing agricultural conversion. In this context, this research aims to discuss the technology effects in the Cerrado's beef production in the Cerrado as well as the agricultural land use in the region. In order to complete the general purpose we propose to meet specific objectives: (i) to discuss the factors affecting agricultural use of land in the Brazilian Savanna (Cerrado); (ii) to detail the technology in the economic context and key technologies applied to beef cattle in the Cerrado; (iii) to present and discuss applied models for land use change analysis; (iv) to present and discuss the results of actual scenario of livestock production and agricultural land use; and (v) to present and discuss the results of technology use in livestock production using a computable general equilibrium (CGE) model. Main data sources are Agricultural Census and the National Accounts reports, published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Descriptive statistics analysis and the CGE model were used to obtain the results. The key findings in this study indicate occupation of the Cerrado was due to several factors, among which stand out: use of technology, investments and expertise applied to agricultural sector to promote the expansion of farming more intensively. The factors affecting the changes in the agricultural land use consist of a combination of genetically improved seeds, planted pastures, and government policies. Beef cattle current scenario in the region reveals the importance of beef cattle, which accounts for 70% of the gross value of meat production in the region (including pasture and feedlots production). Cattle is the main agricultural land use, fourteen times the harvested area of soybean, corn and cane sugar aggregated (11,55 millions of ha). The main conclusion of this research lies in the fact that technology applied in farming (and more specifically in beef cattle) affects agricultural land use in the Brazilian Cerrado. According to results, it is very likely that in coming years technology will continue influencing the agricultural activity as a whole, stimulating further changes in the configuration of current agricultural production. Among main challenges and limitations of animal production data work (more specifically for the calculation of the gross value of production) addressed in this study refer to the decisions of which data sources rely when the official data source (agricultural census) did not contain the needed variable (eg, gross value

of production of cattle, pigs, goats, among others). The agricultural census (official periodical publication) was used for all variables available. We used other additional information coming from other sources from academic and industry professionals (detailed in the method chapter).

Key-words: Agricultural Land Use, Technology, Cattle, Brazilian Savanna (Cerrado), Model

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Terra, Uso da Terra e Fatores de Mudança.....	31
Quadro 2 – Fatores que afetam o Uso Agropecuário da Terra no Cerrado brasileiro	36
Quadro 3 – Sistema Institucional de Ciência e Tecnologia Agropecuária no Brasil.....	49
Quadro 4 – Uso agropecuário da terra (em 1000 hectares) nos estabelecimentos agropecuários nos estados brasileiros de 1970 a 2006	58
Quadro 5 – Área dos estabelecimentos (ha) ocupada com pastagens para a atividade pecuária no Cerrado em 2006.....	64
Quadro 6 – Principais tecnologias adotadas em unidades de produção de bovinos de corte na região Centro-Oeste do Brasil de acordo com o nível de intensificação das mesmas.....	70
Quadro 7 – Contribuições e Limitações dos Modelos de Equilíbrio Geral Computável.....	105
Quadro 8 – Tabelas do Censo Agropecuário 2006 para os valores de produção vegetal, lã, leite e ovos	113
Quadro 9 – Cálculo dos produtos de origem animal não obtidos diretamente do Censo Agropecuário 2006.....	115
Quadro 10 – Tabelas do Censo Agropecuário 2006 para a área colhida e pastagens.....	117
Quadro 11 – Atividades, produtos e fatores de produção (desagregação utilizada no modelo de equilíbrio geral computável)	133
Quadro 12 – Fontes de dados da MCSMACRO – Matriz de Contabilidade Social Macroeconômica (Brasil 2005).....	150
Quadro 13 – MCSMACRO do Brasil no ano de 2005 (em milhões de reais).....	154
Quadro 14 – MCS a partir dos dados da Matriz Insumo-Produto 2005: Agropecuária (milhões de reais).....	156
Quadro 15 - Bovinos Abatidos nas regiões brasileiras em 1996 e 2006	161
Quadro 16 – Bovinos confinados no Brasil em 2006	162
Quadro 17 – Valor Bruto da Produção (VBP) de carnes em 2006 (em R\$ 1000) nas quatro regiões adotadas na pesquisa	164
Quadro 18 – Área Colhida dos principais produtos vegetais (hectares).....	170
Quadro 19 – Valor Bruto da Produção (VBP) dos principais produtos vegetais (hectares)..	171
Quadro 20 – Grau de substituição entre as <i>commodities</i> agropecuárias.....	174
Quadro 21 – Mudança (%) na renda agrícola regional (<i>per capita</i>)	175
Quadro 22 – Mudança (%) na área utilizada para a pecuária (variação % em relação ao cenário atual apresentado na seção 7.3).....	175

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fatores que afetam o uso agropecuário da terra	38
Figura 2 - Mapa do Biomas Brasileiros	52
Figura 3 – Evolução do uso agropecuário das terras no Brasil de 1970 a 2006	58
Figura 4 – Efetivo do rebanho bovino brasileiro no período 1970-2006.....	67
Figura 5 – Tipificação dos sistemas de produção de bovinos de corte.....	72
Figura 6 – Modelos para análise de mudança no uso e na cobertura da terra.....	77
Figura 7 – Fluxo Circular da Renda na Economia.....	80
Figura 8 – Fluxo Circular da Economia na Estrutura do Modelo de Equilíbrio Geral Computável.....	110
Figura 9 – Mapa da desagregação regional do setor agropecuário no modelo de equilíbrio geral computável.....	128
Figura 10 – Tecnologia de Produção	130
Figure 11 - Fluxos das <i>commodities</i> no mercado.....	131
Figura 12 – Área média de pastagem por cabeça de bovino (hectares) no Brasil	159
Figura 13 – Bovinos abatidos em 2006 (participação por região brasileira e tamanho de estabelecimento)	160
Figura 14 – Bovinos abatidos em 1996 nas regiões brasileiras	162
Figura 15 – Bovinos Confinados nas quatro regiões (% por grupos de área de pastagem)...	163
Figura 16 – Valor Bruto da Produção (em R\$ 1000) de Carnes no Cerrado em 2006	165
Figura 17 – Participação (%) das Lavouras na Área Total dos estados brasileiros (1996 e 2006).....	166
Figura 18 – Participação (%) das pastagens plantadas na área total (1996 e 2006)	167
Figura 19 – Participação (%) das pastagens naturais na área total (1996 e 2006).....	168
Figura 20 – Área dos estabelecimentos agropecuários utilizada para pecuária em 2006 no Brasil (hectares por tipo de produção pecuária)	169
Figura 21 – Pastagens no Cerrado brasileiro em 2006 por tipo e atividade pecuária (hectares)	169
Figura 22 - Taxas de Crescimento na Agropecuária.....	172
Figura 23 - Índices de Produtividade na Agropecuária Brasileira (trabalho, terra e capital)	173

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADAGE – Applied Dynamic Analysis of the Global Economy
ALCA – Área de Livre Comércio das Américas
ANUALPEC – Anuário da Pecuária Brasileira
CAN – Comunidade Andina
CE – *Cross* Entropia
CES – Constant Elasticity Substitution
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – Food and Agriculture Organization
FARSUL – Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul
GAMS – General Algebraic Modeling System
GEMPACK – General Equilibrium Modelling Package
GTAP – Global Trade Analysis Project
GTAP-E – Global Trade Analysis Project-Energy
ha – hectare
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEL – Instituto Euvaldo Lodi
IFPRI – International Food Policy Research Institute
IFS – International Financial Statistics
IMF – International Monetary Fund
IMPACT – International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPEA – Instituto de Pesquisas e Estudos Econômicos Avançados
LP – Longo Prazo
MCS – Matriz de Contabilidade Social
MEGC – Modelo de Equilíbrio Geral Computável
MERCOSUL – Mercado Comum do Sul
MIP – Matriz de Insumo-Produto
MIT – Massachusetts Institute of Technology
MMA – Ministério do Meio Ambiente
ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Política Agrícola Comum

PCM – Problema de Complementaridade Mista

PIB – Produto Interno Bruto

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SFB – Serviço Florestal Brasileiro

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Objetivos	23
1.1.1 Objetivo geral.....	23
1.1.2 Objetivos específicos	23
2 USO AGROPECUÁRIO DA TERRA	24
2.1 Terra, agricultura e teoria econômica.....	24
2.2 Uso e cobertura da terra e a economia	29
2.3 Situação mundial	33
2.4 Fatores que afetam o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro.....	35
2.5 Abordagem conceitual adotada	37
3 EMPREGO DE TECNOLOGIA.....	39
3.1 Tecnologia.....	39
3.2 Emprego de Tecnologia na Agropecuária.....	45
4 O CERRADO E A PECUÁRIA DE CORTE.....	51
4.1 O Cerrado Brasileiro	51
4.1.1 Breve contexto histórico da ocupação do Cerrado	53
4.1.2 Características agrícolas do bioma Cerrado	56
4.2 A Pecuária de Corte.....	65
4.2.1 A bovinocultura de corte no Cerrado.....	68
5 MODELOS DE ANÁLISE DE MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA	74
5.1 Origens dos Modelos de Equilíbrio Geral Computável (MEGC).....	77
5.2 Modelos aplicados de equilíbrio geral: contribuições e limitações.....	81
5.2.1 Persson e Munasinghe (1995).....	83
5.2.2 Cattaneo (2001, 2002, 2005)	89
5.2.3 Bashaasha, Kraybill e Southgate (2001).....	93
5.2.4 Banerjee e Alavalapati (2009, 2010).....	96
5.2.5 Pattanayak <i>et al.</i> (2009).....	100
5.2.6 Contribuições e Limitações dos modelos apresentados	105
6 MÉTODO	108
6.1 Aspectos teóricos e etapas do método.....	109

6.2 Fontes de dados (etapa 1)	113
6.3 MCS-MACRO e MCS-BRASIL2005 (etapa 2).....	118
6.4 Processo de estimação da MCS-BRASIL2006 balanceada para uso no MEGC – BR2006 (etapa 3)	118
6.5 MEGC – BR2006	127
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	150
7.1 MCSMACRO-2005	150
A MCSMACRO (MCS Macroeconômica) é apresentada em milhões de reais (R\$ 1.000.000). As respectivas fontes de dados são apresentadas no Quadro 12 e MCSMACRO no Quadro 13.....	
Fonte: Resultados da pesquisa com base nas fontes citadas.	
7.2 MCS-BRASIL2005	155
7.3 Cenário Atual	158
7.3.1 A Bovinocultura de Corte.....	160
7.3.2 Uso agropecuário da terra no Brasil	165
7.4 Efeitos do emprego de tecnologia na pecuária no Cerrado.....	172
8 CONCLUSÕES	177
REFERÊNCIAS.....	180
APÊNDICE 1 – DETALHAMENTO DA DESAGREGAÇÃO REGIONAL UTILIZADA NO MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL	
193	
APÊNDICE 2 – DESMATAMENTO NO CERRADO BRASILEIRO	
195	
APÊNDICE 3 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (VBP) DOS BOVINOS DE CORTE (CARNE BOVINA DE BOVINOS NÃO CONFINADOS E CONFINADOS).....	
196	
APÊNDICE 4 – VALOR DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE NÃO CONFINADOS EM R\$ 1000 (2006).....	
200	
APÊNDICE 5 – VALOR DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS EM R\$1000 (2006).....	
201	
APÊNDICE 6 – VALOR DA PRODUÇÃO DE AVES EM R\$ 1000 (2006)	
202	
APÊNDICE 7 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS (CARNE SUÍNA)	
203	
APÊNDICE 8 – VALOR DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS ABATIDOS EM R\$ 1000 (2006).....	
204	

APÊNDICE 9 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE BUBALINOS (CARNE BUBALINOS).....	205
APÊNDICE 10 – VALOR DA PRODUÇÃO DE BUBALINOS DE CORTE EM R\$ 1000 (2006).....	206
APÊNDICE 11 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE CAPRINOS (CARNE CAPRINOS)	207
APÊNDICE 12 – VALOR DA PRODUÇÃO DE CAPRINOS DE CORTE EM R\$ 1000 (2006).....	208
APÊNDICE 13 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE OVINOS (CARNE OVINA).....	209
APÊNDICE 14 – VALOR DA PRODUÇÃO DE OVINOS DE CORTE EM R\$ 1000 (2006).....	210
APÊNDICE 15 – CARACTERÍSTICAS DE ABATE DOS BOVINOS NO BRASIL (PESO VIVO E RENDIMENTO DE CARÇA)	211
APÊNDICE 16 – TAXA DE LOTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E FORMAÇÃO DE PASTAGENS NO BRASIL	212

1 INTRODUÇÃO

Como a terra é um recurso natural utilizado em várias atividades humanas e sua disponibilidade é limitada, o mesmo está presente em diferentes debates em fóruns nacionais e internacionais. O uso da terra significa cada uso sob a ótica humana, econômica e social para diferentes finalidades, tais como a moradia e a agricultura. Dentre os principais usos que se pode fazer do recurso terra está o agropecuário (agricultura e pecuária). Os fatores que condicionam o uso da terra são de origem socioeconômica e biofísica. Preços, disponibilidade de insumos para produção, custos de transporte, tecnologia, características dos diferentes tipos de solo e condições climáticas são algumas das variáveis que afetam o uso da terra agropecuário em uma determinada região.

Nas últimas décadas, o uso agropecuário (lavouras, pastagens, plantações em geral) e o uso urbano da terra foram expandidos mundialmente. A expansão do uso da terra para a agricultura e pecuária é uma das alterações humanas mais significativas no ambiente global (MATSON; PARTON, 1997). Além da expansão horizontal da agricultura e da pecuária, o aumento da produtividade ocorrido devido ao desenvolvimento de pesquisas científicas e ao emprego de tecnologia propiciaram a expansão vertical, ou seja: a intensificação do uso agropecuário da terra. No entanto, os efeitos do emprego de tecnologia no uso da terra são ainda controversos, e trazem diferentes conseqüências regionais. Assim, permanece o debate sobre qual nível de intensificação da agricultura (aumento de produtividade) pode reduzir a expansão agropecuário extensiva (TILMAN *et al.*, 2009; ROCKSTRÖM *et al.*, 2009; WISE *et al.*, 2009).

O progresso tecnológico promoveu a intensificação agrícola por meio da introdução de grãos de elevada produtividade adaptados às regiões específicas, e a adoção de máquinas e implementos agrícolas. Os efeitos do emprego das tecnologias sobre a cobertura vegetal ainda permanecem como uma das principais controvérsias verificáveis nas pesquisas sobre mudanças no uso agropecuário da terra (MAERTENS; MANFRED; BIRNER, 2006).

Análises do crescimento da produção de alimentos dos últimos cinquenta anos indicam que a mecanização, a irrigação e a aplicação de fertilizantes contribuíram para o progresso alcançado. Os incrementos mais significativos ocorreram na Ásia e na América Latina. Sistemas de mercado mais eficientes, tecnologia de produção e educação mais elevada tiveram papel importante na geração do crescimento de longo prazo na produção agropecuário. Johnson (2000) explica que os produtos da revolução industrial e científica

foram aplicados à produção de alimentos, assim a renda das propriedades cresceram, bem como a oferta *per capita* de alimentos.

A demanda global por produtos de origem animal (carnes, leite e ovos) tem crescido rapidamente, gerada principalmente pelo aumento de renda das famílias em meio à população crescente e à urbanização. As projeções do International Food Policy Research Institute (IFPRI) até o ano de 2015 indicam que a demanda global por cereais aumentará em todas as regiões do mundo em torno de 20%. Até 2050, a demanda aumentará em mais de 30% na Ásia Oriental e no Pacífico, e triplicará na África Subsaariana. Na China, a maior parte da demanda por cereais será direcionada pela necessidade de alimentação animal, a qual dobrará até o ano de 2050. No entanto, de forma *per capita*, o consumo de arroz e milho na China reduzirá em 18% e 35% até o ano de 2050, respectivamente. Essas tendências serão acompanhadas pelo crescimento no consumo de carnes. O consumo *per capita* de carne bovina aumentará duas vezes até o ano de 2050 (IFPRI, 2010).

O Brasil se destaca no cenário internacional por ser um dos maiores produtores agropecuários e por ocupar uma das principais posições na exportação desses produtos. O país encontra-se no primeiro lugar da produção mundial de açúcar, café e suco de laranja, o segundo lugar em soja e carne bovina, o quarto em carne suína e milho e o quinto em algodão. Já nas exportações, o Brasil ocupa a primeira posição em grande parte desses produtos, quais sejam: carne bovina, frango, açúcar, café e suco de laranja. E está na segunda posição na exportação de soja, terceira em milho e quarta em algodão (SECEX, 2010).

Estima-se que o planeta alcance os 10 bilhões de habitantes na segunda metade do século XXI, sendo o maior crescimento previsto nos continentes africano e asiático. Esse crescimento associado ao incremento da renda *per capita* e às mudanças na demanda por *commodities* agropecuárias aumenta a pressão sobre os recursos naturais, tanto por meio da elevação da quantidade de terra utilizada pela agricultura, quanto pelo uso mais intensivo dos recursos já empregados na produção agropecuária (IANCHOVICHINA; DARWIN; SHOEMAKER, 2009).

Como atividade econômica, a bovinocultura de corte é diversa quanto aos aspectos técnicos de produção, tanto em nível mundial quanto dentro do próprio Brasil (FAO, 2006). Em países ou regiões onde não existe uma grande demanda por produtos de origem animal, a pecuária (e, mais especificamente a bovinocultura de corte) permanece sendo de subsistência, com baixa utilização de insumos que aumentem a eficiência produtiva. Em contraste a essa situação, existe a produção comercial que conta com elevado uso de insumos em sistemas

produtivos que permitem o atendimento da grande demanda, necessitando portanto, de diferentes recursos produtivos (FAO, 2006).

A bovinocultura de corte necessita e ao mesmo tempo afeta o padrão de uso de diversos recursos naturais (dentre eles o uso agropecuário da terra) e deve ser analisada cuidadosamente, dado o aumento da escassez dos mesmos mundialmente, bem como a sua interação com os outros setores da economia. Enquanto a produção intensiva de bovinos de corte está aumentando em larga escala nos países em desenvolvimento (a exemplo da Argentina), ainda existem vastas áreas onde a pecuária extensiva persiste (FAO, 2006).

Em linhas gerais, a pecuária tem sido profundamente afetada por mudanças tecnológicas principalmente em três aspectos: (i) na produção pecuária, o uso generalizado de avançados cruzamentos e tecnologia de alimentação dos animais elevou de forma significativa a produtividade; (ii) na produção de grãos, a irrigação e as técnicas de fertilização combinadas com novas variedades e com a mecanização traduziram-se em aumento nos rendimentos das lavouras, bem como aumentaram o nível de nutrientes nas plantas forrageiras e grãos para a alimentação dos animais; e (iii) a aplicação de moderna tecnologia da informação melhorou a organização e o manejo dos animais, bem como a sua comercialização (FAO, 2006).

A atividade pecuária, que teve início de forma rudimentar, acompanha as mudanças tecnológicas decorrentes das pesquisas científicas. O gado, antes responsável pelo desbravamento do interior do Brasil, passou nas últimas décadas a ser visto e tratado como um negócio semelhante aos demais setores da economia – considerando-se as peculiaridades do setor agropecuário e pecuário (FAUSTO, 1996).

Assim como na atividade pecuária em geral, as principais mudanças-chave que ocorreram na bovinocultura de corte estão associadas à: (i) intensidade do crescimento da produção, caracterizado pelo uso intensivo de cereais para alimentar os animais; (ii) uso avançado de genética e de sistemas de alimentação dos animais; (iii) proteção da saúde animal; e (iv) confinamento dos animais. Os avanços nessas áreas ocorrem de forma concomitante e, muitas vezes, há dificuldade em isolar os efeitos dos fatores individuais que influenciaram os aumentos totais de produtividade (CEZAR *et al.*, 2005; FAO, 2006).

A bovinocultura de corte é uma atividade que demanda grandes extensões de terras, especialmente em um país como o Brasil. A bovinocultura de corte é desenvolvida em todas as regiões do Brasil e ecossistemas, apresentando uma grande variabilidade em termos de sistemas de produção. Independentemente do grau de intensidade tecnológica, os sistemas de

produção de bovinos de corte no país são fundamentalmente alicerçados na utilização de pastagens (CEZAR *et al.*, 2005).

Na região central do país, os cerrados são utilizados para pastagens e mais recentemente estão sendo introduzidos os confinamentos. O Cerrado brasileiro, localizado na parte central do país, é o segundo maior bioma da América do Sul. Esse bioma engloba parte dos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Maranhão, Bahia e o Distrito Federal (IBGE, 2009). Dentre as principais características do Cerrado, destacam-se: a presença de vegetação não uniforme, escassez de água, acidez do solo, deficiência de minerais e riqueza em ferro e alumínio.

A política econômica (mais especificamente a política agrícola) foi relevante para a ocupação e para a produção agropecuária no Cerrado. A criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) foi um marco para a região.

A partir da década de 1970, a EMBRAPA iniciou as suas atividades com a introdução de uma nova variedade de soja adaptada às condições edafoclimáticas do Cerrado, o qual ainda é uma das principais fronteiras agrícolas devido à sua disponibilidade de área agricultável, condições climáticas favoráveis à produção agropecuária e estabilidade política.

Nas últimas três décadas, a região se tornou a área mais importante de produção de carne bovina do Brasil, considerando o fato de que a maior parte da produção de carne bovina brasileira vem dos sistemas de produção extensivos, os quais são caracterizados pelo baixo desempenho animal, baixa taxa de lotação e produção. A baixa fertilidade do solo associada à falta de uso de fertilizantes é a principal restrição para se formar sistemas de produção sustentáveis em termos econômicos e ambientais (MARTHA JR.; VILELA, 2002). A bovinocultura de corte é a grande atividade demandante de terra no Brasil e, segundo os autores, também é o setor que mais disponibilizará terra na medida em que sua produtividade aumentar.

A partir da década de 1980, mesmo ainda alicerçada em pastagens, iniciou-se a introdução mais expressiva de confinamentos na bovinocultura de corte brasileira, com o fornecimento de alimentação, água e suplementos aos animais nos meses de inverno – junho a setembro –, correspondente ao período de declínio da produção de pastagens (MOREIRA *et al.*, 2009). Atualmente, o número de bovinos de corte confinados no Brasil é de aproximadamente três milhões de cabeças, sendo que a metade deste rebanho está concentrada nos estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso – estados que possuem parte de sua terra no bioma Cerrado, não incluídos os animais semi-confinados, bem como aqueles alocados para engorda em pastagens de inverno, os quais correspondem a 3,4 milhões de

cabeças. O número total de animais que passa por algum tipo de confinamento pode ser totalizado em 6,4 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2010).

Dos originais 2 milhões de quilômetros quadrados de Cerrado que existiam no Brasil antes de 1940, aproximadamente 50% foram desmatados e/ou convertidos em lavouras e pastagens (KLINK; MOREIRA, 2005; SANO *et al.*, 2009). Da área total desmatada no Cerrado, 68% são destinados para o uso da bovinocultura de corte (FAMINOW, 1997; SANO *et al.*, 2008, 2009), sendo que a mesma constitui a atividade que ocupa a maior extensão de terras no Cerrado. A agricultura no Cerrado contribui com 20% para a composição do Produto Interno Bruto (PIB) da agricultura brasileira, entretanto, esse número representa apenas 1% do PIB total do país (IPEA, 2010).

Segundo Mueller e Martha Jr. (2008), as questões referentes ao uso agropecuário da terra, e especialmente aquelas que dizem respeito ao uso agropecuário da terra em áreas já abertas no Cerrado, são relevantes para o desempenho e competitividade da agricultura brasileira por razões econômicas e ambientais. Além disso, as alterações no uso agropecuário da terra podem causar mudanças nos custos de oportunidade das atividades agrícolas.

Existe na literatura o debate entre preservar ou desmatar, e as suas associações aos efeitos das mudanças tecnológicas que são empregadas na agricultura. Alguns autores consideram que modelos baseados em agricultura de subsistência, baixa produtividade e pouco (ou nenhum) emprego de tecnologia são os principais fatores causadores da expansão das áreas agrícolas (KAIMOWITZ; ANGELSEN, 1998; VOSTI *et al.*, 2002). Nesses termos, em resposta ao aumento de produtividade oriunda do emprego de tecnologia os produtores cultivariam menores extensões de terra para suprir suas necessidades, o que leva ao menor desmatamento em regiões de fronteira. Entretanto, dependendo das especificidades de cada região – a exemplo do Cerrado – esses efeitos são considerados controversos e ainda necessitam de estudos que tentem incorporar essas características regionais do uso agropecuário da terra. Então, por que estudar os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária do Cerrado brasileiro e seus efeitos para o uso agropecuário da terra na região?

Foi identificado na literatura que a tecnologia aplicada à agropecuária influencia o uso agropecuário da terra no Cerrado (SMITH *et al.*, 1998; SMITH *et al.*, 1999; REZENDE *et al.*, 2002; JEPSON, 2006, 2010; SANO *et al.*, 2008). A presente tese busca analisar os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária no Cerrado brasileiro bem como verificar o uso agropecuário da terra na região.

Ainda, o aumento da demanda interna e externa de produtos agrícolas previsto em decorrência de, por exemplo, maior demanda por combustíveis de origem renovável (como o

etanol e o biodiesel) tem o potencial de afetar o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro visto que esse, como já mencionado anteriormente, possui grandes áreas destinadas à produção agropecuária.

Nesse sentido, a disponibilidade de terras agricultáveis no país e especialmente no Cerrado brasileiro não parece ser um problema. O principal motivo para a discussão acerca do uso agropecuário da terra na região se deve ao fato da degradação das áreas de pastagens, e a decorrente necessidade de abertura de novas áreas para a bovinocultura e demais atividades agrícolas.

Dessa forma a degradação das pastagens, que é um dos relevantes problemas que afeta a bovinocultura no Cerrado, pode vir a se reduzir a partir da implementação de técnicas como o confinamento e formas adequadas de manejo das áreas de pastagens, fazendo-se, portanto, relevante a quantificação dos efeitos de tecnologias intensivas em capital, ou seja: aquelas que utilizem menos terra e mais insumos de produção não relacionados à mão-de-obra e terra. Por exemplo, a introdução de pastagens plantadas, a integração lavoura-pecuária, e os efeitos da implantação parcial e total de confinamentos na região visto que as mesmas podem aumentar a produtividade da bovinocultura de corte na região.

A utilização da estrutura de estática comparativa do modelo de equilíbrio geral computável auxilia, juntamente com a pesquisa bibliográfica realizada, a verificação do efeito do emprego de tecnologia na pecuária (atividade na qual a bovinocultura de corte possui a maior participação) no Cerrado.

As contribuições pretendidas com a realização desta pesquisa são: (i) atualização de acordo com as últimas informações do Censo Agropecuario brasileiro e aplicação do modelo para o Cerrado; (ii) identificação e discussão dos fatores que afetam o uso agropecuário da terra e as especificidades do Cerrado; e (iii) elaboração do cenário atual da produção de carnes de carnes no Cerrado.

Diante desse contexto, a questão de pesquisa que se pretende responder é a seguinte: Quais são os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária de corte no Cerrado sobre o uso agropecuário da terra na região?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Discutir os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária de corte no Cerrado e no uso agropecuário da terra na região.

1.1.2 Objetivos específicos

- Discutir os fatores que afetam o uso agropecuário da terra em geral e no Cerrado brasileiro;
- Detalhar a tecnologia no contexto da história econômica e as principais tecnologias aplicadas à bovinocultura de corte, destacando aquelas mais utilizadas no Cerrado;
- Apresentar e discutir os modelos aplicados para a análise de mudança no uso da terra, com enfoque nos modelos de equilíbrio geral computável;
- Apresentar e discutir os resultados do cenário atual da produção pecuária e uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro;
- Apresentar e discutir os resultados do cenário de emprego de tecnologia na pecuária no Cerrado brasileiro por meio da aplicação do modelo de equilíbrio geral computável.

A presente tese está organizada da seguinte forma: o primeiro capítulo é composto por esta Introdução; os Capítulos 2 e 3 trazem o referencial conceitual acerca do uso da terra e emprego de tecnologia, respectivamente; as características do Cerrado, de sua ocupação e da bovinocultura de corte são apresentadas no Capítulo 4; no Capítulo 5 são revisados os modelos de equilíbrio geral computável aplicados à análise das mudanças no uso da terra e suas implicações; no Capítulo 6 é o modelo aplicado nesta tese; os resultados e discussões são apresentados e discutidos no Capítulo 7 e, finalmente, são feitas as conclusões no oitavo capítulo.

2 USO AGROPECUÁRIO DA TERRA

O presente capítulo trata da abordagem de uso agropecuário da terra adotada neste estudo. Para tanto, é apresentada a relação existente entre terra e agricultura a partir da teoria econômica e, também, os conceitos de uso e cobertura da terra. Especificamente no tocante ao Cerrado brasileiro são discutidos os fatores que influenciaram o uso agropecuário das terras na região.

O conceito de terra abrange uma variedade de funções, que tipicamente são classificadas nas categorias ambientais, econômicas e sociais. Em termos do ambiente, a terra é vista como solo, filtro para a água potável, e como habitat para a vida silvestre, e o elemento que proporciona a ligação entre os sistemas hídricos, atmosféricos e climáticos. Quanto à categoria econômica, a terra pode ser vista como um espaço escasso que aloca as atividades de produção, infra-estrutura e moradia, mas também pode servir de reserva de valor e de capital. No nível social, o proprietário da terra pode ter certo prestígio social e para algumas culturas a terra possui uma dimensão espiritual que lhe atribui vida e faculdade divina, exercendo controle sobre o destino das pessoas (HUBACEK e VAN DEN BERGH, 2002).

A terra para a Economia cobre o universo físico excluindo-se os homens. Um dos três tradicionais insumos de produção (terra, trabalho e capital), a terra é um termo que inclui o ambiente natural, englobando os oceanos, atmosfera e energia solar. No entanto, a história subsequente do conceito de terra na economia mostra o aumento da percepção, incluindo a contribuição do mundo natural para o bem-estar dos seres humanos (HUBACEK e VAN DEN BERGH, 2002). Em outras palavras, o papel da terra, sua conceituação e sua mensuração na teoria econômica vem sendo alterada consideravelmente com o passar do tempo.

2.1 Terra, agricultura e teoria econômica

A Fisiocracia tem sido considerada a primeira escola do pensamento econômico, formada por um grupo de pensadores franceses, conhecidos como “os economistas”. Essa escola esteve em evidência no período de 1756 a 1776, sendo François Quesnay o fundador do pensamento fisiocrata. Na época do surgimento da Fisiocracia a França era eminentemente agropecuário. O término da influência da fisiocracia como escola de pensamento ocorreu na

época do surgimento de “Inquérito sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações” (1776), de Adam Smith, e da queda de Turgot no Ministério das Finanças francês.

A principal contribuição de Adam Smith para a Ciência Econômica consiste na sistematização e explicação do processo de criação e circulação das riquezas de uma nação (SANTOS, 1980). O “Inquérito sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações”, de Adam Smith foi publicado em 1776, e é composto por dois volumes (o primeiro inclui os três primeiros livros e o segundo volume inclui os Livros IV e V). O livro IV trata de dois sistemas diferentes de economia política: (1) o sistema de comércio e (2) o sistema da agricultura. No entanto, de acordo com Santos (1980), o espaço dedicado ao primeiro é muito maior do que aquele destinado ao segundo. No último capítulo do Livro IV, Smith (1776) descreve o sistema fisiocrático ou agropecuário francês, e deixa claro que não apreciava os detalhes minuciosos contidos no *Tableau économique* de François Quesnay (fisiocrata).

A produção de alimentos foi a principal atividade econômica quando François Quesnay, Adam Smith, Malthus (1766-1834), e David Ricardo (1772-1823) contribuíram para a doutrina econômica. Então, eles podem ser considerados os primeiros economistas agrícolas. Terra, trabalho e capital eram os principais fatores de produção, e os retornos desses fatores eram denominados renda, salários e lucros (JOHNSTON e SWALLOW, 2006).

Smith acreditava que a renda da terra era determinada pelos preços das *commodities* e não o contrário. Ricardo apresentou uma dinâmica na qual a flutuação dos preços agrícolas se dava em função da progressiva ocupação das chamadas terras marginais e dos custos de correção e preparação desses terrenos. À medida que a economia clássica amadurecia, um tratamento mais geral estava sendo dado a algumas características. Embora os economistas mostrassem interesse na adequação da terra para a produção de alimentos, um conceito mais amplo emergia. O final do período clássico trouxe um aparente consenso de que a terra deveria incluir todos os benefícios da natureza. Esse consenso originou o campo de estudos atual da teoria econômica, denominado economia ambiental.

A publicação de *Principles of Economics*, Alfred Marshall (1890) é frequentemente usada para datar o início da economia neoclássica visto que o autor sistematizou várias partes do pensamento econômico. Além disso, ele empregou a análise marginal no desenvolvimento sistemático da oferta e da demanda. Ele também trabalhou com a determinação de preços e comportamento das firmas dentro de uma indústria, bem como demonstrou o poder da análise de equilíbrio parcial pela aplicação em diversas situações econômicas.

A tecnologia de produção de alimentos mudou bastante após o período clássico. Os economistas do século XX revisitaram a doutrina dos economistas clássicos quanto à terra e à produção de alimentos para (re)formular alguns pressupostos teóricos. De acordo com Frank Knight (1921) não é necessário distinguir a terra de outras formas de capital em termos de risco e incerteza. Sendo a terra um recurso natural finito, não cabe a mesma forma de tratamento aplicável aos demais insumos de produção. A atividade agrícola depende de terra agricultável, sendo o uso agropecuário da terra dependente de diversos fatores, dentre eles as propriedades físico-químicas do solo. São diferentes as condições naturais (edafoclimáticas) nas diversas regiões do mundo, fazendo com que a terra não seja um insumo produtivo homogêneo. A terra é heterogênea, tanto quanto do ponto de vista das propriedades do solo, quanto do ponto de vista mercadológico e de sua localização (a qual influencia diretamente as atividades econômicas, em termos, por exemplo, de logística e infra-estrutura).

O trabalho empírico “*Declining importance of agricultural land*” de T. W. Schultz (1951) levou à conclusão de que a tecnologia possibilitou que o gerenciamento e o capital substituíssem a terra agricultável na produção de alimentos nos Estados Unidos. A implicação dessa constatação é que a inadequação das terras norte-americanas é improvável de ameaçar a oferta de alimentos da nação. A principal tese do artigo de Schultz (1951), como se pode perceber pelo seu título, foi confirmada por diversos trabalhos empíricos. No entanto, ainda hoje alguns formuladores de políticas públicas comentam que a perda de terra agricultável ameaça a oferta de alimentos nos Estados Unidos.

Earl Heady (1952) em seu trabalho “*Economics of Agricultural Production and Resource Use*” não tratou de forma diferenciada a terra, e acreditava que somente trabalho e capital (incluindo gerenciamento) precisavam ser considerados como fatores de produção. A base teórica subjacente aos seus trabalhos empíricos assumiu retornos constantes de escala, competição perfeita e produtos homogêneos. A mudança técnica foi considerada como variável exógena e responsável pelo declínio do custo de produção agrícola. O trabalho de Heady (1952) refletiu a tendência crescente, na época, entre os economistas agrícolas, em favor das análises empíricas e quantitativas e mais distantes de questões fundamentais relacionadas ao desenvolvimento teórico.

O uso da terra é determinado pelas escolhas dos indivíduos e dos grupos, e essas decisões são influenciadas por uma variedade de fatores. Uma das principais contribuições da economia para o debate sobre política de uso da terra é o reconhecimento da crítica sobre a importância dos incentivos, ou das motivações de auto-interesse. Na discussão sobre uso da terra, por exemplo, os modelos econômicos podem incluir incentivos criados por políticas ou

instituições, e então indicar as implicações desses incentivos para as alternativas e os respectivos resultados para o uso da terra. Embora isso não seja frequentemente explicitado na análise econômica, a importância dos incentivos para o comportamento ocupa grande parte dos questionamentos econômicos, incluindo muitos estudos sobre o uso da terra (JOHNSTON e SWALLOW, 2006).

Embora a economia contribua com abordagens únicas para o debate sobre políticas de uso da terra, tais contribuições podem ser mais úteis quando integradas com as abordagens das outras disciplinas. Existem diversos interesses no uso agropecuário da terra que vão além da sua contribuição para a produção agropecuária. No entanto, os economistas agrícolas têm a tarefa especial de compreender o papel da terra agricultável na produção. A compreensão do papel da terra requer também entender a atual relação que envolve a mudança técnica para as economias de escala na agricultura. O freqüente emprego do pressuposto de retornos constantes de escala é conveniente do ponto de vista econométrico e de programação, embora a base empírica para tal pressuposto na produção agropecuário não seja muitas vezes bem estabelecido (CASTLE, 2006).

A metodologia que os economistas utilizavam após a Segunda Guerra Mundial era em grande parte baseada em modelos de equilíbrio parcial, sendo Marshall o pioneiro nesses estudos. Avanços teóricos de Hicks (1939) e outros permitiram que a utilidade ordinal fosse substituída pelas formulações de utilidade cardinal de Marshall (CASTLE, 2006)

Os modelos de equilíbrio geral computável e a tecnologia de processamento de dados melhoraram a abordagem antes adotada, de equilíbrio parcial. Ainda hoje, os mais avançados modelos de equilíbrio geral computável não atendem muitos aspectos da realidade econômica. No entanto tais modelos freqüentemente revelam significativas informações de política pública, as quais os modelos de equilíbrio parcial não conseguem fornecer.

Os modelos de equilíbrio geral na economia são resultado de dois séculos de inovação conceitual e refinamento intelectual continuado (SCARF; SHOVEN, 1984). Suas raízes podem ser encontradas na descrição de Adam Smith do comportamento capitalista motivados pela lucratividade na seleção das atividades econômicas. Os elementos da teoria da demanda aparecem no trabalho de John Stuart Mill quando ele trata do comércio internacional e da análise acerca das respostas dos agentes econômicos às mudanças nas taxas de importação. Por fim, a contribuição de Leon Walras forneceu uma descrição geral do funcionamento de um complexo sistema econômico baseado na interação de um número de unidades econômicas interdependentes.

Retornando a questão da terra na teoria econômica, embora tenha ocorrido substancial progresso no pensamento econômico a respeito da questão conceitual da terra, até os anos do pós-guerra permaneceu a visão de que a terra não era distinta das outras formas de capital. Isso reforçou o pressuposto de que a agricultura estava conectada ao restante da economia somente por meio dos mercados de *commodities* e de insumos. A partir da década de 1960 iniciou-se, então, o estudo sobre as externalidades relacionadas à produção e ao uso agropecuário da terra (CASTLE, 2006).

A conjuntura econômica afeta o papel da terra nas relações sócio-econômicas e políticas, bem como as perspectivas dos economistas que estudam a terra. Em suma, o papel da terra nas relações humanas varia com a mudança da conjuntura econômica. Os eventos econômicos mudaram o papel da terra na sociedade. Políticas relacionadas ao uso agropecuário da terra se tornaram cada vez mais interdependentes de outras políticas públicas, tornando mais complicada a análise econômica.

A análise da terra pelos economistas neoclássicos na metade do século XX na economia agrícola frequentemente focou no estudo da firma e da propriedade rural no âmbito industrial, o que dificulta a inserção de fatores emergentes como uso de recursos naturais e os aspectos ambientais.

Abordagem mais ampla foi dada pelos economistas institucionais e pelos economistas estudiosos dos recursos naturais oriundos da economia agrícola. Vários economistas dessa linha de pesquisa incorporaram a economia do bem-estar como fonte conceitual, resultando no uso em modelagens econômicas de otimização para propósitos de políticas públicas. Assim, os modelos são capazes de fornecer informações úteis quando interpretados no contexto dos pressupostos nos quais se baseiam (CASTLE, 2006).

A terra tem sido um fator complicado para a análise econômica, mas é importante que seu papel seja compreendido no contexto das situações atuais e dos problemas sociais que surgem a cada época.

Uma nova literatura de Economia do Bem-Estar (*Welfare Economics*) surgiu após a Segunda Guerra Mundial, com estrutura teórica baseada na maximização do bem-estar. A maximização da renda nacional líquida (ou benefício social líquido) se tornou o objetivo. Além disso, a análise de custo-benefício se tornou uma ferramenta para o fornecimento de uma avaliação empírica das possibilidades teóricas.

A teoria da firma fornece um referencial para a análise da terra agricultável quando se considera que a indústria agropecuária é conectada ao restante da economia por meio do mercado de insumos e de *commodities*. A análise do bem-estar e do custo-benefício fornece

os subsídios analíticos para considerar as externalidades ambientais. O uso público e privado da terra e a competição dos usos privados da terra estão interligados e, portanto, necessitam de uma estrutura para serem analisados (CASTLE, 2006).

Por fim, a teoria econômica fornece conceitos e ferramentas que podem ser adaptados e utilizados para a análise das mudanças no uso agropecuário da terra. No entanto, deve-se atentar às modificações institucionais e questões ambientais, cada vez mais relevantes atualmente, e que no passado, no qual, talvez não fossem consideradas essenciais.

2.2 Uso e cobertura da terra e a economia

O uso da terra demonstra como a existência coletiva mantém sua relação com a natureza e com os meios de produção, como forma de obter excedentes (LIMA *et al.*, 2006). Também nesse sentido, mas especificando os propósitos do uso da terra, Briassoulis (2000) afirma que pode ser conceituado como o uso humano dos recursos terrestres, que varia quanto aos seus objetivos tais como a produção de alimentos, abrigo, recreação, extração e processamento de materiais, bem como quanto às suas próprias características biofísicas.

Originalmente o uso da terra pela agricultura era a principal motivação para o seu tratamento econômico. Isto foi gradualmente estendido para várias outras categorias de uso. Áreas especializadas dentro da economia, como a Economia Regional e Urbana encontraram a necessidade da análise espacial incluindo a análise do uso da terra. Mais recentemente tem sido dada atenção para as questões ambientais, mas também se tem proporcionado incentivos para as novas perspectivas e conceituação da terra na análise econômica (HUBACEK e VAN DEN BERGH, 2002).

O uso da terra é central no espaço onde o homem desenvolve suas atividades, tanto na funcionalidade como na biodiversidade do ecossistema considerando seus aspectos negativos de recursos hídricos escassos e gases de efeito estufa. Além disso, se faz necessária a compreensão de como a exigência pelo uso da terra pode modificar o ambiente para os envolvidos. Para Briassoulis (2000), a análise da mudança no uso da terra reside em duas grandes questões que estão inter-relacionadas, quais sejam: as causas da mudança no uso da terra e os impactos ambientais e sócio-econômicos da mudança?

A primeira questão se refere aos determinantes da mudança no uso da terra. De acordo com Briassoulis (2000), existem duas categorias de motivadores, quais sejam, as condições biofísicas e as sócio-econômicas. Os determinantes biofísicos incluem características e processos do ambiente natural, como variações climáticas e do tempo,

topografia, processos geomórficos, erupções vulcânicas, tipos de solo e processos, padrões de drenagem e disponibilidade de recursos naturais. Já os determinantes sócio-econômicos englobam fatores demográficos, sociais, econômicos, políticos e institucionais, e processos como população e suas mudanças, estrutura e mudança industrial, tecnologias e suas mudanças, família, mercado, regras e políticas relacionadas, valores, organização da comunidade e normas, bem como os regimes de propriedade.

A terra é um termo usado na economia para englobar não somente a parte da superfície terrestre do planeta não coberta pelos oceanos, mas também todos os recursos naturais tais como florestas, minerais, fertilidade do solo, dentre outros que podem também ser usados no processo de produção. A terra é, portanto, classificada como um insumo de produção separado (THE MIT DICTIONARY OF MODERN ECONOMICS, 1995).

A terra possui vários papéis na doutrina econômica. Para compreender o tratamento da terra na doutrina econômica é preciso considerar, além das mudanças econômicas, quais são as motivações dos economistas para estudar a terra. Três situações distintas são consideradas por Johnston e Swallow (2006): (i) uso agropecuário e industrial da terra conectado com o restante da economia por meio dos mercados de *commodities* e insumos; (ii) a presença de mercados não regulados, onde o uso da terra possui efeitos de externalidades associadas; e (iii) políticas alternativas de uso da terra afetando a taxa, direção ou impacto da atividade econômica.

A seguir, o Quadro 1 apresenta os principais conceitos relacionados à terra. Dependendo da disciplina de origem dos autores, é maior ou menor o enfoque direcionado à teoria econômica. Assim, o objetivo do Quadro 1 é ilustrar os principais conceitos em ordem cronológica para, ao final deste capítulo, na seção 2.5, ser apresentada a abordagem conceitual utilizada nessa tese.

Quadro 1 – Terra, Uso da Terra e Fatores de Mudança

Termo	Conceito	Fatores de mudança	Autores
Terra	Engloba a superfície terrestre não coberta por oceanos; recursos naturais tais como florestas, minerais, recursos marinhos, fertilidade do solo, bem como outros recursos que podem ser utilizados no processo de produção	n.a.	MIT (1995)
	"Área delineável da superfície terrestre, englobando todos os atributos da biosfera imediatamente acima ou abaixo da superfície, incluindo o clima da superfície, o solo e as formas terrestres, a superfície hidrológica, as camadas de sedimentos da superfície terrestre e as reservas subterrâneas de água, as populações de plantas e animais, o padrão de ocupação humana e os resultados físicos das atividades humanas do passado e do presente" (p. 6)	n.a.	FAO (1995)
	Recurso natural de oferta limitada, não pode ser criado e nem alterado pela ação humana	n.a.	FOLDVARY (2008)
Uso da Terra	Envolve os atributos biofísicos da terra manipulada e as motivações da manipulação; o propósito para o qual a terra é usada	Necessidades humanas	TURNER (1995)
	Atividades humanas diretamente relacionadas à terra, fazendo uso de seus recursos ou tendo impacto sobre as mesmas	n.a	FAO (1995)
	O uso da terra para propósitos humanos ou intenção aplicada aos seus atributos biofísicos	O uso da terra é influenciado pelos mercados locais e nacionais, políticas, mercados globais, informação e fluxos de capital, bem como convenções internacionais	LAMBIN (2001)
	O uso de recursos terrestres de acordo com alguns propósitos, tais como produção de alimentos, moradia, recreação e extração de recursos	Biofísicos e sócio-econômicos	BRIASSOULIS (2000)
	Uso econômico e social da superfície	A principal razão para a mudança no uso da terra é a produção de alimentos e fibras	MUSTARD (2004)

	Arranjo total, atividades e insumos que as pessoas fazem uso em um determinado tipo de cobertura da terra	Destacam-se os fatores sociais e ambientais: clima, disponibilidade de água doce, solo adequado, cultura, riqueza e renda, estilo de vida	HEISTERMANN, MÜLLER and RONNEBERGER (2006)
Transições de Uso da Terra	Refere-se a qualquer mudança nos sistemas de uso da terra de um estado para outro; por exemplo, de um sistema denominado por culturas anuais para consumo local para um sistema de culturas perenes em larga escala para responder à demanda de mercado ou novas instituições	"Transições no uso da terra podem ser causadas por retroalimentação sócio-ecológica negativa que surgem da redução dos recursos-chave ou das mudanças sócio-ecológicas e inovações que tomam lugar, ao invés de independentemente em função do sistema ecológico" (p. 108)	LAMBIN and MEYFROIDT (2010)
Cobertura da Terra	O estado biofísico da superfície terrestre e da imediata camada inferior (<i>subsurface</i>)	n.a	TURNER (1995)
	Os atributos biofísicos da superfície terrestre	As mudanças na cobertura da terra são afetadas pelas "respostas das pessoas às oportunidades econômicas, mediadas pelos fatores institucionais" (p. 261)	LAMBIN et al. (2001)
	Sistema terrestre (vegetação, hidrologia, clima)	A mudança no uso da terra altera a cobertura da terra	MUSTARD et al. (2004)
	Cobertura física e biológica observada da terra do planeta (vegetação e características modificadas pelo homem)	n.a	HEISTERMANN, MÜLLER and RONNEBERGER (2006)
Conversão da Terra	"Altera as interações bióticas e os padrões de disponibilidade de recursos nos ecossistemas e pode ter sérias consequências locais, regionais, globais e ambientais" (p. 504)	Intensificação agropecuária e progresso tecnológico	MATSON and PARTON (1997)

Fonte: Elaboração própria com base nos autores citados.

Foldvary (2008) afirma em seu trabalho que a terra é um recurso natural que não pode ser criado e nem alterado pela ação humana. No entanto, quando se constata que o uso de fertilizantes e outros insumos agrícolas e seus efeitos na produtividade de culturas, como as tradicionais de soja e milho, se pode dizer que a terra consiste em um recurso natural que pode sofrer alterações provocadas pelo homem.

Diante da revisão de literatura realizada constata-se que diversos autores vêm trabalhando questões relacionadas ao uso da terra e ao uso agropecuário da terra. Diversas interpretações sobre o uso da terra têm sido consideradas, e a evolução em direção às descrições que englobam a interdisciplinaridade dos estudos sobre mudanças no uso da terra

pode ser observada. Por fim, as relações socioeconômicas e biofísicas têm sido destacadas no decorrer dos anos.

2.3 Situação mundial

O rápido crescimento do produto *per capita* e o conseqüente impacto da demanda por carnes e rações em países de renda média estão direcionando o mercado mundial de alimentos. No entanto, não se sabe o quão rápido esses padrões de consumo podem mudar no tempo, pois são também dependentes de fatores culturais e sócio-econômicos (FALCON; NAYLOR, 2005; GERBENS-LEENES; NONHEBEL, 2002; WOLF *et al.*, 2003).

As mudanças nos padrões de consumo afetam a área requerida para a produção de alimentos. Gerbens-Leenes *et al.* (2002) afirmam que essas mudanças terão grandes efeitos na área total necessária, bem como as mudanças nos níveis de produtividade e de crescimento da população mundial.

De acordo com as projeções mais recentes do *International Food Policy Research Institute* (IFPRI), o modelo de análise de política agrícola internacional (*International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade* - IMPACT) estima que a produção global de cereais aumente 56% entre os anos de 1997 e 2050 e a produção pecuária cresça 90% no mesmo período. Os países em desenvolvimento poderão ser responsáveis por 93% do crescimento da demanda de cereais e 85% do aumento da demanda por carnes até 2050. A elevação da renda e a rápida urbanização são os principais fatores em direção ao incremento na demanda por alimentos de maior valor agregado. Além disso, estima-se que o comércio internacional de produtos agropecuários poderá aumentar substancialmente, sendo que as importações de cereais dos países em desenvolvimento poderão dobrar até 2025, e triplicar até 2050 (ROSEGRANT; CLINE, 2003).

O estudo de Gerbens-Leenes e Nonhebel (2002) demonstrou que não somente o consumo de carnes, mas também o consumo de gorduras e bebidas requer grande extensão de áreas agricultáveis. Outros autores afirmam que em um futuro próximo o padrão de consumo será uma variável importante na determinação da área total requerida para a produção de alimentos, especialmente se houver o aumento da demanda pelos produtos de maior valor agregado, como mencionado anteriormente. Ainda, a crescente demanda por terra agricultável é causada pelo aumento absoluto na demanda por alimentos em países menos desenvolvidos e por mudanças na dieta em países em desenvolvimento, bem como também nos países desenvolvidos.

Para suprir as necessidades mundiais de terra, a possibilidade para a expansão agrícola são as florestas tropicais da América do Sul – regiões com terra abundante e condições de acesso propícias à expansão agrícola, conforme Barbier (2004), o qual também afirma que a expansão da fronteira agrícola em muitas regiões tropicais é também encorajada pela baixa intensificação da agricultura em muitos países em desenvolvimento, onde o uso de irrigação e fertilizantes é baixo. O autor complementa que essas condições estruturais necessárias são influenciadas e determinadas direta e indiretamente pela política econômica.

Barbier (2004) conduziu um estudo sobre a expansão agrícola e o desmatamento em países em desenvolvimento. Em seus resultados, as variáveis estruturais que são mais significativas na análise *cross-country* da expansão da fronteira agrícola em áreas tropicais apóiam a relação entre o desenvolvimento agrícola e a conversão de terras nos países menos desenvolvidos. A participação das exportações agrícolas, crescimento da valorização dos produtos agrícolas e crescimento da população rural estão, por exemplo, associados com a expansão da área. Além disso, o autor constata que os países em desenvolvimento que são mais dependentes de produtos primários (não oriundos do petróleo) para suas exportações possuem maior probabilidade de expandir sua fronteira agrícola, como é o caso do Brasil.

Além de considerar as possibilidades de expansão da fronteira agrícola, é necessário levar em conta o potencial mundial para a produção de alimentos, o qual incorpora em sua medida o padrão tecnológico adotado (por meio da produtividade considerada nos cálculos). Segundo Wolf et al. (2003), o potencial para a produção global de alimentos é o produto da área adequada para o cultivo mecanizado, o número de safras por ano e o nível de produtividade por hectare. Nesse sentido, deve-se ter atenção a um insumo relevante para a produção agrícola, o fertilizante – visto que sua demanda é inelástica a variações de preços e ao volume de crédito rural (NICOLELLA *et al.*, 2005; CONTE; FERREIRA FILHO, 2007).

Em seus resultados, Wolf et al. (2003) afirmam que se no futuro toda a área potencial apta para o cultivo agrícola for utilizada para a produção de alimentos e de biomassa, então haveria a expansão da fronteira agrícola em aproximadamente 50%, comparando-se com a área agrícola atual. Isso resultaria em uma redução na área de florestas na mesma proporção.

Estudos estimam as mudanças no uso agropecuário da terra decorrentes da necessidade de aumento da produção de alimentos mundial para as próximas décadas. No entanto, ainda não existe consenso quanto aos resultados em função de incertezas sobre os aumentos futuros de produtividade na agropecuária e particularidades regionais. Este estudo busca contribuir para o campo do conhecimento do uso agropecuário da terra, dado que considera as informações mais atuais do Brasil em termos censitários (Censo Agropecuário

2006), bem como enfoca uma área do Brasil – o Cerrado – para estimar os efeitos de algumas medidas sobre o uso agropecuário da terra, bem como sobre a produção agropecuária na região.

Na seção a seguir são apresentados os fatores que afetam o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro visto que a região é objeto de estudo da presente pesquisa.

2.4 Fatores que afetam o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro

O Cerrado brasileiro, localizado na parte central do país, é o segundo maior bioma da América do Sul. Engloba parte dos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Maranhão, Bahia e o Distrito Federal (IBGE, 2009). As principais características do Cerrado são vegetação não uniforme, escassez de água, acidez do solo, deficiência de minerais, e a riqueza de ferro e alumínio.

A política econômica, mais especificamente a agrícola, foi relevante para a sua ocupação e para a produção agropecuária no Cerrado. A partir da década de 1970 a EMBRAPA iniciou suas atividades com a introdução de novas variedades de soja adaptadas às condições edafoclimáticas do Cerrado. O Cerrado brasileiro é uma das principais fronteiras agrícolas devido à sua disponibilidade de área agricultável, boas condições climáticas e estabilidade política.

De acordo com Klink e Moreira (2002), as mudanças no uso agropecuário da terra no Cerrado ocorrem em função da tecnologia empregada, investimentos em capital, energia e conhecimento aplicado com o objetivo de promover a expansão da agricultura intensiva.

Embora a distribuição das chuvas durante todo o ano seja desigual, a média da precipitação anual (1500 mm) é considerada suficiente para a produção de grãos. A temperatura morna e constante o ano todo e a luz solar não restringem a fotossíntese. Além disso, a topografia e os solos de drenagem profunda propiciam a mecanização. Assim, as terras da savana brasileira são mais baratas que as da floresta tropical e são mais facilmente limpas para a produção pecuária (KLINK e MOREIRA, 2002).

O Quadro 2 a seguir apresenta de forma estruturada as contribuições dos trabalhos empíricos que buscaram identificar os fatores que determinaram a ocupação e o uso agropecuário da terra no Cerrado.

Quadro 2 – Fatores que afetam o Uso Agropecuário da Terra no Cerrado brasileiro

Fatores que afetam o Uso Agrícola da Terra no Cerrado	Autores
As condições macroeconômicas influenciaram o uso da terra no Cerrado (terra subsidiada e estabilidade macroeconômica). Além disso, novas variedades de soja - altamente produtivas - obtidas pela melhora tecnológica foram adaptadas pela EMBRAPA e aumentaram a produtividade e a lucratividade da cultura	SMITH et al. (1998)
A mudança dos cultivos convencionais para os sistemas de plantio direto, a substituição das plantações por cultivos anuais e a introdução da pecuária consiste na mais relevante mudança no uso da terra do Cerrado. Conseqüentemente, práticas relacionadas à mudança tecnológica. Além disso, as circunstâncias econômicas deterioradas também motivaram essas mudanças desde os anos 1980 e metade dos anos 1990, quando os preços dos produtos eram baixos, e as taxas de juros e os custos de produção altos	SMITH et al. (1999)
A rápida expansão agrícola no Cerrado ocorreu devido ao baixo preço da terra comparado com outras regiões agrícolas no Brasil produtoras de grãos e carnes; inovações tecnológicas propiciaram abundância de terras de boa qualidade; a "construção do solo", o que significa capital aplicado nos solos tornaram os mesmos em terras produtivas e próprias para o plantio; pastagens nativas foram substituídas por pastagens plantadas mais produtivas; introdução de novas variedades de grãos	REZENDE et al. (2002)
O "boom" da abertura de terras do Cerrado para o cultivo de soja incentivou a "produção" de terra agrícola para futura venda - a altos preços - para os produtores de soja	MUELLER (2005)
"O desenvolvimento de políticas estatais e da demanda global por soja são identificadas como as principais causas da abertura de áreas agrícolas no Cerrado nos últimos trinta anos"	JEPSON (2006, 2010)
Fatores econômicos e políticos, tais como agricultura e pecuária	BRANNSTROM et al. (2008)
Fatores como política governamental, subsídios e assistência técnica oferecida pelo governo federal influenciaram o uso da terra para propósitos agrícolas (agricultura e pecuária)	SANO et al. (2008)
Fatores que afetaram mudanças na cobertura da terra: introdução de produção extensiva e mecanizada de grãos para exportação - principalmente soja, milho, algodão e café	SANO et al. (2010)

Fonte: Elaboração própria a partir dos estudos dos autores citados.

A mudança tecnológica influencia o uso da agropecuário. Apesar da relevância destacada pelas pesquisas empíricas já realizadas, o emprego de tecnologia na agricultura e seus efeitos na cobertura e na vegetação natural ainda são controversos (MAERTENS, ZELLER e BIRNER, 2006).

A mudança tecnológica pode reduzir o desmatamento da vegetação natural pela redução da área necessária para a produção agropecuário ou pode também promover a

expansão agrícola e a perda natural da vegetação uma vez que a atividade pode se tornar mais rentável, e, assim, estimular a expansão da atividade. Esse processo pode ocorrer por meio dos produtores já existentes, ou mesmo por aqueles novos (produtores) que estejam entrando na atividade. Conseqüentemente, os efeitos do emprego de tecnologia no uso agropecuário da terra e na vegetação natural são ainda controversos e dependem das especificidades regionais.

É possível identificar que a ocupação do Cerrado ocorreu devido a diversos fatores, conforme indicado na literatura de uso da terra (Turner 1995, Briassoulis et al. 2000, Lambin 2001). Os principais fatores são o emprego de tecnologia, os investimentos em capital e o conhecimento específico aplicado à agricultura a fim de promover a expansão agrícola de forma intensiva.

De forma sucinta, os fatores que afetam a mudança no uso agropecuário da terra no Cerrado consistem na combinação de (i) grãos geneticamente melhorados (principalmente as novas variedades de soja) e pastagens plantadas, e (ii) da política governamental que induziu a ocupação do Centro-Oeste devido a razões estratégicas.

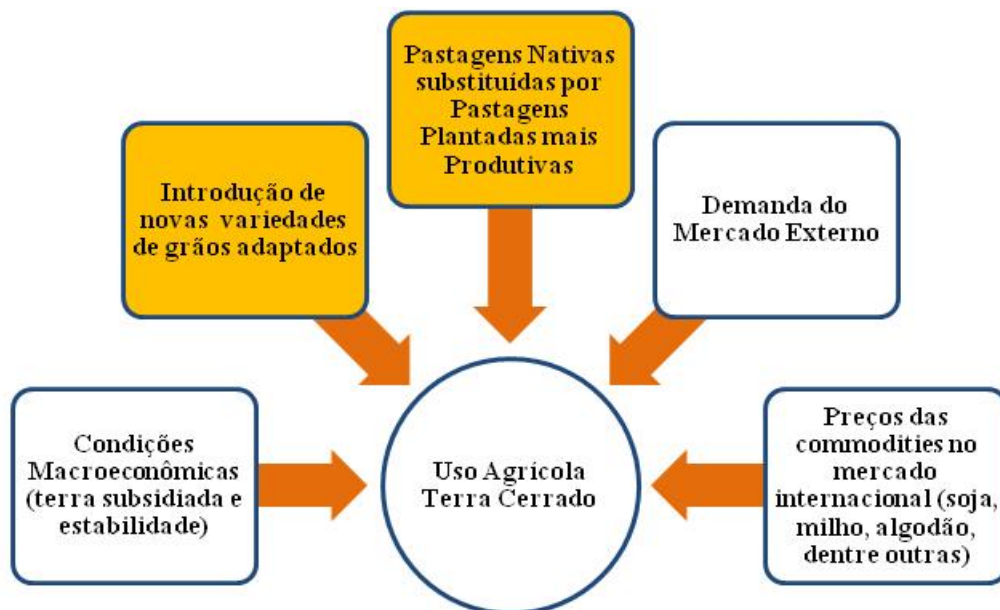
2.5 Abordagem conceitual adotada

Sobre o que se interpreta dos conceitos de uso e cobertura da terra utilizados por autores que possuem trabalhos científicos nesse tema (BRIASSOULIS, 2000; LIMA ET AL., 2006; HUBACEK E VAN DEN BERGH, 2002; CATTANEO, 2001, 2002, 2005; EWERT, 2005; SANO 2008, 2009) entende-se por uso da terra os processos de uso econômico realizado pelo homem, seja para a construção de cidades, ou para o seu uso na agropecuária.

Por cobertura da terra considera-se a vegetação e a biodiversidade existente em determinada região. A cobertura da terra é afetada pelos processos biofísicos e por decisões dos agentes econômicos decorrentes de seu uso.

A Figura 1, a seguir, ilustra de forma simplificada os fatores que afetam o uso agropecuário da terra.

Figura 1 – Fatores que afetam o uso agropecuário da terra



Fonte: Elaboração própria.

Os fatores que determinam os diversos usos agropecuário da terra são os preços relativos dos produtos agrícolas, a disponibilidade e os preços dos fatores de produção, as propriedades físico-químicas do solo, bem como a disponibilidade e a aplicação de tecnologia na atividade agrícola, conforme apresentado na Figura 1.

O próximo capítulo trata do emprego de tecnologia, onde será primeiramente abordado um breve contexto geral do emprego de tecnologia na agricultura e então mais especificamente, da bovinocultura de corte.

3 EMPREGO DE TECNOLOGIA

O presente capítulo trata do emprego de tecnologia e da abordagem conceitual considerada na presente tese. A terminologia relacionada à tecnologia é ampla e, muitas vezes, existe troca de termos ou mesmo a utilização de sinônimos dependendo do contexto e da área de conhecimento. O capítulo tem por objetivo principal apresentar alguns dos principais conceitos existentes acerca da tecnologia na economia em geral e, ao final, enfatizar as suas peculiaridades para o setor agropecuário.

Termos como inovação tecnológica, emprego de tecnologia, progresso tecnológico, progresso técnico, mecanização, automação, Revolução Industrial e Revolução Verde dentre outros são utilizados de formas diversas nos estudos sobre o emprego de tecnologia na agropecuária. Além disso, esses conceitos estão inter-relacionados no que se refere à tecnologia, entretanto possuem diferentes enfoques e, portanto, é relevante esclarecer o que se considera emprego de tecnologia nesta pesquisa.

3.1 Tecnologia

Para se compreender as teorias econômicas que tratam de tecnologia deve-se considerar o contexto histórico e institucional das nações nas quais os pensadores se organizaram. Isto é necessário visto que as teorias econômicas e sociais são basicamente formuladas em determinadas épocas, costumes e regras sociais. Quando a teoria é generalizada para diversos contextos e nações, fica passível de críticas. Por esse motivo se deve inicialmente compreender o contexto nas quais foram formuladas para verificar a sua aplicabilidade efetiva para a explicação de determinados eventos e cenários.

A Revolução Industrial consiste no marco histórico da introdução de máquinas e equipamentos que estimularam o crescimento da produtividade nas manufaturas, e o surgimento de indústrias na Inglaterra no século XVIII (Primeira Revolução Industrial). Nessa época, a agricultura era a principal atividade econômica mundial. As mercadorias eram artesanais (produzidas de forma manual), o que dificultava a padronização.

Sem a utilização das máquinas e dos processos organizacionais voltados para o ganho de produtividade, o aumento da produção dependia de um aumento proporcional dos fatores de produção empregados. Em outras palavras, a tecnologia proporcionou o aumento da produtividade além do que seria possível por meio do incremento do uso dos fatores de produção.

Durante a Revolução Industrial e no período seguinte, a difusão das inovações acontecia de forma lenta e concentrada na indústria têxtil e, em menor medida, na siderurgia. Quando Adam Smith escreveu ‘A origem e as Causas da Riqueza das Nações’ a Revolução já estava em pleno desenvolvimento, bem como promovendo o aumento da produtividade e o crescimento econômico.

Fatores de ordem técnica, institucional, social e econômica explicam o surgimento da Revolução Industrial (na Inglaterra) e a sua gradativa expansão para o restante da Europa continental e para a América do Norte (TIGRE, 2005). Mudanças tecnológicas não são processos automáticos, pois representam a substituição dos métodos já estabelecidos, que se cristalizaram nas respectivas culturas organizacionais. É necessária a combinação de fatores que estimulem a mudança e a possibilitem. De acordo com Landes (2005) os condicionantes da mudança tecnológica são:

- (i) Oportunidade de aperfeiçoamento em razão da inadequação das técnicas vigentes ou uma necessidade de aprimoramento criada por aumentos autônomos dos custos dos fatores; e
- (ii) Superioridade dos novos métodos, e que os tornem compensadores e capazes de cobrir os custos de mudança em pouco tempo.

A combinação desses incentivos leva os empresários a aceitar e a implementar as mudanças, assim como a criar as condições internas capazes de superar a resistência dos trabalhadores à mecanização.

Historicamente, ciência e tecnologia nem sempre seguiram caminhos paralelos. As preocupações da ciência tinham caráter essencialmente filosófico, buscando explicar os fenômenos naturais que despertavam a curiosidade humana. Ao introduzir a noção de método científico, propondo sistematizar o tratamento analítico através da experimentação, Galileu contribuiu decisivamente para o avanço científico do Ocidente sem, contudo, afetar o ritmo e a direção do progresso tecnológico.

Os vínculos entre ciência e tecnologia começaram a se estreitar com a fundação da Escola Politécnica por Napoleão Bonaparte na França que desejava formar engenheiros de para os esforços militares. O uso comercial da ciência veio a ocorrer efetivamente no final do século XIX, quando surgiram os laboratórios de pesquisa empresariais direcionados a aplicar métodos e conhecimentos científicos ao desenvolvimento de novos produtos e processos.

Thomas Edison criou o primeiro laboratório de pesquisa e desenvolvimento com propósitos comerciais no mundo, apelidado por ele de ‘fábrica de invenções’ (TIGRE, 2005).

Tigre (2005) analisou a evolução das teorias da firma à luz das mudanças tecnológicas ocorridas em três paradigmas: (i) Revolução Industrial Britânica – base de observação para elaboração da teoria neoclássica; (ii) Paradigma Fordista – principal origem da economia industrial; e o (iii) Paradigma das Tecnologias da Informação – cuja construção teórica está baseada, principalmente nas correntes evolucionistas e neo-institucionalistas. Essas teorias estão condicionadas por diferentes filiações metodológico-teóricas, enfocam aspectos distintos (produção ou transação) e baseiam-se em contextos institucionais, históricos e setoriais diversos.

Na teoria neoclássica tradicional o foco de interesse está vinculado à teoria dos preços e à alocação de recursos. As possibilidades tecnológicas estão representadas por funções de produção, que especificam o resultado da combinação possível dos fatores. As tecnologias ficam disponíveis ao mercado, seja através de bens de capital ou pelo conhecimento incorporado pelos trabalhadores. Assume-se a racionalidade perfeita dos agentes, e a firma visa a maximização dos seus lucros (TIGRE, 2006).

A firma do pensamento neoclássico está baseada nos princípios de equilíbrio geral estabelecidos pioneiramente por Leon Walras, onde os mercados determinam os preços e as quantidades produzidas, e o empreendedor é considerado apenas um coordenador da produção. Esse raciocínio pode ser aplicado aos outros setores da economia como o agropecuário. No caso da produção animal, verifica-se o cada vez mais o desenvolvimento de técnicas de confinamentos, representando o emprego de tecnologias adquiridas no mercado, e que alteram a combinação dos insumos na função de produção da propriedade rural para a obtenção do produto.

A contribuição de Walras, ao construir o modelo matemático de equilíbrio geral, foi ordenar o funcionamento da economia através de uma série de equações simultâneas. Sua preocupação com as leis fundamentais que regem a oferta e a demanda levou-o a adotar uma modelagem matemática na qual a firma constitui-se em um ponto de visão sistêmica da economia (TIGRE, 2005).

Alfred Marshall (1890) procurou aperfeiçoar o modelo estático walrasiano por meio das teorias de equilíbrio parcial, e na qual a firma é uma instituição de comportamento similar ao do consumidor individual.

O pressuposto de que as atividades produtivas são coordenadas pelo mercado atomizado (onde nenhuma empresa, individualmente, é capaz de significativamente influenciá-lo) constitui um dos pilares neoclássicos mais polêmicos.

No contexto da Revolução Industrial britânica do século XIX a existência desse pressuposto refletia um fato observável da época. O modelo institucional se fundava na firma-propriedade, gerenciada pelos próprios donos (geralmente uma família ou um pequeno grupo de sócios). Restritas por limitados recursos gerenciais e financeiros, era comum as firmas possuírem uma única planta especializada em várias atividades. A empresa recorria ao mercado apenas para a obtenção dos insumos necessários e distribuição dos produtos.

O Estado era liberal, e visava a manutenção da ordem e o cumprimento das funções sociais básicas como saúde, segurança e educação. Então, no tocante à coordenação da atividade econômica, a indústria dependia das forças de oferta e demanda do mercado, sem a influência direta do Estado. O modelo competitivo de pequenas empresas era reforçado por um ordenamento jurídico que já previa a responsabilidade solidária dos proprietários pelas dívidas da firma. As sociedades anônimas já existiam, no entanto, opção comercial não tinha ainda credibilidade suficiente para ser a dominante na economia (TIGRE, 2005).

O uso da escala de produção, como fator de aumento de produtividade, ainda não era uma estratégia comum na época. O papel da mudança tecnológica na dinâmica empresarial com reflexos na economia tinha pouco apelo para se fazer constar na agenda de tomada de decisões no final do século passado. Ao delegar as inovações aos trabalhadores, a firma não se apropriava diretamente do conhecimento envolvido na definição do processo produtivo, fato que explica a hipótese neoclássica de exogeneidade tecnológica (TIGRE, 2005).

A teoria neoclássica da firma, apesar de seu aperfeiçoamento, é criticada por desconsiderar fatores técnicos e organizacionais na proposição de modelos de equilíbrio. A possibilidade de variação infinitesimal da produção em resposta à variação nos preços (e na demanda) é um exemplo da elegância formal matemática aplicável ao funcionamento industrial na economia.

As críticas sobre a firma neoclássica deram origem às subdivisões na teoria da firma. Em 1920 novos questionamentos acerca das inovações técnicas e organizacionais, a organização interna da firma, o seu relacionamento com o mercado e a dinâmica de acumulação de capital começaram a ocupar os economistas e a Escola da Administração Clássica.

Taylor passa a introduzir a noção de que uma das principais fontes de aumento de produtividade na firma é a estrutura organizacional. As organizações passam a prestar mais

atenção às necessidades específicas dos consumidores e, portanto, levando a reformulação dos processos a fim de acelerar a linha de montagem, reduzindo custos e obtendo ganhos na escala de produção.

As inovações organizacionais passaram a ser reconhecidas e ganharam cada vez mais relevância na medida em que somente a introdução de uma tecnologia, se desacompanhada da adaptação, não é suficiente para melhorar a competitividade de uma organização (TIGRE, 2006). A tecnologia deve ser ajustada ao contexto específico ao qual será aplicada. As inovações organizacionais podem ser mais difíceis de serem implementadas, pois requerem adaptações nos processos, na estrutura, e nas hierarquias de comando e controle, bem como nas novas formas de acesso às informações.

A relação entre tecnologias “*hard*” (máquinas e equipamentos) e “*soft*” (soluções de apoio organizacional, mudanças em procedimentos de rotinas administrativas) vem se estreitando com o uso de tecnologias da informação e da comunicação. Os sistemas *Just in Time* e Controle da Qualidade Total (CQT) são exemplos introduzidos a partir das décadas de 1970 e 1980 ainda sem as Tecnologias de Informação e de Comunicação (TIC). Outros exemplos de mudanças organizacionais subseqüentes são as células de produção e a reengenharia dos processos de negócios.

O conceito de ‘economia do conhecimento’ está sendo cada vez mais utilizado para explicar o cenário atual das organizações e da produção econômica. De acordo com Tigre (2006), isso ocorre em virtude da sua aplicabilidade na análise do processo de inovação e concorrência no novo paradigma.

A noção de economia do conhecimento e da relevância da informação para interpretar as mudanças no cenário dos diversos setores econômicos no mundo atual não é nova. Marshall já reconhecia o papel do conhecimento como indutor do progresso na economia. Além dele, outros acreditam que o conhecimento se constitui em um fator de produção ainda mais importante para o processo produtivo moderno do que a terra, o trabalho e o capital, tal como argumenta Drucker (1998). No entanto, cabe questionar se para a agropecuária essa concepção é aplicável. Estudos de organismos internacionais (FAO, dentre outros), universidades e institutos de pesquisa entendem que a terra (incluindo todos os recursos naturais nela presentes) é de extrema importância para a garantia da segurança alimentar, bem como da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) dos países e, por fim, da sociedade global.

Outro termo que vem sendo usualmente empregado para descrever o ambiente técnico e econômico que caracteriza o atual paradigma é a ‘economia da informação’. No entanto, é

necessário ressaltar a diferença entre informação e conhecimento: a primeira se refere aos dados codificados, o segundo envolve principalmente aspectos tácitos necessários para a decodificação. De acordo com Tigre (2006), o conhecimento é uma condição fundamental para o acesso à informação, em virtude da decodificação técnica, lingüística, ou científica necessária para a manipulação e/ou a transmissão do conhecimento contido na informação.

A tecnologia compreendida no contexto da ciência moderna se consolidou a partir da Revolução Industrial, quando se percebeu a relevância dos homens para a construção dos bens e produtos, de acordo com os princípios científicos (VARGAS, 1985). Assim, em termos atuais tecnologia, de acordo com o *Websters Dictionary of The English Language* (1991) é a ciência do progresso técnico em um contexto amplo e relacionado a diversas tecnologias.

A tecnologia de uma determinada atividade produtiva pode ser conceituada como a combinação dos fatores de produção. As proporções utilizadas de terra, capital e trabalho indicam a tecnologia de produção em determinada atividade econômica. Essas proporções podem ser traduzidas em funções de produção, que podem ter um único produto como resultado ou multi-produtos. Em linhas gerais, essa é a explicação básica da Microeconomia para a tecnologia.

A tecnologia também pode ser entendida como o “know-how” dos materiais, das técnicas de produção e da operação de equipamentos baseados na aplicação do conhecimento científico (BLACK, 2003). Black (2003) considera que tecnologia é a ciência ou teoria da técnica que envolve o conjunto de conhecimentos aplicados pelo homem para atingir determinados fins. O ritmo e o emprego do progresso tecnológico (evolução e aperfeiçoamento da tecnologia) variam conforme a sociedade e a cultura dos grupos sociais, nível de oferta e a demanda de bens e também a natureza da concorrência. O termo progresso tecnológico também pode ser entendido como inovação tecnológica.

Tecnologia de produção consiste na relação física que descreve a forma pela qual os insumos são transformados em produtos (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). Em outras palavras, a tecnologia de produção pode ser representada como uma função de produção da atividade econômica.

A relação entre os insumos do processo produtivo e o produto resultante é descrita como função de produção. É relevante destacar que insumos e produtos são fluxos. A função de produção mostra o produto máximo que uma firma pode obter para cada combinação especificada de insumos. A função de produção ainda permite que os insumos sejam

combinados em proporções variadas, a fim de permitir diversas maneiras de gerar um determinado volume de produção.

A equação $Q = F(K,L)$ aplica-se para determinada tecnologia, isto é, um determinado grau de conhecimento a respeito dos diversos métodos que podem ser utilizados para transformar insumos em produtos. À medida que a tecnologia se torna mais avançada e a função de produção se modifica, uma empresa pode passar a obter maior volume de produção, por meio de um determinado conjunto de insumos. As funções de produção descrevem o que é ‘tecnicamente viável’ quando a empresa opera eficientemente, ou seja, quando a empresa utiliza cada combinação de insumos da forma mais eficaz possível. A suposição de que a produção será, sempre, tecnicamente eficiente não é constantemente válida. No entanto, é aceita visto que se considera razoável que as unidades produtivas busquem lucros e não desperdicem recursos produtivos (PINDYCK; RUBINFELD, 2010).

Na teoria econômica normalmente os efeitos do emprego de determinada tecnologia em determinada atividade produtiva é medido por meio da Produtividade Total dos Fatores (TFP). A TFP (sigla em inglês) consiste em um guia para verificar a eficiência da produção agropecuária (THIRTLE; BOTTOMLEY, 1992). E, a produtividade, em sentido literal, pode ser entendida como a contribuição para o crescimento do produto após todos os fatores terem sido empregados. Segundo Gasques, Bastos e Bacchi (2006), trata-se do produto não físico da inovação, da eficiência, do gerenciamento, da pesquisa, do clima e da sorte.

A tecnologia de produção representada pela função de produção faz parte do paradigma neoclássico. No novo paradigma que se apresenta, o da ‘economia do conhecimento’, o principal atual é o conhecimento, não estando desalinhado da proposta neoclássica. Isso porque é necessária a evolução do conhecimento científico que se reverta em tecnologia para o emprego na atividade produtiva, e a fim de resultar em produtos finais. As duas abordagens não são mutuamente excludentes e podem ser combinadas para analisar o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro e o emprego na tecnologia na pecuária desenvolvida na região.

Por fim, cabe ressaltar que o emprego de tecnologia se dá por meio de uma nova combinação de fatores de produção para a obtenção de produtos oriundos da mesma atividade.

3.2 Emprego de Tecnologia na Agropecuária

Esta seção procura descrever um breve histórico acerca do desenvolvimento tecnológico na agropecuária brasileira, ou seja, de como a geração e o emprego de tecnologia a partir dos anos 1950 foram aplicados no país.

Gehlen (2001) afirma que o progresso técnico na agropecuária brasileira a partir da década de 1950 e principalmente na década de 1970, através do ‘Pacote Tecnológico’ impôs um novo padrão de desenvolvimento para o setor no país.

Gehlen (2001) identifica duas tendências simultâneas, porém distintas e por vezes conflitantes. A primeira é denominada ‘agricultura convencional’, englobando a produção agropecuária altamente especializada e altamente tecnificada. Ela é dependente de insumos, crédito, mão-de-obra, mercado e conhecimento técnico especializado. A competitividade desse tipo de agricultura está diretamente vinculada à sustentabilidade econômica garantida pela produtividade. A outra vertente da agricultura está em busca de uma redefinição de um modelo tecnológico baseado na reprodutibilidade sustentável sociocultural, econômica e ambiental, no tempo e no espaço, cuja autonomia está baseada na interação (através de redes que organizam o sistema produtivo e dos produtores) e também por meio de políticas de desenvolvimento.

O fator comum entre as duas vertentes reside no fato de o Estado desempenhar papel central, visto que o mesmo configura-se como a principal fonte de recursos além de gerador de políticas que podem garantir o sucesso de ambas (as vertentes). As transformações das últimas décadas prevêm a redução das atribuições do Estado e o aumento do poder dos agentes econômicos privados conforme se verifica a partir da liberalização dos mercados e da desregulamentação da atividade econômica.

A partir da ótica de regimes tecnológicos, duas grandes fases podem ser identificadas no processo de transformação do sistema brasileiro de pesquisa agrícola. A primeira compreende o período de 1940 até o final da década de 1980, e a segunda data do início da década de 1990 até o presente (FUCK et al., 2008).

A primeira fase pode ser identificada basicamente pela Revolução Verde, quando ocorreu o “emparelhamento (ou equiparação) tecnológica”, como mencionado por Fuck et al.(p. 103, 2008), o que corresponde à introdução de ‘pacotes tecnológicos’ similares (sementes, defensivos, fertilizantes e maquinário) em diversos países de características distintas. Do ponto de vista institucional, a difusão desses ‘pacotes’ provocou a necessidade de sistemas de pesquisa agropecuária, constituídos basicamente de instituições públicas de pesquisa, combinadas com assistência técnica e extensão rural nos níveis Federal, Estadual e Municipal.

Na segunda fase se revela a contínua aceleração da inovação tecnológica no plano internacional, principalmente na última década e nos campos da biotecnologia e da tecnologia da informação. Os efeitos na agropecuária e no agronegócio, bem como nos demais setores da economia, são relevantes.

Nessa segunda fase também se destaca o enfoque às questões ambientais e de sustentabilidade da agropecuária e do agronegócio. O objetivo é capturar o valor intangível incorporado nos produtos por meio de um processo produtivo e de insumos diferenciados que tragam características de preservação e uso responsável (e sustentável) dos recursos naturais renováveis e não-renováveis. As formas de garantir e reconhecer a autoria e a propriedade podem ser por meio de pedidos de patentes, registro de cultivares, indicações geográficas e registro de conhecimentos tradicionais.

Os autores afirmam que o novo regime tecnológico, baseado em biotecnologia e obtenção de vantagens competitivas, não é mais compatível com as instituições presentes na fase anterior. De acordo com Fuck et al. (2008), o expressivo aumento da produtividade ‘dentro da porteira’ se deve às pesquisas agrícolas realizadas por instituições públicas e privadas, principalmente nos últimos anos quando as pesquisas científicas tiveram papel relevante na articulação entre as diferentes fontes de dinamismo tecnológico na agricultura.

O emprego de tecnologia na agricultura varia dependendo do tamanho das propriedades rurais, da escala de produção, da região e do tipo de país. Diversos são os condicionantes que interferem no emprego de tecnologia, quais sejam: fatores institucionais, econômicos, e nível de educação da população que trabalha na atividade agropecuária são indicadores relevantes.

Na agropecuária o emprego de tecnologia propicia o uso mais intensivo de terra, até mesmo porque permite menor quantidade (de área) desse recurso. O uso mais intensivo de capital depende diretamente do tamanho da propriedade rural, visto que o emprego de algumas tecnologias não é viável até determinado tamanho de propriedade rural.

Alguns autores argumentam que a mudança tecnológica consiste em uma das alternativas para a prática agropecuária sustentável. Angelsen e Kaimowitz (2001) discutem o papel de tecnologias agropecuárias no desmatamento tropical, e questionam quando o progresso tecnológico leva a um maior (ou menor) desmatamento em áreas tropicais. Ainda, destacam a existência de pressupostos que devem ser cuidadosamente analisados na medida em que são referências para os estudos relacionados aos efeitos de mudanças tecnológicas na agropecuária sobre o uso da terra.

Um dos pressupostos é de que a alta produtividade e melhores tecnologias agropecuárias, em geral, beneficiam a conservação das florestas. Assim, a fim de procurar evidências que suportem esse argumento, Angelsen e Kaimowitz (2001) identificaram na literatura científica quatro hipóteses que podem suportar esse argumento; são elas:

- (i) Borlaug: pai da Revolução Verde
- (ii) Subsistência
- (iii) Desenvolvimento econômico
- (iv) Degradação da terra e desmatamento

O último argumento corresponde ao fato de que novas tecnologias possam permitir que os produtores rurais mantenham a produtividade sem degradar os recursos naturais.

O trabalho de pesquisa com esse enfoque tem sido encorajado nas instituições de pesquisa pública nos países menos desenvolvidos. Ultimamente, no entanto, existe evidência do crescimento de pesquisa e desenvolvimento agropecuário privado (JARVIS, 1994). O incentivo dado à pesquisa agropecuária com a criação das instituições estatais para o desenvolvimento da pesquisa tem suas raízes no modelo de desenvolvimento brasileiro. Nesse contexto de modernização é criado o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANASULCAR), vinculado ao Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) em 1971 e também a EMBRAPA, órgão da administração indireta vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Além dos produtores rurais serem apoiados diretamente, o setor industrial também tem sido beneficiado pelos resultados das pesquisas científicas aplicadas, realizadas por Universidades, Institutos de Pesquisa e unidades da EMBRAPA que desenvolveram a capacidade de adaptação e elaboração de pacotes tecnológicos em função de determinados produtos agropecuários mediante abordagem multidisciplinar. Um exemplo prático é o do melhorista que seleciona o germoplasma de maior capacidade de produção, o entomologista que define as dosagens de inseticida a serem aplicadas, e o especialista em fertilidade do solo que indica a quantidade adequada de adubo para obter a maior margem de rentabilidade (SOBRAL, 1988).

Assim, a modernização da agricultura ocorre com a introdução de novas tecnologias (FRANCO, 2001). Ainda que de modo geral a pesquisa em ciência e tecnologia agropecuária no Brasil seja predominantemente pública, sendo seus resultados bens de uso público, existe também a participação do setor privado. A sociedade como um todo é beneficiada pela

pesquisa e tecnologia gerada para a agropecuária, independentemente da existência de retorno econômico-financeiro revertido diretamente em prol das entidades pesquisadoras (GEHLEN, 2001).

Na década de 1990, a continuidade do processo de modernização da agricultura ocorreu por meio da internacionalização das empresas que se instalaram no país, ou por meio da aquisição de agroindústrias brasileiras por grupos econômicos estrangeiros. O Quadro 3, a seguir, apresenta a configuração das principais organizações geradoras de ciência e tecnologia agropecuária no Brasil.

Quadro 3 – Sistema Institucional de Ciência e Tecnologia Agropecuária no Brasil

Federais	EMBRAPA, Universidades, Ministérios
Estaduais	Empresas Estatais, Secretarias Estaduais e Municipais, EMATER
Municipais	Escolas Técnicas, Centros Experimentais
“Públicas” – não estatais	ONG’s, Fundações
“Privadas” sociais	Cooperativas (FECOTRIGO), Universidades (Faculdades)
Privadas	(Agro)indústrias, Universidades (Faculdades), Microempresas de Pesquisa de desenvolvimento tecnológico

Fonte: Gehlen (2001).

Como pode ser observado no Quadro 3, nas diversas esferas governamentais e em âmbito privado a pesquisa agropecuária está presente. Cabe, no entanto, ressaltar que os objetivos e abrangência dos resultados oriundos da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico podem ser distintos, como por exemplo, no fato de as organizações privadas concentrarem-se principalmente na pesquisa agropecuária de culturas comerciais (visto que necessitam do retorno econômico-financeiro dos produtos tecnológicos para manter suas atividades de P&D&I e assim o ciclo de seus produtos). O setor público também destina recursos para pesquisa acerca das culturas comerciais, dado o caráter estratégico para o país. No entanto, também possui a função de buscar alternativas de cultivo sustentável de outras culturas regionais e de menor retorno financeiro em grande escala, mas de relevância econômica, social e ambiental para populações locais. Ainda, essas culturas podem vir a ser de relevância comercial significativa, na medida em que o desenvolvimento tecnológico e novos mercados sejam trabalhados (como indicação geográfica, certificações, aproveitamento de nichos de mercado para um produto específico, dentre outras opções).

Atualmente no Brasil está sendo incentivado o desenvolvimento de tecnologias para o uso e aplicação sustentável dos recursos naturais na agricultura. Tecnologias como a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN), Integração Lavoura – Pecuária – Floresta (ILPF), dentre outras, estão dentre os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção do Clima de Cancun, a reunião denominada de COP-16.

Essas tecnologias como FBN e ILPF podem contribuir para a mitigação dos efeitos negativos das mudanças climáticas no planeta na medida em que permitem o seqüestro de carbono do solo. Além disso, contribuir na medida em que aumenta também a produtividade dos recursos naturais, como a terra, e incentivam o desenvolvimento tecnológico com base nos recursos naturais e nas necessidades regionais brasileiras.

Existe diversidade nos níveis tecnológicos nos sistemas de produção agrícolas, sejam eles das culturas anuais, perenes ou da produção animal. No próximo capítulo (4) são discutidos com maior detalhamento os sistemas de produção de bovinos de corte na região do Cerrado brasileiro, objeto de estudo neste trabalho.

4 O CERRADO E A PECUÁRIA DE CORTE

Este capítulo apresenta as principais atividades agropecuárias praticadas no Cerrado brasileiro e, mais detalhadamente, a pecuária de corte na região. O capítulo está dividido em duas seções: a seção 4.1 apresenta uma breve descrição do Cerrado brasileiro e do histórico de ocupação, e a seção 4.2 aborda a pecuária de corte no que diz respeito às características gerais dos sistemas de produção e evolução da produção de bovinos de corte.

4.1 O Cerrado Brasileiro

Entende-se por Cerrado a savana brasileira. O Cerrado não possui uma fisionomia única, sendo composto basicamente por savanas (80%), campos sujos (10%) e campos limpos (10%). As savanas tropicais em diversos continentes formam um mosaico de diversos tipos fitofisionômicos, no entanto podem ser consideradas como sendo pertencentes a um único bioma (COUTINHO, 2006).

As savanas tropicais cobrem em torno de 1/8 da superfície global e são caracterizadas por alta diversidade de espécies de plantas. De acordo com a FAO (1993), a criação pecuária em pastagens nas savanas tropicais representa o uso mais extensivo de terra mundialmente. A savana cobre aproximadamente 45% da área da América do Sul, sendo a maior parte integrante do Cerrado. O clima é extremamente sazonal havendo em média cinco meses longo período de grande quantidade de chuva. A vegetação no Cerrado abrange desde florestas até as pastagens abertas, mas a fisionomia de savana predomina (GIAMBELLUCA *et al.*, 2009).

Os limites entre floresta e savana constituem uma importante fração da biodiversidade da região, onde muitas espécies dependem da presença da floresta e da savana lado a lado. O bioma Cerrado possui uma rica (até recentemente não muito valorizada) biodiversidade (GIAMBELLUCA *et al.*, 2009).

O Cerrado está localizado entre a zona Equatorial e a latitude 23° Sul, e faz fronteira com a floresta Amazônia ao norte, Mata Atlântica ao sul e sudeste e Caatinga do semi-árido à nordeste. A região possui grande diversidade climática em virtude de sua ampla latitude e longitude. A palavra Cerrado significa denso (ou meio fechado). Eiten (1972) foi um dos primeiros autores a conceituar a savana brasileira, e justifica que o termo (Cerrado) é adequado, pois essa vegetação não chega a ser aberta, mas também não pode ser considerada fechada.

A fisionomia do bioma Cerrado é variável, abrangendo desde pastagens até floresta com campo descontínuo. Entre esses dois extremos existem formações contínuas de cerrado de diversas densidades, dentre as quais destacam-se: campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado.

No bioma Cerrado, muitas vezes a biomassa subterrânea é maior do que a aérea. Essa característica ocorre devido à existência de solos profundos e alternância de umidade nas estações. Apesar de o Cerrado possuir um clima sazonalmente seco e úmido, não apresenta falta de água. As principais características do bioma são: (i) profundidade e umidade do solo; (ii) raízes profundas, com capacidade de captar a água armazenada no solo durante todo o ano e (iii) fauna e flora adaptada a períodos de escassez ou até mesmo falta de água em alguns períodos (FELIPPE; SOUZA, 2006).

No entanto, um dos impedimentos naturais que podem explicar o fato do Cerrado não possuir uma floresta densa (como são a Mata Atlântica e a Amazônia), é a ausência de nutrientes no solo da região, essenciais para o desenvolvimento da vida botânica.

O mapa da Figura 2 apresenta o mapa do Brasil dividido em seis biomas, quais sejam: Pampa, Mata Atlântica, Pantanal, Cerrado, Caatinga e Amazônia.

Figura 2 - Mapa do Biomas Brasileiros



Fonte: IBGE (2010).

No mapa, o Cerrado é identificado pela cor verde claro (parte central do mapa), e compreende parcelas de nove (9) estados e o Distrito Federal: Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, São Paulo e Minas Gerais.

Os estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão e Piauí possuem parte de seu território no bioma Cerrado e parte em outros biomas, respectivamente: Mata Atlântica, Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia e Caatinga.

4.1.1 Breve contexto histórico da ocupação do Cerrado

Felippe e Souza (2006) acreditam que na história econômica do Brasil encontra-se a via mais direta para a compreensão da situação atual do Cerrado, apontando as condicionantes da ocupação econômica da região e seus desdobramentos.

Para compreender a paisagem atual do Cerrado é fundamental considerar a expansão da agricultura moderna. As políticas governamentais iniciaram a modernização da agricultura e a transformação do uso agropecuário e urbano da terra. Estimularam o crédito subsidiado, reduções de impostos e o desenvolvimento de novas tecnologias.

A colonização europeia em território brasileiro foi iniciada no século XVI, e a ocupação concentrou-se primeiramente na região litorânea, onde se cultivava principalmente a cana-de-açúcar. De acordo com Felipe e Souza (2006), fatores econômicos impulsionaram o avanço da colonização no interior do Brasil. Dentre os principais fatores destacam-se: (i) Bandeirantismo; (ii) expansão da pecuária pelo Cerrado; e (iii) mineração.

De acordo com Sano *et al* (2008), a ocupação do Cerrado teve início nos anos 1920, quando a indústria do café estava em plena atividade, principalmente no estado de São Paulo. Com o esgotamento das terras férteis do Sul e Sudeste do Brasil e também com o crescimento populacional, o governo Vargas (1930-45) promoveu amplo incentivo à ocupação do sul de Goiás por meio do fornecimento de subsídios e assistência técnica aos pecuaristas que estivessem interessados em se instalar. Como consequência desse processo, as áreas mais extensas ocupadas localizam-se na parte sul do Cerrado. A porção norte apresenta-se relativamente preservada em virtude das dificuldades de acesso e pela maior distância dos centros urbanos. No entanto, esse retrato está mudando. A agricultura e a pecuária estão avançando em áreas que ainda não haviam sido desmatadas.

As construções de Goiânia (1933) e de Brasília (1960) contribuíram para a modificação dos fatores até então estruturados. A corrente desenvolvimentista incentivou a integração entre o Cerrado e o restante do país, principalmente diante das obras de infraestrutura rodoviária realizadas, que aproximaram a região com as demais. Exemplos: rodovia BR-153, que corta longitudinalmente todo o estado de Goiás, conectando-o ao Norte e ao Sul do país; a BR-020 em direção ao Nordeste; e a BR-040 ligando ao Sudeste.

Ao final dos anos 1960 se destaca a crescente urbanização no Brasil, bem como a demanda por produtos agrícolas e por modificações nas exportações do país (DELGADO, 1985). Nessa época a expansão do uso agropecuário da terra no Cerrado foi decorrente dos seguintes fatores: (i) o desenvolvimento de uma infraestrutura que proporcionou o estabelecimento de rodovias e, portanto, o acesso da produção aos mercados e aos insumos necessários; (ii) a expansão agrícola após o estabelecimento de Brasília, localizada na região central do Cerrado; (iii) a política do governo brasileiro voltada para os investimentos em pesquisa agropecuária a fim de fortalecer as competências do Brasil nessa área; (iv) o sistema cooperativo de pesquisa agropecuária estabelecido em 1973 e iniciado por meio da EMBRAPA; e (v) a migração de fazendeiros do Sul para o Cerrado, os quais estavam adaptados ao uso de maquinários e práticas agrícolas modernas e atualizadas (ABELSON; ROWE, 1987).

Em 1975 é criado o Programa para Desenvolvimento do Cerrado, 'POLOCENTRO'. O programa consistia em linhas de crédito fundiário, de investimento e de custeio a taxas de juros fixadas em níveis reduzidos e sem correção monetária. O 'POLOCENTRO' foi bem sucedido na medida em que auxiliou na expansão da agricultura comercial no Cerrado no período 1975-1980 (FELIPPE; SOUZA, 2006).

No ano de 1976 foi iniciado o Programa Cooperativo Nipo-brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado (PRODECER). O programa foi criado para promover o assentamento de agricultores que já possuíssem experiência na atividade exercida nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O financiamento do programa foi oriundo dos empréstimos da Agência Japonesa de Cooperação e Desenvolvimento do Cerrado (JICA). O PRODECER não consistiu em um programa governamental, e foi administrado por organização de direito privado composta por brasileiros e japoneses (FELIPPE; SOUZA, 2006).

Com os diversos incentivos recebidos para a formação de pastagens plantadas e para a lavoura comercial, as principais culturas que se expandem no Cerrado foram soja, milho, arroz, café, feijão e mandioca.

Entre 1985 e 1994, as culturas da soja e do milho foram as que mais obtiveram incrementos de produção. A soja é, sem dúvida, a cultura que mais se desenvolveu no Cerrado. Neste período, a produção de soja mais que dobrou, passando de 4,1 para 8,8 milhões de toneladas, e a área cultivada cresceu 1,8 vezes, indicando incrementos de produtividade. Atualmente, o cerrado é responsável por aproximadamente 45% da produção brasileira de soja. Já a produção de milho aumentou de 2,6 para 4,9 milhões de toneladas no período. O incremento de produção foi decorrente também da maior produtividade, visto que a produção cresceu 1,9 vezes e a área cultivada apenas 1,2 vezes o valor de 1985 (FELIPPE; SOUZA, 2006)

Felippe e Souza (2006) destacam os problemas ambientais oriundos da expansão da lavoura comercial e das pastagens plantadas no Cerrado brasileiro, desde a década de 1970. Alguns dos exemplos são: a descaracterização dos reservatórios naturais de água, em função das culturas anuais; a redução de áreas de matas (cerrado fechado); e o uso intenso de fertilizantes químicos (sobretudo agrotóxicos), que poluem as bacias hidrográficas abastecidas pelos rios da região.

Quanto à pecuária, fazendas de criação extensiva e baixa produtividade convivem com propriedades modernas e eficientes na região do Cerrado. O crescimento da bovinocultura de corte é expressivo, sendo que as pastagens plantadas são o principal fator que propiciou o aumento de produtividade dessa atividade na região. No entanto, associado aos elevados incrementos de produtividade decorrentes da tecnologia introduzida nas pastagens plantadas, surge também o problema ambiental que atinge a atividade – 80% das pastagens plantadas no Cerrado possuem algum tipo de degradação, de acordo com Shiki (1997) e Sano et al. (2008).

O Cerrado é considerado um bioma ameaçado (BATTLE-BAYER, BATJES e BINDRABAN, 2010). As mudanças no uso da terra são freqüentemente associadas com a redução dos serviços dos ecossistemas. Um dos problemas ambientais que o bioma Cerrado vem enfrentando é a degradação de pastagens, a qual está diretamente relacionada à bovinocultura de corte.

As pastagens degradadas no Cerrado podem ser recuperadas utilizando-se fertilizantes e cal. No entanto, alguns autores argumentam que devido aos altos custos dos investimentos tecnológicos e dos fertilizantes (produção e transporte), a existência de grandes áreas de pastagens inviabilizam a aplicação dos mesmos (JANTALIA, 2007; BATTLE-BAYER, BATJES e BINDRABAN, 2010).

Além da degradação das pastagens, no Cerrado o desmatamento ocorre de modo intenso em função de suas características propícias à agricultura e à pecuária. Aproximadamente 54 milhões de hectares são ocupados por pastagens plantadas e 21,5 milhões de hectares por culturas agrícolas.

Considerando-se a área original de 204 milhões de hectares, o bioma até 2008 já havia perdido aproximadamente 48% de sua cobertura vegetal original de acordo com informações do Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite (MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e o PNUD, 2011).

Barbosa (2003) argumenta que as queimadas ocorridas na região são fenômenos naturais e periódicos nos ambientes de Cerrado, e são importantes para a manutenção do bioma porque muitas das vezes o nascimento de plantas se dá logo após uma queimada – que deixa o solo com abundância de sais minerais importantes para a nutrição das plantas. Outra importância das queimadas é para a manutenção do oligotrofismo do solo do Cerrado (FELIPPE; SOUZA, 2006). De acordo com Spera et al. (2005), oligotrofismo significa deficiência de minerais no solo.

Felippe e Souza (2006) sugerem que para minimizar os efeitos de degradações futuras, o que poderia ser feito hoje é a realização de atividades agrícolas em áreas onde a vegetação nativa já foi derrubada e em locais de solo mais rico em nutrientes, e a pecuária onde o estrato herbáceo seja mais bem desenvolvido.

4.1.2 Características agrícolas do bioma Cerrado

As condições para a produção agropecuária são mais favoráveis no Cerrado do que na região Amazônica. No Cerrado a textura do solo, o clima e a infraestrutura são mais propícias à agricultura. No entanto, existem desafios na área de infraestrutura – principalmente rodovias que se encontram em condições precárias e com pouca manutenção (ABELSON; ROWE, 1987).

Em algumas localidades a modificação humana em larga escala já ocorreu, tal como se deu nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e no Triângulo Mineiro. Em todos esses lugares, entre 50 e 92% da paisagem de Cerrado já foi modificada. A conversão da vegetação natural em agricultura é ampla e espacialmente muito variável, dentre 5 e 60% (SILVA *et al.*, 2006).

No final da década de 1980, Abelson e Rowe (1987) afirmaram que o Brasil estava se tornando um exportador líquido de alimentos. O aspecto chave para o alcance dessa situação é o aumento da competência na pesquisa agropecuária e a exploração de uma vasta região de Cerrado que até a década de 1970 era considerada de baixo valor. Antes da década de 1970 a região era utilizada principalmente para pastagens. No entanto, a vegetação era tão esparsa e pobre que eram necessários aproximadamente cinco hectares para sustentar uma vaca. Pesquisas e experimentos realizados a partir da década de 1980 indicaram que com a adição de cal, fosfato e outros fertilizantes, diversos grãos poderiam ser cultivados com excelentes resultados.

Em 1970, aproximadamente 3,6 milhões de hectares no Cerrado eram destinados aos cultivos de arroz (de sequeiro), milho e feijão. No entanto, a produtividade era baixa. Somente 9.000 toneladas de soja foram produzidas em 1970 nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas gerais. Em 1980 havia saltado para 2.185 milhões de toneladas em uma área de 5,9 milhões de hectares. Já em 1985 os quatro estados produziram juntos mais de 6 milhões de toneladas de soja – um terço de toda a produção brasileira (ABELSON; ROWE, 1987).

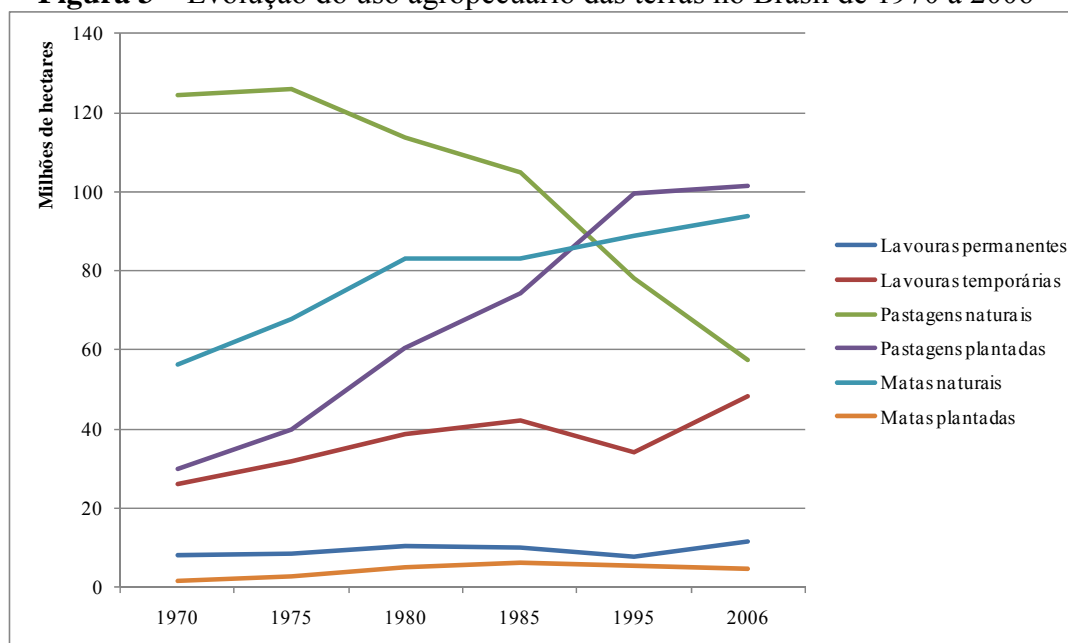
A expansão agropecuária se deu a partir da década de 1970 no Cerrado, e devido a fatores como o crescimento da demanda por produtos agropecuários no país e no exterior, investimentos públicos em infraestrutura, avanços tecnológicos e a implementação de programas dos desenvolvimento governamentais para a região.

As savanas tropicais incluindo o Brasil central (Cerrado) servem como importante regulador de energia e troca de massa com a atmosfera (GIAMBELLUCA *et al.*, 2009). O desenvolvimento da agricultura moderna na região do Cerrado contribuiu para o aumento da desigualdade a alto custo ambiental, ou seja: fragmentação da paisagem, perda da biodiversidade, invasão biológica, erosão do solo, poluição da água, degradação do solo, e expansão do uso de químicos. Embora a modificação do meio ambiente no Cerrado seja menos documentada que as expansões econômicas, os danos ambientais ocorrem.

A expansão agropecuária levou aumento das queimadas e áreas cobertas com vegetação natural para abrir novas áreas a fim de serem usadas como pastagens ou lavouras (KLINK; MOREIRA, 2002). O desenvolvimento da agricultura moderna no Cerrado não tem sido capaz de aumentar a produtividade do ecossistema sem degradação. Estima-se que 50% das pastagens plantadas com variedades africanas (aproximadamente 250 mil km²) estejam degradadas. Grandes extensões de vegetação natural formadas por um mistura de árvores e gramíneas foram substituídas por pastagens plantadas e lavouras de grãos. Observando-se o

gráfico da Figura 3 pode-se verificar a evolução dos usos da terra nos estabelecimentos agropecuários desde a década de 1970 até a atualidade.

Figura 3 – Evolução do uso agropecuário das terras no Brasil de 1970 a 2006



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Censos Agropecuários do IBGE (2010).

De acordo com a Figura 3, os usos da terra no Brasil para lavouras permanentes, lavouras temporárias e pastagens plantadas apresentam a tendência crescente no período 1970-2006. Comparados os anos de 1970 e 2006, os incrementos foram, respectivamente, de 45%, 85% e 241%. As pastagens naturais registraram redução de 54% no mesmo período, ficando reduzidas de 124 para 57 milhões de hectares. O Quadro 4 mostra de forma detalhada a evolução do uso agropecuário da terra no mesmo período.

Quadro 4 – Uso agropecuário da terra (em 1000 hectares) nos estabelecimentos agropecuários nos estados brasileiros de 1970 a 2006

ESTADOS	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Rondônia						
Lavouras permanentes	12	46	170	215	254	254
Lavouras temporárias	32	148	203	315	178	241
Pastagens naturais	82	60	243	222	343	275
Pastagens plantadas	41	165	510	879	2579	4534
Matas naturais	1071	2552	3830	4071	5090	2848
Matas plantadas	0	0	0	8	41	19
Acre						
Lavouras permanentes	4	4	23	17	17	63
Lavouras temporárias	31	38	54	52	59	100
Pastagens naturais	41	54	66	68	62	158

Pastagens plantadas	22	70	198	258	552	881
Matas naturais	3914	4048	5109	4597	2327	2203
Matas plantadas	1	0	0	2	11	8
Amazonas						
Lavouras permanentes	30	38	101	117	98	336
Lavouras temporárias	125	167	230	170	137	529
Pastagens naturais	161	121	231	210	321	231
Pastagens plantadas	81	72	166	267	208	576
Matas naturais	3471	4813	5312	4283	2144	1824
Matas plantadas	9	1	7	3	1	18
Roraima						
Lavouras permanentes	2	9	4	5	64	51
Lavouras temporárias	4	18	25	23	69	64
Pastagens naturais	1125	1326	1519	1100	1247	402
Pastagens plantadas	22	28	82	147	296	318
Matas naturais	326	291	617	680	1022	804
Matas plantadas	0	-	0	0	1	3
Pará						
Lavouras permanentes	83	137	231	313	262	1021
Lavouras temporárias	284	567	682	765	546	851
Pastagens naturais	2073	1807	1712	2346	1631	1782
Pastagens plantadas	468	1230	2802	4250	5825	9043
Matas naturais	4898	9596	10912	12624	11593	8945
Matas plantadas	34	86	164	91	114	67
Amapá						
Lavouras permanentes	2	6	7	16	10	35
Lavouras temporárias	8	19	13	17	10	28
Pastagens naturais	308	341	181	456	219	223
Pastagens plantadas	3	9	13	23	26	44
Matas naturais	201	206	266	397	290	403
Matas plantadas	0	-	25	58	85	96
Tocantins						
Lavouras permanentes	-	-	-	54	23	99
Lavouras temporárias	-	-	-	601	245	534
Pastagens naturais	-	-	-	7353	5801	2834
Pastagens plantadas	-	-	-	3298	5277	5223
Matas naturais	-	-	-	2912	3036	4994
Matas plantadas	-	-	-	3	0	45
Maranhão						
Lavouras permanentes	34	42	63	86	81	312
Lavouras temporárias	729	1014	1342	1218	741	2136
Pastagens naturais	2718	2591	2691	2656	2404	1711

Pastagens plantadas	635	1218	2158	2790	2907	4018
Matas naturais	1924	3014	3433	3095	2848	4159
Matas plantadas	9	0	5	28	28	70
Piauí						
Lavouras permanentes	145	156	237	331	169	251
Lavouras temporárias	491	530	756	744	507	1104
Pastagens naturais	3251	3528	3386	3189	1939	2064
Pastagens plantadas	101	172	297	361	459	626
Matas naturais	2684	2733	2069	2879	3643	4664
Matas plantadas	7	0	5	5	3	31
Ceará						
Lavouras permanentes	1339	1227	1531	970	476	579
Lavouras temporárias	1021	914	1377	1406	893	1339
Pastagens naturais	3971	3522	3909	3382	2435	2297
Pastagens plantadas	73	81	127	112	197	314
Matas naturais	3229	2565	3308	2436	2700	2834
Matas plantadas	17	3	2	7	25	16
Rio Grande do Norte						
Lavouras permanentes	462	518	551	424	170	183
Lavouras temporárias	310	309	609	605	419	493
Pastagens naturais	1878	1638	1464	1461	1158	1115
Pastagens plantadas	27	30	82	74	88	88
Matas naturais	972	1343	1256	1091	1122	1009
Matas plantadas	4	1	4	16	5	9
Paraíba						
Lavouras permanentes	666	613	589	413	95	87
Lavouras temporárias	516	528	792	816	546	573
Pastagens naturais	1989	1866	1635	1793	1659	1471
Pastagens plantadas	68	104	184	188	193	210
Matas naturais	502	731	801	734	677	1166
Matas plantadas	4	2	8	32	15	8
Pernambuco						
Lavouras permanentes	327	307	339	255	131	214
Lavouras temporárias	1145	1254	1502	1595	1102	1484
Pastagens naturais	2175	2385	1734	1501	1431	1315
Pastagens plantadas	211	333	501	556	700	660
Matas naturais	911	626	1463	1482	1232	1359
Matas plantadas	13	10	7	16	14	22
Alagoas						
Lavouras permanentes	44	43	58	60	66	85
Lavouras temporárias	527	677	830	938	781	819
Pastagens naturais	470	445	405	488	490	522

Pastagens plantadas	226	325	407	317	373	350
Matas naturais	392	295	277	212	174	243
Matas plantadas	3	0	0	1	2	3
Sergipe						
Lavouras permanentes	66	83	96	110	113	114
Lavouras temporárias	136	156	157	204	166	204
Pastagens naturais	508	559	395	588	625	389
Pastagens plantadas	509	609	815	687	529	555
Matas naturais	211	201	248	158	156	181
Matas plantadas	2	0	1	3	3	2
Bahia						
Lavouras permanentes	895	972	1390	1604	1349	1687
Lavouras temporárias	1469	1692	1947	2556	2541	3499
Pastagens naturais	5163	7249	8193	8224	7837	5127
Pastagens plantadas	3903	3971	5775	6780	6653	7708
Matas naturais	5601	5953	6756	7453	6839	9818
Matas plantadas	42	14	107	277	297	264
Minas Gerais						
Lavouras permanentes	549	655	1136	1289	1188	1714
Lavouras temporárias	2994	3325	3638	4051	2984	3481
Pastagens naturais	25991	27784	21431	20625	13654	7213
Pastagens plantadas	3725	4147	8178	8299	11694	10826
Matas naturais	3682	4049	5611	5479	5670	7053
Matas plantadas	272	588	1585	1768	1708	979
Espírito Santo						
Lavouras permanentes	297	334	523	717	635	566
Lavouras temporárias	397	320	286	355	193	186
Pastagens naturais	1006	1573	1342	1157	763	120
Pastagens plantadas	824	558	637	723	1058	1220
Matas naturais	655	440	438	399	372	414
Matas plantadas	25	98	143	157	173	186
Rio de Janeiro						
Lavouras permanentes	175	166	145	154	79	77
Lavouras temporárias	455	451	456	471	258	272
Pastagens naturais	1572	1580	1466	1438	901	653
Pastagens plantadas	152	279	278	319	644	629
Matas naturais	464	488	421	463	323	296
Matas plantadas	19	34	32	40	26	14
São Paulo						
Lavouras permanentes	1145	1441	1764	1614	1369	1683
Lavouras temporárias	3591	3739	4170	4911	3888	5194
Pastagens naturais	5532	4780	3214	2555	2006	2867

Pastagens plantadas	5932	6576	7093	7372	7056	4032
Matas naturais	1849	1480	1531	1399	1352	1878
Matas plantadas	577	845	866	913	1	370
Paraná						
Lavouras permanentes	1306	1180	952	628	311	976
Lavouras temporárias	3412	4448	5133	5434	4789	5495
Pastagens naturais	1809	1684	1534	1423	1377	1307
Pastagens plantadas	2700	3299	3986	4577	5300	3395
Matas naturais	2365	1955	1973	2014	2082	2791
Matas plantadas	205	408	626	820	713	616
Santa Catarina						
Lavouras permanentes	70	43	75	90	127	220
Lavouras temporárias	1261	1392	1729	1779	1444	1498
Pastagens naturais	2089	1977	1903	1928	1779	1256
Pastagens plantadas	379	427	588	542	560	446
Matas naturais	162	1434	1408	1346	1349	1607
Matas plantadas	128	194	374	564	562	621
Rio Grande do Sul						
Lavouras permanentes	181	179	175	184	209	294
Lavouras temporárias	4797	5751	6507	6408	5426	6611
Pastagens naturais	14078	13061	12241	11940	10524	8253
Pastagens plantadas	557	712	1061	1023	1157	954
Matas naturais	1726	1603	1619	1665	1881	2269
Matas plantadas	246	346	462	568	630	779
Mato Grosso do Sul						
Lavouras permanentes	-	66	53	29	16	61
Lavouras temporárias	-	1209	1589	1874	1367	2123
Pastagens naturais	-	15580	12266	9658	6083	6197
Pastagens plantadas	-	5213	9069	12145	15728	14747
Matas naturais	-	3956	4209	4171	5697	5983
Matas plantadas	-	184	442	454	181	102
Mato Grosso						
Lavouras permanentes	61	42	130	137	170	397
Lavouras temporárias	693	459	1423	1993	2782	5926
Pastagens naturais	26893	8641	10086	9685	6190	4367
Pastagens plantadas	4696	2603	4693	6719	15262	17417
Matas naturais	8625	7101	13379	14127	21476	18618
Matas plantadas	15	23	50	26	68	68
Goiás						
Lavouras permanentes	78	77	122	63	56	248
Lavouras temporárias	1558	2484	3104	2865	2119	3359
Pastagens naturais	19423	21713	20578	9570	5137	3134

Pastagens plantadas	4362	7452	10844	11325	14267	12576
Matas naturais	4911	6369	6889	2829	3775	5561
Matas plantadas	25	25	79	84	73	80
Distrito Federal						
Lavouras permanentes	4	4	9	9	5	6
Lavouras temporárias	9	9	50	77	61	91
Pastagens naturais	94	87	69	79	34	33
Pastagens plantadas	16	22	59	64	62	47
Matas naturais	15	15	16	21	28	59
Matas plantadas	0	0	22	24	20	3

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Censos Agropecuários do IBGE (2010).

De acordo com o Quadro 4 se pode constatar que exceto em São Paulo, o uso da terra para pastagens plantadas aumentou em todos os estados brasileiros de 1970 para 2006. Nos estados de Rondônia, Acre, Roraima, Pará e Amapá o aumento foi superior a 1000% no mesmo período. Enquanto houve aumento do uso da terra nos estabelecimentos agropecuários para pastagens plantadas, constata-se a redução das pastagens naturais nos estados de Roraima, Pará, Amapá, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal. No estado de São Paulo ocorreu a redução tanto de pastagens plantadas quanto de pastagens naturais.

A elevação do uso agropecuário da terra para lavouras permanentes nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá foi superior a 1000% quando se compara o ano de 2006 ao ano de 1970. Houve, também, aumento de lavouras temporárias na maioria dos estados brasileiros, com exceção de Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás possuem em conjunto 44% das pastagens plantadas do Brasil em 2006, sendo equivalente a 44,7 milhões de hectares. Como esses estados integram a região do Cerrado, pode-se ter a magnitude da relevância da bovinocultura de corte e da introdução de tecnologias para esta atividade na região.

A apresentação dos dados sobre a conversão da terra do Cerrado em lavouras e pastagens corroboram com Silva *et al.* (2006). Os autores destacam que a biodiversidade do Cerrado está ameaçada pelo acelerado processo de conversão para a agricultura. O alto nível de conversão da terra para agricultura é a maior ameaça à conservação da biodiversidade da região.

De acordo com os resultados do trabalho de Silva *et al.* (2006), os esforços de conservação no Cerrado não atingiram os padrões internacionais ou os níveis brasileiros aplicados aos demais biomas (SILVA *et al.*, 2006).

Para Pongratz *et al.* (2009), as mudanças na cobertura da terra afetam diretamente o balanço energético e hídrico. Essa é a conexão de como a mudança no uso agropecuário da terra afeta o clima, fazendo-se, portanto, relevante o seu estudo no contexto das variações climáticas atuais. O efeito da mudança na cobertura da terra no clima local, depende não somente da extensão da área aberta, mas também no subsequente uso da terra.

No Cerrado, estima-se que a agricultura seja responsável por 50% da matéria orgânica que entra nos córregos e rios (SERÃO DA MOTA, 1996). As perdas das características originais do solo e a sedimentação podem ter efeitos negativos em outros locais visto que o Cerrado é parte do lençol dos maiores rios, tais como o Paraná que deságua no Pantanal – uma das maiores áreas alagadas do mundo.

Antes de 1970, o uso da terra no Cerrado foi caracterizado pela pecuária ambientalmente correta em pastagens naturais. As mudanças na cobertura da terra foram iniciadas com a introdução da extensiva e mecanizada produção de grãos para exportação (principalmente soja, milho, algodão e café). Esse é o caso dos municípios de Luis Eduardo Magalhães no estado da Bahia, Jataí e Rio Verde em Goiás, e Lucas do Rio Verde, Sorriso e Rondonópolis no estado do Mato Grosso. Todos são de topografia plana, média de precipitação anual superior a 1000 mm, e relativamente boa infra-estrutura de transporte. As pastagens cultivadas (em sua maioria *Brachiaria* spp.) são a paisagem dominante no Cerrado antropizado, ocupando mais de 25% da área do bioma (SANO, 2010).

O Quadro 5 elaborado a partir do censo agropecuário 2006 permite visualizar a magnitude das pastagens existentes no Cerrado brasileiro. Além disso, a participação da bovinocultura na pecuária da região.

Quadro 5 – Área dos estabelecimentos (ha) ocupada com pastagens para a atividade pecuária no Cerrado em 2006

Pastagem / Atividade	Pastagens Naturais		Pastagens Plantadas em Boas Condições		Pastagens Plantadas Degradadas		TOTAL (ha)
	ha		ha		ha		
Pecuária Total	14.868.881		38.759.333		3.852.073		57.480.287
Bovinocultura	Há	% Pecuária Total	ha	% Pecuária Total	ha	% Pecuária Total	
	12.142.686	82%	32.303.204	83%	3.186.500	83%	47.632.390

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do censo agropecuário 2006.

O total dos diferentes tipos de pastagens para toda a pecuária nos estabelecimentos agropecuários é de 57.480.287 hectares. Desses, aproximadamente 47,6 milhões são ocupados pela bovinocultura na região. Os dados de Sano (2010) obtidos por imagens de satélites de 2002 indicam que são aproximadamente 62 milhões de hectares o cerrado ocupado por pastagens. Ocorrem discrepâncias quando se analisa duas fontes de informações, sendo a primeira o censo agropecuário do IBGE e a segunda, as imagens de satélite utilizadas por Sano (2010) obtidas no INPE. No entanto, essas diferenças podem ser justificadas por fatores relacionados ao período em que foram obtidos os dados (2006 e 2002), bem como por imprecisões inerentes a cada método e diferentes instrumentos de mensuração e obtenção dos referidos dados.

Diante dos resultados dos estudos mencionados, os processos biofísicos relacionados à sustentabilidade da pecuária são assuntos relevantes para os produtores do Cerrado. Dentre esses processos, constata-se que a degradação das pastagens é relevante e pode reduzir substancialmente a produtividade, se fazendo necessárias mais áreas ou outros insumos para suplementar a alimentação animal e manter (ou até aumentar) a produção de carne. Por esses motivos é verificável que o processo de degradação das pastagens está relacionado com a sustentabilidade econômica e ambiental de longo prazo da atividade pecuária no Cerrado brasileiro.

4.2 A Pecuária de Corte

A pecuária, em geral, possui impactos significativos sobre os aspectos ambientais, incluindo ar, mudanças climáticas, terra e solo, água e biodiversidade. Os impactos podem ser diretos, por meio das pastagens, por exemplo, ou indiretos, como por exemplo, por meio da expansão da produção de soja para a alimentação substituindo áreas de florestas ou de outras culturas perenes ou anuais na América do Sul.

Como atividade econômica, a produção pecuária é tecnicamente diversa. Nos países (ou regiões) onde não existe grande demanda por produtos de origem animal, sistemas de subsistência e de baixo uso de insumos prevalecem. O objetivo de produção é a subsistência. Esses sistemas contrastam com aqueles de elevado emprego de insumos e tecnologia, que servem à grande demanda pelos produtos nos mercados nacionais e internacionais.

Devido à existência de sistemas de produção diversos, as necessidades de recursos produtivos também permanece diversa. A existência de vários tipos de sistemas faz com que a análise da interface entre produção pecuária e meio ambiente fique cada vez mais complexa

e, algumas vezes controversa. Controversa no sentido de que a atividade pecuária afeta uma gama de recursos naturais, devendo ser cuidadosamente gerenciada em meio ao aumento da escassez desses recursos e das oportunidades que eles representam para os outros setores da economia.

Enquanto os sistemas intensivos estão se expandindo nos grandes países emergentes, ainda existem vastas áreas onde a produção pecuária extensiva ainda persiste. A existência de diversos sistemas de produção na bovinocultura de corte faz com que a demanda por recursos naturais também seja variada.

A prática da atividade pecuária (bovinocultura, avicultura, suinocultura, dentre outras) afeta os recursos hídricos, terrestres e a biodiversidade. Portanto, afeta também as mudanças climáticas globais. Estima-se que a pecuária (de forma direta e indireta) ocupa aproximadamente 30% da superfície terrestre do planeta excluindo-se as geleiras. A razão dessa proporção pode ser atribuída às áreas ocupadas por pastagens e também por grãos destinados à alimentação animal (FAO, 2006).

Além de ocupar significativa parcela da superfície terrestre, a criação de animais é uma grande fonte de resíduos poluentes (e que emitem gases). Alguns desses gases contribuem para as variações nas condições climáticas, bem como para mudanças no uso agropecuário das terras causadas pela produção de grãos e conversão de áreas para pastagens. A pecuária pode mudar paisagens e, como mencionado, a demanda por alimentação animal (grãos e pastagens) afeta o *habitat* natural (FAO, 2006).

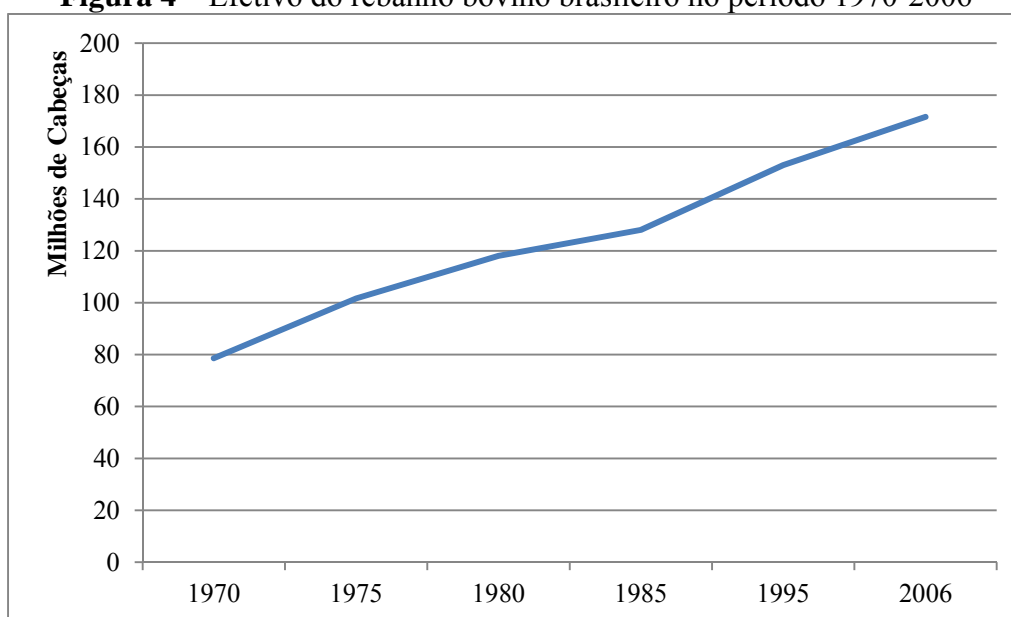
De acordo com predições da FAO (2006), a incorporação de novas áreas para o cultivo agropecuário já está sendo limitada. Portanto, a maior parte do aumento da produção agropecuária tem vindo, e será deverá ser no futuro, oriunda de intensificação no uso agropecuário da terra que já está atualmente sob cultivo agropecuário ou pastagens.

No âmbito da pecuária, a bovinocultura de corte possui relevância econômica, social e ambiental no cenário brasileiro. A bovinocultura de corte é desenvolvida em todas as regiões do Brasil (e ecossistemas), sendo, assim, de grande variabilidade. A diversidade socioeconômica, do ecossistema e de produtores constitui o conjunto de fatores que contribui para a existência de vários sistemas de produção de carne bovina. Independentemente do grau de intensidade tecnológica, os sistemas de produção de bovinos de corte no país estão fundamentalmente alicerçados na utilização de pastagens (CEZAR *et al.*, 2005).

No gráfico da Figura 4, observa-se a evolução do número de cabeças do rebanho bovino brasileiro de 1970 a 2006. Em 1970 o efetivo bovino brasileiro era de aproximadamente 80 milhões de cabeças. Recentemente, esse número dobrou. No entanto, o

uso agropecuário da terra para pastagens plantadas e naturais, apresentada no gráfico da Figura 4, continua praticamente o mesmo, sendo aproximadamente 150 milhões de hectares. A alteração verificável ocorreu na proporção de pastagens plantadas e naturais no total de pastagens. Em 1970 eram 30 milhões de hectares de plantadas e 120 milhões de hectares naturais. Já em 2006, de acordo com as informações do último censo agropecuário, o uso da terra em pastagens plantadas passou a 120 milhões de hectares (as pastagens naturais foram reduzidas à metade). Em outras palavras, de 1970 a 2006 a relação entre pastagens plantadas e naturais se inverteu.

Figura 4 – Efetivo do rebanho bovino brasileiro no período 1970-2006



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Censos Agropecuários do IBGE (2010).

A mudança na proporção das pastagens e o aumento de 100% no efetivo bovino indicam que o emprego de tecnologia (principalmente pastagens plantadas) contribuiu para que a área total destinada ao uso agropecuário da terra por pastagens permaneça praticamente o mesmo. Bouwman (2005) destaca que a intensificação influenciou a produção animal de ruminantes no país, confirmando as mudanças verificadas a partir dos dados obtidos nos censos agropecuários.

Nos últimos 30 anos, a produção de carne e leite de ruminantes aumentou 40%, enquanto o incremento da área total de pastagens foi de 4%. No entanto, a tendência é a gradual intensificação para atender o aumento da demanda pelos produtos de origem animal. Essa intensificação nos sistemas de produção também influencia na composição da ração para os animais requerida pelos sistemas de produção da pecuária, e em geral é acompanhada pela

redução da dependência de áreas abertas para alimentação e aumento do uso de rações concentradas, principalmente a base de grãos, para suplementar a alimentação animal (BOUWMAN, 2005).

A pecuária, juntamente com a agricultura e o setor de alimentos em geral, passa por transformações. As crescentes populações e outros fatores demográficos tais como a estrutura etária e a urbanização são condicionantes da demanda por alimentos, e têm direcionado a intensificação da agricultura nas últimas décadas.

Ainda, o crescimento das economias e da renda individual também contribui para o crescimento da demanda e afeta as dietas. Essas tendências têm se acelerado nas duas últimas décadas em grande parte da Ásia, América Latina e Oriente Médio, encorajando um rápido aumento na demanda por produtos animais e outros produtos alimentícios de alto valor agregado, tais como peixes, vegetais e óleos nessas regiões.

As transformações ocorridas nas populações e em suas respectivas economias, dietas, tecnologias e usos da terra condicionam o setor pecuário ao passo que esse também é afetado por esses fatores. O crescimento da população é o principal determinante do aumento da demanda por alimentos e por produtos agrícolas. A população mundial é atualmente de 6,5 bilhões de pessoas e cresce a uma taxa de 76 milhões anualmente, de acordo com informações da ONU. A projeção média da ONU é de que a população mundial alcançará 9,1 bilhões até 2050 (FAO, 2006).

O setor agropecuário tem respondido ao aumento e à diversificação da demanda por itens alimentícios com inovações e produtos tecnológicos nas grandes áreas da biologia, bioquímica e equipamentos para o setor agropecuário. Isso tem se traduzido em intensificação da agricultura ao invés da simples expansão horizontal (aumento das áreas cultivadas com o emprego da mesma tecnologia e composição de fatores de produção, sem aumento de produtividade total ou parcial dos fatores produtivos).

4.2.1 A bovinocultura de corte no Cerrado

As propriedades rurais de produção pecuária são muito diversas no Cerrado. Elas vão desde modernas e eficientes instalações a operações extensivas e com métodos de produção rudimentares de baixa produtividade. Modernas técnicas de produção têm sido adotadas nas áreas mais próximas aos mercados e com melhor acesso a assistência técnica, infra-estrutura básica e instalações frigoríficas relativamente sofisticadas (KLINK; MOREIRA, 2002).

A bovinocultura de corte possui grande diversidade quanto à configuração dos sistemas de produção. Ao lado do sistema predominante de produção sobre as pastagens extensivas ganham expressão outras alternativas: integração lavoura-pecuária-floresta, confinamento, semi-confinamento, pastagens intensificadas e sistemas silvo pastoris. Esses sistemas possuem grande variação na intensidade de uso agropecuário da terra, trabalho, capital, tecnologias, insumos agroindustriais, e impactos socioeconômicos e ambientais (EMBRAPA, 2011).

Segundo Barioni (2009) as principais tecnologias utilizadas na bovinocultura de corte no Cerrado brasileiro produzem dois efeitos: um deles na produtividade da pastagem (e, conseqüentemente na taxa de lotação) e o outro no desempenho animal (taxa desmame, tempo para o abate, dentre outras). Algumas tecnologias trabalham os dois aspectos, mas os efeitos são bem distintos, particularmente as externalidades. Barioni (2009) ressalta que o uso de pastagens cultivadas é muito importante para a região.

A tecnologia com o maior efeito na produtividade animal é o confinamento e a suplementação dos animais a pasto. No entanto, a integração lavoura-pecuária é um meio de se tornar as pastagens cultivadas mais produtivas. As tecnologias mais relevantes nos últimos vinte anos são a (i) adoção de pastagens cultivadas; (ii) suplementação; (iii) confinamento; e a (iv) integração lavoura-pecuária. Em ordem, conforme o maior impacto na produção e produtividade, considerando a escala de adoção são as seguintes:

- 1^a) Pastagens cultivadas;
- 2^a) Integração lavoura-pecuária;
- 3^a) Suplementação; e
- 4^a) Confinamento.

As pastagens cultivadas são muito adotadas, embora o impacto por hectare seja menor, por isso está no início da lista (BARIONI, 2009).

O processo de produção, por meio da técnica do confinamento, envolve o uso de tecnologia mais intensiva em capital, ou seja, demanda animais com bom potencial genético, alimentação e infra-estrutura adequadas associadas ao momento adequado para a comercialização dos animais (WEDEKIN; BUENO; AMARAL, 1994). Assim, os fatores regionais considerando que o Brasil é um país de extensões continentais, afetam os sistemas de produção agropecuárias e o confinamento. O confinamento de bovinos no Brasil passou a ganhar importância a partir de 1980, quando esta prática alternativa permitia oferecer animais

para abate em períodos de escassez de oferta, além, é claro, de servir como investimento por parte dos pecuaristas (FERREIRA; FERREIRA; EZEQUIEL, 2004).

O aumento no número de bovinos é consequência direta do aumento da área de pastagens plantadas. As pastagens plantadas são o principal uso agropecuário da terra do Cerrado, representando 67% do total de área aberta na região. Isso corresponde à área da Suécia e Dinamarca juntas. Para o estabelecimento das pastagens plantadas as savanas são cortadas e queimadas, e então são semeadas variedades de origem africana tais como *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Hyparrhenia rufa* e *Melinis minutiflora*. Leguminosas como *Centrosema* e *Stylosantes* são usados como fonte de proteína (KLINK; MOREIRA, 2002).

As atividades econômicas da bovinocultura de corte são caracterizadas pelas fases de cria, recria e engorda. Essas fases podem ser desenvolvidas de forma isolada ou combinadas, e podem utilizar pastagens nativas ou cultivadas associadas (ou não) à suplementação alimentar tanto nas pastagens quanto em confinamentos (CEZAR *et al.*, 2005).

Cezar *et al.* (2005) classificam os sistemas de produção de acordo com os regimes alimentares. De acordo com os autores, os sistemas mais intensivos (por meio de suplementação alimentar em regime de pasto ou em confinamento) têm se tornado cada vez mais importante nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

O estudo de Bungestab *et al.* (2008) visa propor um sistema de classificação acadêmica das propriedades rurais produtoras de bovinos de corte no Cerrado brasileiro de acordo com os níveis de intensificação do processo produtivo desses estabelecimentos. Os sistemas foram classificados em extensivos, semi-intensivos e intensivos. A classificação foi baseada principalmente em tecnologias de alimentação do rebanho que demandam outras tecnologias de suporte.

A principal conclusão de Bungestab *et al.* (2008) é de que existe um grande volume de informações a respeito do uso de tecnologias específicas em propriedades produtoras de bovinos de corte. No entanto, é necessário ainda ser trabalhado um mapeamento regional para se verificar onde estão sendo empregadas as tecnologias.

O Quadro 6 sintetiza as principais tecnologias aplicadas nos três principais sistemas de produção de bovinos de corte no Cerrado brasileiro.

Quadro 6 – Principais tecnologias adotadas em unidades de produção de bovinos de corte na região Centro-Oeste do Brasil de acordo com o nível de intensificação das mesmas

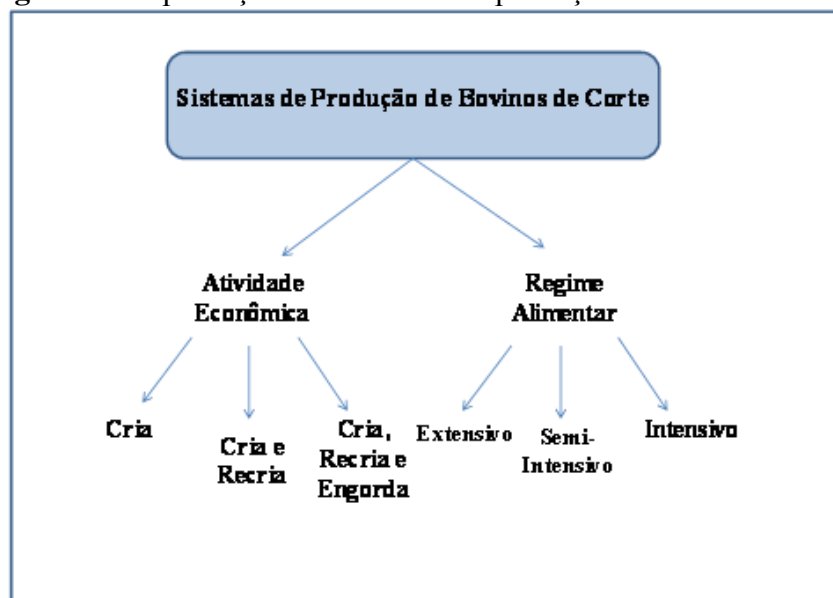
Sistema	Extensivo	Semi-Intensivo	Intensivo
Tecnologias para Reprodução	Estação de monta; Sem descarte sistemático de matrizes	Cruzamento industrial; Inseminação artificial; Uso de touros testados por performance reprodutiva; Descarte sistemático de matrizes por performance reprodutiva e produtiva	Desmame precoce; Inseminação artificial em tempo fixo; Transferência de embriões; Uso de touros testados por performance reprodutiva e produtiva; Descarte sistemático de matrizes por performance reprodutiva e produtiva
Pastagem	Nativa e Implantada	Implantada	Implantada em consórcio com leguminosas
Tipo de Pastejo	Contínuo	Alternado, rotacionado; rotacionado com cerca elétrica	Irigado (pivot central)
Manutenção de Pastagens	Sem manutenção	Manutenção com controle mecânico de invasoras (roçada); Renovação esporádica sem fertilizantes; Renovação esporádica com calcário; Renovação esporádica com calcário e fósforo	Renovação regular com calcário; Renovação regular com calcário e fósforo; Renovação regular com calcário, fósforo e nitrogênio; Rotação com cultivo de grãos; Cultivo anual da pastagem (fertilizantes e nova semeadura); Cultivo de forrageira para fenação; Cultivo de forrageira para ensilagem

Suplemento Alimentar	Sal branco, sal mineral, sal mineral com uréia	Sal protéico; Sal protéico-energético; Suplementação com volumoso; Suplementação com pastagens de inverno; Semi-confinamento com resíduos agroindustriais	Semi-confinamento com concentrado balanceado; Confinamento de baixa tecnologia (volumoso e concentrado de baixa qualidade); Confinamento de alta tecnologia (volumoso e concentrado de alta qualidade)
-----------------------------	--	---	--

Fonte: Bungenstab *et al.* (2008).

Diante da revisão de literatura realizada e com base em INCRA/FAO (1999), IEL/CAN/SEBRAE (2000), SEBRAE/SENAR/FARSUL (2005), Embrapa (2005), Bungenstab *et al.* (2008) e ANUALPEC (2009) se pode constatar que a classificação ou tipificação dos sistemas de produção de bovinos de corte pode ser realizada basicamente quanto a duas perspectivas: (i) atividade econômica e (ii) regime alimentar. Assim, a figura a seguir ilustra a tipificação:

Figura 5 – Tipificação dos sistemas de produção de bovinos de corte



Fonte: Elaboração própria com base da literatura consultada.

A Figura 5 ilustra os principais sistemas de produção existentes no Brasil, de acordo com a literatura consultada.

Esse capítulo buscou discutir as características do Cerrado brasileiro bem como a pecuária de corte e, mais especificamente a bovinocultura de corte na região. Ainda, abordou as principais tecnologias adotadas na atividade bovinocultura de corte, relevante nesse contexto. Em poucas palavras, a conclusão principal que se pode formular após o exposto é de que a bovinocultura de corte vem acompanhando as mudanças tecnológicas e fazendo uso de tecnologias (pastagens plantadas, confinamentos, dentre outras mencionadas) para a obtenção de aumentos no efetivo bovino (Figura 4) ao mesmo tempo em que a área de pastagens naturais é reduzida nos estados integrantes do Cerrado, conforme o Quadro 4 (dentre eles, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás).

5 MODELOS DE ANÁLISE DE MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA

Modelos conceituais, construtos, ou *frameworks* são, por sua natureza, abstrações da realidade. Eles buscam capturar a essência da realidade para certas circunstâncias dos problemas, permitindo aos pesquisadores a compreensão de parte da realidade melhor do que sem os mesmos. Todos os modelos são incompletos ou inexatos, e sua aplicabilidade sempre possui limitações (CASTLE, 2006).

Existem diversas metodologias de várias áreas do conhecimento para analisar mudanças no uso e na cobertura da terra. Pelo fato de ser um tema interdisciplinar, muitas vezes se torna difícil classificar ou categorizar as diferentes metodologias e modelos existentes para quantificar questões relacionadas ao tema. Além disso, ainda existem as divergências quanto às variáveis relevantes e que afetam o uso da terra e, portanto, quais devem ser incluídas na modelagem.

Diversos autores classificaram os diversos modelos existentes para a análise da mudança no uso e na cobertura da terra. Irwin e Geoghegan (2001) fazem revisão de modelos espaciais e não-espaciais. Questões de mudança no uso e na cobertura da terra têm atraído interesse dentre uma grande variedade de cientistas preocupados com a modelagem dos padrões espaciais e temporais da conversão da terra, e da compreensão das causas e conseqüências dessas mudanças. Dentre esses, geógrafos e cientistas naturais têm liderado o desenvolvimento de modelos espacialmente explícitos de mudança no uso da terra a escalas altamente desagregadas (parcelas individuais ou células de uma paisagem). No entanto, menor atenção tem sido dada ao desenvolvimento desses modelos para a compreensão dos processos econômicos que envolvem o componente do comportamento humano – subjacente à mudança no uso da terra. Os autores afirmam que como os pesquisadores estão interessados em explicar as relações causais entre escolhas individuais e os resultados de mudanças no uso da terra, modelos de mudança do uso da terra mais articulados economicamente são necessários. Acerca dos modelos tradicionais de uso da terra, Irwin e Geoghegan (2001) afirmam que foram desenvolvidos dentro de um rigoroso *framework* da teoria econômica, no entanto eles são de limitado uso na elaboração de modelos explícitos e espacialmente desagregados.

Para Irwin e Geoghegan (2001), a pesquisa do uso e da cobertura da terra requer uma abordagem interdisciplinar, sendo que a economia pode contribuir para essa análise. Segundo Veldkamp e Lambin (2001), a modelagem do uso da terra, especialmente se realizada de forma espacialmente explícita e de modo integrado. Trata-se de uma importante ferramenta

para a prospecção de futuros caminhos de condução de experimentos voltados para a compreensão dos processos-chave nas mudanças no uso da terra. Os modelos, que representam parte da complexidade dos sistemas de uso da terra, oferecem a possibilidade de testar a sensibilidade dos padrões de uso da terra a mudanças em variáveis selecionadas, assim como verificar a estabilidade das ligações entre os sistemas sociais e ecológicos, por meio da construção de cenários.

Os principais desenvolvimentos sobre os modelos de mudança do uso e da cobertura da terra são: (i) modelagem dos *drivers* de mudança no uso da terra; (ii) modelagem da dependência da escala dos *drivers* de mudança no uso da terra; (iii) modelagem do progresso na predição da localização *versus* a quantidade da mudança no uso da terra; e (iv) a incorporação dos *feedbacks* biofísicos nos modelos de uso da terra.

Para Briassoulis (2001), os modelos que tratam terra e uso da terra explicitamente são basicamente aqueles nos quais o objeto primeiro da construção do modelo é a mudança no uso da terra. Nesses modelos, terra e uso da terra são conceituados como uma área delineável da superfície terrestre. O uso da terra é caracterizado por: (i) sua área e não como um ponto no espaço; (ii) sua relativa imobilidade; (iii) a relativa estabilidade de sua ocupação (durabilidade); e (iv) o alto custo relativo de se mudar de um tipo de uso para outro. Conseqüentemente, os modelos nos quais a terra é reduzida a um ponto no espaço (quando não se considera a alocação espacial) não são considerados pela autora como modelos de mudança no uso da terra. Esse é o caso no qual os modelos onde a oferta ou a demanda possuem uma representação pontual.

O “desenho” do modelo é normalmente associado com os propósitos particulares do modelo, teorias subjacentes e os tipos de uso da terra modelados (e também a disciplina na qual o modelo se originou), bem como os diversos níveis de análise temporal e espacial. Baseando-se nesse critério, quatro categorias principais de modelos podem ser propostas: (i) modelos estatísticos e econométricos; (ii) modelos de interação espacial; (iii) modelos de otimização, e (iv) modelos integrados (BRIASSOULIS, 2001).

Rousenvell *et al.* (2005) apresentam o desenvolvimento de cenários quantitativos e espacialmente explícitos em relação ao uso da terra agricultável futuro na Europa. Os cenários foram construídos com o objetivo de embasar as análises de vulnerabilidade dos serviços dos ecossistemas. No entanto, a abordagem também permite responder ao conjunto dos *drivers* de mudanças ambientais futuras, incluindo as mudanças climáticas e socioeconômicas. Os cenários representam a importância dos pressupostos sobre desenvolvimento tecnológico para a obtenção dos resultados da variação no uso agropecuário

da terra. Por esses motivos, os autores destacam a tecnologia como elemento relevante na influência das mudanças no uso agropecuário da terra.

Para Heistermann, Müller e Ronneberger (2006), o uso da terra ocupa um papel vital no sistema terrestre: conecta a tomada de decisão humana ao ambiente terrestre e é direcionador e alvo das mudanças ambientais globais. As decisões sobre o quanto, onde, e para qual propósito a terra (e as consequências relacionadas) ainda são pouco compreendidas. Esse déficit existe em contraste à necessidade da análise das mudanças globais futuras de uso da terra para responder a questões relacionadas à segurança alimentar, biodiversidade, mitigação e adaptação climática.

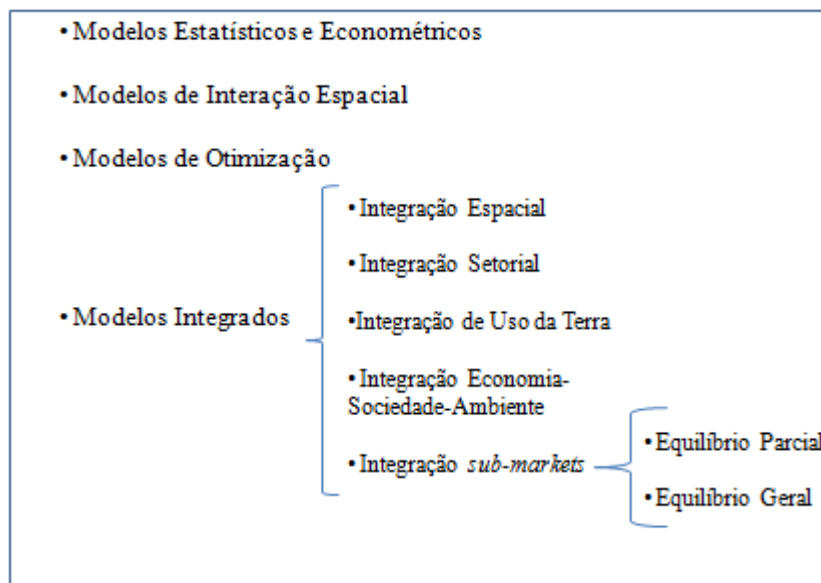
Após a leitura e revisão das classificações de modelos de análise da mudança no uso e cobertura da terra, considera-se a classificação de Briassoulis (2001) como a mais adequada para este estudo, visto que suas categorias são caracterizadas pelo método quantitativo a ser utilizado. A autora divide os modelos em: (i) modelos estatísticos e econométricos; (ii) modelos de interação espacial; (iii) modelos de otimização; e (iv) modelos integrados. O tipo (iv) ‘modelos integrados’ ainda possui uma subdivisão, qual seja:

- Integração espacial;
- Integração setorial;
- Integração de uso da terra;
- Integração economia-sociedade-ambiente; e
- Integração *sub-markets*.

Os modelos da subdivisão ‘Integração *sub-markets*’ enfocam a forma como os diferentes mercados de toda uma economia estão relacionados. Os dois tipos de modelos *sub-markets* são de equilíbrio parcial e de equilíbrio geral.

A Figura 6, apresentada a seguir, ilustra a classificação dos modelos mencionados.

Figura 6 – Modelos para análise de mudança no uso e na cobertura da terra



Fonte: Elaboração própria a partir de Briassoulis (2001).

Os modelos de equilíbrio geral computável são utilizados em diversas áreas do conhecimento econômico. As primeiras formulações das relações entre as decisões de alocação dos recursos nos diferentes setores da economia foram baseadas em extensões da matriz de insumo-produto de Leontief. Isso levou à acumulação de dados sobre os setores econômicos, que tornaram possíveis formulações mais complexas de sistemas analíticos. Assim, os modelos de equilíbrio geral que estavam sendo testados somente de forma experimental evoluíram como ferramentas que podem ser usadas em uma variedade de aplicações práticas (FOREWORD WORLD BANK, 1985).

Diferentes modelos de equilíbrio geral podem focar em diferentes tipos de consistência econômica. Um modelo de equilíbrio geral multisetorial pode não estar sempre de acordo com a teoria Walrasiana. Ainda que o equilíbrio não seja, necessariamente, Walrasiano¹, a teoria neoclássica de alocação dos recursos permanece o *framework* de análise fundamental (DERVIS; DE MELO; ROBINSON, 1982).

5.1 Origens dos Modelos de Equilíbrio Geral Computável (MEGC)

A Matriz de Contabilidade Social (MCS) fornece significativa quantidade de dados para os modelos de equilíbrio geral, e normalmente faz-se o ponto focal inicial antes mesmo da elaboração do modelo. Baseado na delimitação e no recorte setorial e geográfico da MCS,

¹ Se uma economia possui N mercados e se a oferta é igual à demanda em N-1 mercados, no enésimo mercado a oferta também é igual à demanda.

o modelo de equilíbrio segue a mesma delimitação dos dados (fornecidos pela matriz) que vão alimentar grande parte do modelo.

A Matriz de Contabilidade Social (MCS) é “uma forma simples e eficiente de armazenar dados econômicos” (de ANDRADE e NAJBERG, p. 5, 1997). Segundo os autores, ela fornece um quadro completo do fluxo circular da renda na economia, visto que agrega a estrutura produtiva (por meio dos dados da matriz insumo-produto) à renda e à demanda final.

Andrade e Najberg (p. 5, 1997) argumentam que “a coleta de dados referentes às ligações interindustriais de um país tem uma frequência menor do que a coleta de dados do sistema de contas nacionais, o que limita a construção de uma MCS para o último ano para o qual há uma Matriz Insumo-Produto (MIP) oficial”. No entanto, como no presente trabalho o interesse é o setor agropecuário desagregado no Brasil e o seu respectivo uso e cobertura da terra – mais especificamente, do Cerrado brasileiro, o ano-base que determina a construção da MCS é o do Censo Agropecuário, visto que o mesmo é fonte importante de dados desagregados. No Brasil, o censo tem sido realizado a cada 10 anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A MCS é uma matriz quadrada. Qualquer fluxo de renda entre os principais agentes da economia é contabilizado como uma transferência de um agente (na coluna) para outro (na linha), logo, a soma ao longo de uma linha qualquer é sempre igual à soma ao longo da coluna correspondente (de ANDRADE e NAJBERG, p. 5, 1997).

Os objetivos da MCS são a organização das informações e o fornecimento de estatísticas básicas para a criação de um modelo plausível. Uma MSC é formada por uma série de contas nas quais cada entrada e saída (ou renda e despesa, em muitos casos) deve se equilibrar. As linhas correspondem às entradas e as colunas às saídas.

Uma das principais formas na qual toda a informação de uma MCS pode ser efetivamente utilizada é por meio da análise de multiplicadores, os quais mostram como as mudanças em um ou mais elementos podem gerar mudanças no restante da matriz (PYATT e ROUND, 1985).

Matrizes de Contabilidade Social têm sido elaboradas para o Brasil por diversos autores (da Fonseca e Guilhoto, 1987; de Andrade e Najberg, 1997; Cavalcanti, 2001; Lenzen e Schaeffer, 2004), sendo que possuem diferentes números de classes sociais e setores, servindo a objetivos diversos de pesquisa. O trabalho de Lenzen e Schaeffer (2004), por exemplo, inclui a contabilidade social e o meio ambiente. Os objetivos dos autores são: (i) compilar uma Matriz de Contabilidade Social e Ambiental mais detalhada em termos

monetários e físicos, e (ii) quantificar algumas relações entre atividades econômicas, uso de recursos naturais e poluição calculando vários tipos de multiplicadores em um *framework* de insumo-produto generalizado.

Assim, as interações entre os mercados são essenciais para a previsão e para a compreensão da atividade econômica. Nesse sentido, os modelos de equilíbrio geral fornecem uma solução para a economia como um todo e não somente para um único mercado isolado.

O equilíbrio geral para a economia consiste de um conjunto de preços para cada bem, onde simultaneamente a oferta se iguala a demanda. De acordo com Starr (2007, p. 5), “a economia está em equilíbrio geral quando os preços estão totalmente ajustados, então a oferta se iguala à demanda em todos os mercados”.

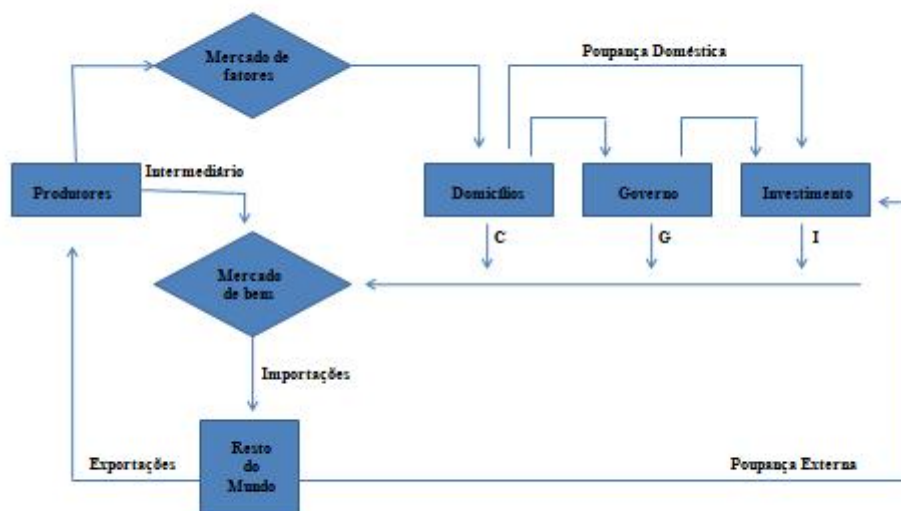
O desenho de um modelo de equilíbrio geral computável começa com um conjunto de equações que descrevem as interações entre empreendimentos, domicílios, governos e regiões de uma nação e/ou mundo. Os possíveis modelos de equilíbrio geral computável capturam todos os fluxos de bens e fatores de produção na economia. A natureza de equilíbrio geral admite que todos os setores na economia são balanceados e todos os fluxos econômicos devem ser considerados no modelo.

Os domicílios possuem fatores de produção e os vendem às firmas, as quais geram renda para esses domicílios. As firmas produzem produto pela combinação desses fatores com insumos intermediários e serviços de outras indústrias.

O produto de cada indústria é comprado por outras indústrias ou domicílios utilizando-se renda recebida de venda dos fatores. Bens e serviços também podem ser exportados, e bens importados podem ser comprados de outros países. O capital pode se movimentar entre regiões à medida que estas possuem déficits comerciais ou superávits. No agregado, todos os mercados se equilibram, significando que a oferta de commodities e fatores de produção devem ser iguais à sua demanda, e a renda de cada domicílio deve ser igual à dotação de fatores acrescida de qualquer transferência líquida que possa existir (PATTANAYAK et al., 2009).

A Figura 7 consiste na representação do fluxo de renda e na economia.

Figura 7 – Fluxo Circular da Renda na Economia



Fonte: Adaptado de Cattaneo (2002).

Os mercados de fatores e a oferta de *commodities* nos modelos de equilíbrio geral computáveis têm freqüentemente mantido os pressupostos dos coeficientes técnicos fixos para a tecnologia intermediária e para a composição dos bens de capital. Em contraste, a tecnologia de produção para os fatores primários é descrita por uma função de produção neoclássica que segue a substituição simples dentre os vários insumos. O grau de substitutabilidade é determinado por elasticidades de substituição.

Quanto à geração de renda e à demanda por *commodities*, são as unidades de tomada de decisão que determinam a demanda por *commodities* em suas diversas categorias de domicílios (demandando bens de consumo). O governo também demanda bens de consumo, bem como as próprias firmas. Essas últimas também demandam bens intermediários e de capital.

A MCS registra em suas contas o fluxo circular de renda e riqueza em uma economia de mercado. Em contraste à tabela de insumo-produto, a MCS é uma matriz quadrada e as somas das linhas e colunas correspondentes devem ser iguais. Característica da MCS, cada linha e cada coluna reflete conta separada na qual despesa e receita deve ser idêntica. As linhas representam as receitas e as colunas representam as contas de despesas.

Existe distinção na MCS entre “atividades” e “*commodities*”. As contas “atividades” correspondem aos setores produtivos nas contas de insumo-produto. A separação das contas

“atividade” e “*commodity*” é importante para a modelagem, pois se assume que as atividades são constituídas por produtores e setores produtivos que se comportam de forma diferente nos modelos. A contrapartida real dos fluxos monetários na primeira linha da MCS é a entrega doméstica dos bens produzidos aos diversos demandantes. A conta “*commodity*” corresponde ao mercado doméstico para todos os produtos, com a oferta oriunda dos produtores e também das importações. As exportações não são incluídas na conta “*commodities*”, mas nas vendas diretas ao “resto do mundo”. Nesse caso importações e exportações não são contas simétricas (DERVIS; DE MELO; ROBINSON, 1982).

5.2 Modelos aplicados de equilíbrio geral: contribuições e limitações

Os modelos de equilíbrio geral computável podem ser aplicados aos diversos campos da economia, tais como comércio internacional, políticas fiscal, monetária e ambiental, e de distribuição de renda. Mais recentemente têm surgido estudos ressaltando a relação entre aspectos ambientais, economia e os impactos no uso de recursos naturais em diferentes regiões do mundo. Apesar de ter base teórica e se originar no campo econômico, os avanços realizados incorporaram questões relacionadas aos recursos naturais de forma mais explícita. Assim, a interface com disciplinas relacionadas principalmente às ciências agrárias e ecológicas se torna cada vez mais presente e necessária.

Banerjee e Alavalapati (2009) também enfatizam que os modelos de equilíbrio geral computável são mais frequentemente utilizados em estudos de comércio internacional, tarifários e em política econômica que prevêm ajuste estrutural, como por exemplo, no setor florestal.

Os estudos realizados por Gurgel; Bitencourt; Teixeira (2002), Gurgel; Campos (2003), Oliveira; Ferreira Filho (2004), Feijó; Azevedo (2006), Pereira *et al.* (2007), Arêdes; Pereira; Carvalho (2008) tratam de comércio internacional. Gurgel, Bitencourt e Teixeira (2002) avaliam os impactos da formação da ALCA e de um possível bloco de comércio do MERCOSUL com a União Européia, para o Brasil e para os demais países envolvidos enfatizando os efeitos no setor agrícola. Para atingir suas metas, os autores utilizam o modelo do *Global Trade Analysis Project* (GTAP).

Gurgel e Campos (2003) têm como objetivo avaliar os impactos de diferentes opções de política comercial sob pressuposições alternativas de retornos à escala e à natureza da concorrência, nos segmentos industriais, com ênfase especial nas indústrias ligadas ao

agronegócio. O estudo avalia os impactos da abertura unilateral brasileira, da formação do MERCOSUL e da eliminação dos impostos nas exportações.

Oliveira e Ferreira Filho (2004) estudam os efeitos da expansão da União Européia em 2004 no agronegócio brasileiro utilizando o GTAP, sob três cenários alternativos de reforma da Política Agrícola Comum (PAC). O GTAP assume concorrência perfeita e ausência de economias de escala. O modelo é estático e cada setor da economia produz um só produto. O estoque de terra, trabalho e capital (fatores básicos) são fixos em cada região, embora se movimentem entre os setores.

Feijó e Azevedo (2006) visam avaliar de forma integrada os efeitos da ALCA e das reduções de emissões de dióxido de carbono, tratadas pelo Protocolo de Kioto (1998), a fim de se fazer uma comparação do custo-benefício econômico e ambiental. Para isso utilizam o GTAP-E (inclui o setor energético), projetado para analisar assuntos relacionados ao uso de energia e de políticas que provoquem mudanças climáticas.

O estudo de Pereira *et al.* (2007) aborda a avaliação dos impactos de uma possível implementação da ALCA sobre o setor de aço no Brasil. Para isso, utiliza o GTAP, considerando que o modelo possui limitações que não são compatíveis com a realidade brasileira e também do setor.

Arêdes, Pereira e Carvalho (2008) têm o objetivo de analisar os impactos da abertura comercial mundial sobre o setor energético, a economia e o bem-estar no Brasil. Foram avaliados três cenários de redução de tarifas de importação mediante a utilização do modelo de equilíbrio geral computável GTAP.

Um estudo sobre política tributária foi realizado por Santos e Ferreira Filho (2007). Os autores pesquisaram os efeitos de longo prazo sobre a economia brasileira de duas políticas no campo da tributação indireta a partir da: (i) redução dos tributos sobre o consumo de alimentos pelas famílias e; (ii) redução dos tributos sobre os principais insumos utilizados pela agropecuária. Para isso, os autores utilizaram o denominado *Modelo Inter-Regional de Equilíbrio Geral Aplicado: The Enormous Regional Model for Brazilian Economy*. Esse modelo segue a tradição australiana de modelagem de equilíbrio geral, ou seja, é um modelo do tipo Johansen, cuja estrutura matemática é representada por um conjunto de equações (maioria não-lineares) na forma linearizada, e cuja solução é dada em taxa de crescimento (variação percentual). O modelo é estático e o software GEMPACK é utilizado para a sua resolução.

Ianchovichina, Darwin e Shoemaker (2001) analisam os efeitos globais do crescimento econômico e populacional, e o impacto de uma redução na produtividade total

dos fatores da agricultura e dos recursos florestais utilizando um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico e multi-regional com detalhamento da cobertura e do uso da terra mundial. A pesquisa e os ensaios utilizam o modelo denominado D-FARM, uma extensão do GTAP, sendo desagregado em 12 regiões e 18 *commodities* (11 delas são produtos relacionados à atividade agrícola). O D-FARM incorpora produção global, consumo, comércio, distorções de políticas e oferece uma forma sistemática para determinar os possíveis padrões de mudanças nos preços dos fatores e das *commodities*. Ainda, considera a produção mundial em resposta às mudanças na produtividade dos estabelecimentos agropecuários considerando as interligações entre os setores e as regiões ao longo do tempo.

A contribuição do modelo reside na análise dos efeitos globais do crescimento econômico, da população e do impacto da redução da produtividade total dos fatores na agricultura e no setor florestal por meio de um modelo global dinâmico de equilíbrio geral computável com detalhamento dos recursos naturais. Além disso, o modelo também captura os efeitos do crescimento e das diferenças de produtividade das terras, divide entre trabalho qualificado e não qualificado, e a presença de fatores de produção específicos a cada atividade econômica.

Como se pôde notar pelos trabalhos anteriormente apresentados são vários os estudos que fazem uso do GTAP, e grande parte trata dos impactos do comércio internacional sobre as *commodities* que possuem grande relevância na pauta de exportações brasileira, tais como as agrícolas e o aço.

No entanto, os modelos que tratam da discussão dos recursos naturais em um contexto intra-nacional são os de Person e Munasinghe (1995), Cattaneo (2001, 2002, 2005), Bashaasha, Kraybill, Southgate (2001), Banerjee e Alavalapati (2009), e Pattanayak *et al.* (2009). Na presente tese será dada ênfase nessa discussão para fundamentar o modelo utilizado para o Cerrado brasileiro.

5.2.1 Persson e Munasinghe (1995)

Os autores desenvolveram o modelo de equilíbrio geral computável com o propósito de traçar os efeitos de políticas governamentais nas florestas de Costa Rica, e em face de mercados incompletos. O desmatamento e a erosão do solo são os maiores problemas ambientais observados no país.

O modelo é estático em uma economia aberta apesar de possuir, implicitamente, características dinâmicas, tais como a taxa de desconto do valor futuro da terra das florestas.

O modelo difere do modelo padrão de equilíbrio geral computável, pois inclui direitos de propriedade indefinidos e a alteração na forma com que funcionam os mercados para madeira e terra desmatada.

A justificativa dos autores para a realização do modelo é que o Banco Mundial possui uma lacuna no conhecimento acerca da interação da política econômica com os efeitos no meio ambiente. Isso tem atrasado as tentativas graduais de expandir a aplicação da análise ambiental para a concessão de empréstimos para o financiamento de políticas públicas de ampla abrangência no país. Justifica-se o uso da abordagem de equilíbrio geral o fato de que as consequências (qualitativas e quantitativas) da aplicação das políticas não são totalmente traçadas em um modelo de equilíbrio parcial. Portanto, os resultados podem conduzir a conclusões equivocadas.

O objetivo do trabalho de Persson e Munasinghe (1995) envolve a investigação dos efeitos das políticas públicas na Costa Rica em áreas de florestas, e no meio ambiente. Os autores também buscaram compreender quais as medidas que envolvem a alocação de direitos de propriedade para essas florestas podem fornecer diferentes resultados quando analisadas diante de um modelo de equilíbrio geral computável frente a uma abordagem de equilíbrio parcial.

O modelo contribui para a literatura dois aspectos principais: (i) capacidade de simular o efeito da introdução dos direitos de propriedade dos recursos florestais, e de encorajar o manejo sustentável das florestas por indivíduos privados que valorizam os retornos futuros dos recursos florestais; e (ii) inclusão dos mercados de madeira e terra desmatada, visto que os madeireiros desmatam para vender à indústria florestal e para os exportadores, e desmatadores limpam a área para a produção agrícola e para a venda ao setor agrícola, à medida que esse cresce requerendo mais terra agricultável.

Há dois tipos de setores: *tradables* e *non-tradables*. Assume-se que os setores de bens *tradables* (florestal, agrícola e industrial) são tomadores de preços no mercado mundial no sentido padrão de Heckscher-Ohlin. Os setores *non-tradables* são infra-estrutura e serviços. Consideram-se também as atividades de desmatamento de terra e madeireira. Os madeireiros limpam a terra para a obtenção da madeira para a indústria florestal e exportações, e os desmatadores limpam a terra para vender ao setor agrícola.

Os setores de produtos *tradable* (florestal, agrícola e industrial) são tomadores de preço no mercado mundial. Infra-estrutura e serviços são produtos *non-tradable*. Nos setores de recursos naturais, os fatores domesticamente móveis incluem (além de capital e trabalho qualificado e não qualificado) terra desmatada e madeira. A oferta de capital e trabalho é

exógena. A demanda por esses fatores surge dos setores produtivos (agricultura e indústria), e da atividade de desmatamento dos madeireiros e desmatadores.

Neste modelo, a oferta de terra limpa (desmatada) é inicialmente baseada na área total de terra da Costa Rica que foi desmatada, sendo possível obter maiores extensões de terra aberta por meio do aumento do desmatamento. A taxa de desmatamento depende da definição dos direitos de propriedade e das tarifas (e subsídios) que afetam o setor florestal e a agricultura. A produção agropecuária fornece a demanda pela terra desmatada.

Os direitos de propriedade mal definidos nas florestas da Costa Rica têm um papel importante no desmatamento. O modelo indica que a correção dessa falha de mercado possa vir a reduzi-lo. Quando os direitos de propriedade são bem definidos e a taxa de juros é exógena, o valor que os madeireiros requerem para a preservação das florestas é crucial. Para reduzir e eventualmente extinguir o desmatamento, os benefícios da preservação das florestas devem ser significativamente superiores ao valor da madeira e ao da terra desmatada (limpa para ser utilizada na atividade agrícola).

Os fatores de produção que possuem mobilidade inter setorial são trabalho não qualificado e qualificado e capital. Madeira e terra limpa são específicas dos setores florestais e agrícolas, respectivamente, embora madeira possa ser comercializada no mercado mundial. No modelo não há a possibilidade de reflorestamento.

Assume-se que as ofertas de capital e trabalho são exógenas, e para o equilíbrio no mercado de fatores, essas ofertas têm que ser iguais às demandas por capital e trabalho, respectivamente.

No modelo a política tarifária pode gerar resultados inesperados, e os efeitos da substituição de insumos nos setores produtivos podem ser relevantes. Quando investigados os possíveis impactos de políticas macroeconômicas, a abordagem de equilíbrio geral resulta em resultados diferentes dos estimados pela abordagem de equilíbrio parcial.

Não existem muitos modelos de equilíbrio geral computável que abordem o impacto econômico da exploração dos recursos naturais. A origem de questões ambientais geralmente reside no crescimento econômico, nos problemas relacionados à taxa de câmbio e nas políticas governamentais (tais como aquelas relacionadas à agricultura, taxação e regime de propriedade de terras) que promovem o desmatamento. Os impactos ambientais não são parte do modelo *per se*, ou seja: a degradação ou a recomposição ambiental não possui *feedback* capaz de afetar as decisões de produção e consumo futuras.

Para modelar o comportamento relacionado aos direitos de propriedade das florestas na Costa Rica os autores assumiram que o custo privado do desmatamento é menor que o

valor de oportunidade social das florestas quando os direitos de propriedade são indefinidos. Quando os direitos de propriedade são definidos, o valor social das florestas é incorporado nas funções de utilidade dos desmatadores e, por conseguinte, no custo privado do desmatamento.

Note-se que de acordo com Persson e Munasinghe (1995), a área total da Costa Rica pode ser dividida em dois tipos de terra: limpa e floresta. Terra limpa é produzida por meio de desmatamento. A quantidade de terra limpa produzida depende da definição dos direitos de propriedade, das tarifas e subsídios nos fatores de produção, e dos lucros dos setores florestal e agrícola.

Assume-se que a madeira é *tradable*. Portanto, a demanda por terras de florestas pelo setor madeireiro, e os preços determinam a taxa de desmatamento. Por esse motivo a quantidade demandada é obtida por meio da derivada parcial da função do custo de produção de madeira (em relação ao custo do consumidor da madeira) adicionando-se a exportação líquida de madeira.

A oferta de terra limpa é composta pelo estoque de terra limpa inicial mais a quantidade de terra a ser desmatada pelos posseiros. A demanda corresponde à demanda do setor agropecuário, a qual corresponde à derivada parcial da função custo do setor agropecuário com respeito ao custo do uso da terra limpa.

A combinação dos fatores de produção pode ser influenciada pelas tarifas e subsídios. O preço de uso pode ser maior (conforme a tarifa cobrada) ou menor (conforme o subsídio oferecido) do que o preço da oferta.

Os fatores de produção têm sido agregados em um conjunto de insumos. Terra limpa é combinada com o capital e ambos são, então, combinados com madeira para gerar um agregado de terra, capital e madeira. Trabalho qualificado é adicionado à combinação e é coordenado com trabalho não qualificado para produzir o conjunto de fatores. Todo esse agregado é obtido por meio do uso de uma função de produção de elasticidade constante (CES), e na qual a tecnologia gera retornos constantes de escala. A relação entre insumos e produtos é dada pela típica função de produção de Leontief para cada setor.

Pelo fato de a tecnologia exibir retornos constantes de escala, o custo marginal e o custo médio de produção em um dado setor podem ser expressos como curvas afetadas pelos preços, por coeficientes relevantes de insumos-produtos e por taxas de impostos indiretos.

Os produtores maximizam os lucros. Os preços dos produtos ao produtor dos setores *tradables* são dados pelos preços do mercado mundial. Assumindo competição perfeita, o produto é não negativo e positivo somente quando o lucro puro é igual a zero.

A demanda doméstica final é dada por um sistema de despesas linear, e é derivada da maximização da utilidade dos consumidores. Para equilibrar o mercado de um bem, a exportação líquida para aquele bem é definida como sendo a diferença entre a oferta e a demanda doméstica.

O setor madeireiro possui tecnologia capital intensiva. Além disso, a tecnologia possui rendimentos decrescentes de escala para refletir o decréscimo da disponibilidade de florestas (e o fato de que parte do desmatamento no setor madeireiro é ilegal). Os retornos dos fatores de produção são reduzidos à medida que aumenta o desmatamento. O desmatamento para obtenção de terra limpa e o desmatamento para extração de madeira são assumidos independentes um do outro. O aumento do desmatamento para madeira não afeta os retornos do desmatamento para incorporação de novas terras.

No caso de direitos de propriedade não definidos, os madeireiros somente levam em consideração o custo privado do desmatamento. Quando os direitos de propriedade são bem definidos, o valor de poupar terras florestadas é incluído na função de custo dos madeireiros.

As florestas abertas por posseiros são entendidas como uma propriedade comum, mas o estoque de terra florestada não é incluído na função de produção dos madeireiros. O cenário-base assume direitos de propriedade não definidos. A função de produção dos posseiros para terra aberta cresce monotonicamente com o insumo trabalho. O retorno dos posseiros pela terra aberta corresponde ao preço pago pela mesma.

Quando os direitos de propriedade não são definidos, o custo privado da abertura da floresta depende somente da quantidade de trabalho necessária para fazê-lo. Assim, esse custo privado não inclui o valor futuro das florestas e o custo do dano ambiental.

A análise dos regimes de propriedade pode ser feita por meio de simulações. Se há direitos de propriedade, os posseiros possuem sua própria terra e então consideram o valor futuro das florestas. Os proprietários da floresta decidem entre a preservação ou não da floresta baseados em seu valor futuro – o que revela existência de um mercado para as florestas.

Por esse motivo a condição de maximização do lucro para os posseiros no modelo de equilíbrio geral computável inclui um termo que reflete o valor de oportunidade de poupar as florestas para usos alternativos (ou mesmo para desmatamento em um período posterior). Quando os direitos de propriedade são indefinidos, o peso dado a esse termo é zero, pois a posse da terra no futuro é incerta. Quando os mesmos são bem definidos, esse termo é incluído na maximização na função lucro.

Assume-se que a conta corrente é constante, e o seu superávit correspondente à soma das exportações líquidas. Existem três medidas de bem-estar no modelo: (i) renda disponível; (ii) PIB “verde”, correspondente à soma da renda dos fatores mais um termo que é reduzido com o aumento do desmatamento para refletir os aspectos negativos para o bem-estar decorrentes do desmatamento; e (iii) utilidade.

Os autores apontam algumas limitações de dados e na formulação do modelo, quais sejam: (i) ajustamento de dados, o que leva aos resultados indicarem apenas a direção das mudanças e não exatamente suas magnitudes; (ii) o modelo desenvolvido é estático, e não identifica o processo de mudança; e (iii) a abordagem não inclui outras possíveis conexões com o desmatamento, tais como migração, crescimento econômico, erosão do solo e a possibilidade de reflorestamento.

A definição dos direitos de propriedade resulta em significativa redução no desmatamento e em um aumento da importação líquida dos madeireiros. As medidas de bem-estar permanecem constantes, e o consumo dos diferentes bens permanece inalterado.

Análises de sensibilidade apresentam que mesmo quando as florestas possuem um relativamente pequeno valor da oportunidade, o desmatamento decresce bastante.

O valor de oportunidade das florestas e a taxa de juros são ambos exógenos ao modelo. Variando a taxa de juros enquanto o valor de oportunidade é mantido fixo, indica que as altas taxas de juros promovem o desmatamento e que o desmatamento promove altas taxas de juros. Isso pode ser explicado pelo fato de que uma redução nas taxas de juros é equivalente ao aumento no valor de oportunidade. Os autores concluem que embora o desmatamento aumente com o crescimento das taxas de juros, a relação não é linear.

Quando os impostos sobre os produtos agrícolas são reduzidos à metade, o setor agrícola é reduzido. O desmatamento para madeira permanece constante, no entanto o desmatamento para terra é de alguma forma reduzido.

A abordagem do modelo de equilíbrio geral computável fornece a identificação dos efeitos indiretos que surgem das conexões intersetoriais. Para o impacto total ser determinado, esses efeitos indiretos devem ser combinados com os efeitos diretos das políticas específicas do setor florestal. No entanto, o modelo de equilíbrio geral computável propõe que embora o desmatamento oriundo do corte de madeira irá ser reduzido, o desmatamento total irá aumentar. Esse fenômeno surge das conexões indiretas captadas pelo modelo de equilíbrio geral computável. A contração dos setores madeireiro e florestal causa uma mudança dos recursos em direção a agricultura e, à medida que a agricultura expande, o desmatamento aumenta.

5.2.2 Cattaneo (2001, 2002, 2005)

Cattaneo (2001) propõe um modelo a partir de Persson e Munasinghe (1995) e examina a relação existente entre crescimento econômico, pobreza e degradação dos recursos naturais no Brasil. O autor estende a proposta de Persson e Munasinghe (1995) ao incluir os setores madeireiro e de desmatamento e, portanto, mercados para madeira e terra limpa. Ainda, o autor inclui a degradação da terra como um mecanismo de *feedback* no processo de desmatamento.

A pesquisa de Cattaneo (2001) é centrada no papel da terra como fator de produção. O autor define os seguintes termos: tipos de terra, transformação da terra e conversão da terra.

- Tipos de terra com base em sua cobertura: (i) terra florestada; (ii) terra de lavouras; (iii) pastagens. Essas distinções são baseadas nas características qualitativas que os agentes econômicos percebem quando fazem uso dessas terras para as diversas atividades econômicas.
- Transformação da terra: definida como a transição entre os tipos de terra devido aos processos físicos, dados certos usos econômicos. Exemplo: a transformação de terras de lavouras em pastagens.
- Conversão da terra: descreve a transição intencional entre dois tipos de terra realizada pelos agentes econômicos. Nas simulações realizadas, o autor utiliza esse processo quando analisa a conversão de florestas em terras para lavouras e de terras de lavouras para o uso como pastagens.

O componente biofísico do *framework* afeta os estoques de equilíbrio dos diferentes tipos de terra, dados os tipos de terra obtidos a partir da simulação. Essa é a primeira tentativa de ligar as mudanças biofísicas aos incentivos econômicos que os agentes recebem para modificar os padrões existentes de uso da terra. Esses processos são os principais fatores que restringem o desenvolvimento regional na região Amazônica. O pressuposto do autor é de que os processos de transformação natural podem ser modelados como a condição de

primeira ordem de um processo estacionário de Markov (sendo o uso da terra uma variável exógena nesse processo).

A produção agropecuária brasileira é desagregada por regiões, atividades e pelo tamanho de operações. Os produtores agropecuários de cada região do país vendem seus produtos para um mercado nacional de *commodities*. Além disso, todos os fatores empregados pela agricultura são específicos de cada região. A fonte dos dados é a matriz insumo-produto de 1995, as contas nacionais, e o censo agropecuário 1995-96, sendo que este último permite a representação regionalizada das atividades agropecuárias.

Para a modelagem das questões biofísicas, considera-se que a terra agricultável pode sustentar a produção anual por quatro anos antes de ser transformada em pastagens. A pecuária pode ser sustentada por outros oito anos nas pastagens antes da terra ser completamente degradada. Na média, 25% das culturas anuais e 12,5% das terras são transformadas por meio dos processos biofísicos.

O modelo compara os choques das políticas públicas em diferentes níveis de agregação. A questão que Cattaneo (2001) procura responder é a seguinte: os formuladores de políticas públicas interessados em reduzir o ritmo do desmatamento na Amazônia devem buscar políticas regionais (Amazônia), inter-regionais ou nacionais? Para isso, os cenários simulados pelo autor são relacionados à política macroeconômica, políticas setoriais para a região Amazônica e efeitos de mudanças tecnológicas em setores específicos da agricultura.

No Brasil houve em 1999 uma desvalorização nominal de 80% na taxa de câmbio, que passou a ser flutuante. Mudanças nas taxas de câmbio reverberam por meio do sistema econômico afetando os preços relativos dos bens. Como o modelo possui detalhamento microeconômico suficiente para caracterizar os efeitos setoriais de uma política macroeconômica, é possível diagnosticar o efeito regionalizado para os setores agropecuários.

A hipótese de que a desvalorização cambial favorece a agricultura na produção de bens agropecuários exportáveis. Nesse caso o incentivo para desmatar com finalidade agropecuária aumentaria com a desvalorização. O que não ocorre no cenário de contração balanceada por duas razões: (i) a Amazônia possui uma participação pequena na produção alocada à exportação e, portanto, quando a agricultura como um todo se expande a agricultura da Amazônia sofre uma contração em relação às demais regiões; e (ii) como a Amazônia produz mais para o mercado doméstico, a contração no consumo privado afeta a produção agropecuária da Amazônia mais do que a produção agropecuária das demais regiões.

Cattaneo também analisa o efeito da redução nos custos de transporte. Em todas as simulações realizadas, a redução nos custos de transportes entre a região amazônica e o restante das regiões brasileiras provoca o aumento das taxas de desmatamento.

Quanto às mudanças tecnológicas na agricultura da região Amazônica, diferentes sistemas de produção pecuária e de lavouras têm sido analisados. A abordagem de Cattaneo (2001, 2002, 2005) se refere aos impactos exógenos da mudança tecnológica, e como ela ocorre ao nível da bacia amazônica. Ainda expressa a modificação na estrutura de um setor produtivo como um todo. Simulações separadas são realizadas para progressos tecnológicos em pequenas e grandes propriedades.

No curto-prazo, o aumento da produtividade no cultivo de culturas anuais tende a causar aumento na taxa de desmatamento. A mudança tecnológica embarcada para as culturas anuais (fator de produtividade total), quando a produtividade dos fatores aumenta na mesma proporção para todos os fatores, parece levar ao maior desmatamento.

No entanto, o maior desmatamento ocorre se a mudança tecnológica é aplicada somente pelos grandes produtores, e se deve ao fato de que transferindo os recursos da pecuária para as culturas anuais, (i) aumenta-se a produtividade das mesmas e (ii) os pequenos proprietários migram para a pecuária, utilizando cada vez mais terras e deixando as atividades anuais para os grandes proprietários – o que não ocorre se a inovação for adotada pelos pequenos, pois os grandes possuem limitações para aumentar a sua produção das culturas anuais.

O aumento da produtividade nas culturas perenes revela custo de oportunidade, e contribui para a redução das taxas de desmatamento. No curto prazo, qualquer tecnologia embarcada no capital ou no trabalho tem o efeito de reduzir o preço das pastagens e o efeito contra-intuitivo de reduzir a demanda por terras agricultáveis, liberando-as para serem utilizadas como pastagens. A causa subjacente dessa mudança é o fato de que as culturas perenes passam a utilizar intensivamente os fatores trabalho e capital por hectare cultivado (mais do que nas culturas anuais).

A literatura aponta para a expectativa de que o progresso tecnológico na pecuária da Amazônia – pela introdução de um sistema intensivo combinado com políticas específicas – venha a reduzir o desmatamento. No entanto, os resultados obtidos por Cattaneo (2001, 2002, 2005) são consideravelmente diferentes. Em sua pesquisa, Cattaneo (2001, 2002, 2005) verificou que quanto adotada pequenos, o impacto sempre é aumento de desmatamento, sendo a sua magnitude dependente do tipo de inovação. Ainda que a mudança tecnológica da

pecuária adotada pelos grandes proprietários, parece ter grande potencial para reduzir as taxas de desmatamento.

A diferença reside na forma de adoção da inovação por parte dos pequenos, e também no fato de que grandes propriedades já possuem grande parte de seus recursos alocados na produção pecuária, de forma que adotam tecnologias poupadoras de terra, os grandes proprietários deslocam recursos dentro do setor pecuário, reduzindo bastante a necessidade desse fator de produção. Uma vez que a terra agricultável é empregada parcialmente em pastagens, o valor das pastagens é reduzido devido ao excesso de oferta, e os incentivos para desmatar decrescem.

No longo prazo, quando a disponibilidade de capital e trabalho é flexível, possibilitando o deslocamento (migração) entre as regiões brasileiras, o progresso tecnológico nas culturas anuais causa maiores taxas de desmatamentos do que no curto prazo. O princípio básico é que com a mobilidade dos fatores a terra se torna um fator escasso (visto que é um bem 'imóvel'), o que implica em maiores retornos no longo prazo, já que a quantidade disponível desse fator terra é fixa, enquanto os demais fatores são variáveis em virtude da sua mobilidade. O aumento do desmatamento fornece certa flexibilidade à disponibilidade da terra – sendo maior quando a tecnologia é adotada pelas grandes propriedades.

A idéia de que o progresso tecnológico da pecuária na Amazônia reduz as taxas de desmatamento, pois permite uma produção mais intensiva, parece ser aplicável somente no curto prazo. Em todos os cenários simulados por Cattaneo (2001, 2002, 2005), o aumento da produtividade na pecuária de qualquer forma aumenta as taxas de desmatamento no longo prazo.

O autor argumenta que a melhor opção de custo-benefício (em termos de desmatamento) encontra-se na possibilidade de mudança tecnológica em culturas perenes, e com efeitos positivos sobre a distribuição de renda. Do ponto de vista do retorno, a pecuária se apresenta como uma das melhores alternativas para as pequenas e grandes propriedades. Mesmo diante do dilema progresso tecnológico e maiores taxas de desmatamento no longo prazo.

No nível de análise das políticas para a Amazônia, a regulamentação da posse da terra tende a ser a melhor opção para alcance da redução do desmatamento. Cattaneo (2001, 2002, 2005) assume que o desmatamento atual ocorre, em grande parte, nas terras sem posse definida. No entanto, os desmatadores têm conseguido a posse da terra posteriormente.

Os resultados indicam que existe um significativo *trade-off* entre os objetivos de conservação da floresta e o crescimento da agricultura. O progresso tecnológico na pecuária fornece os maiores retornos para todos os produtores na Amazônia. No entanto, o desmatamento aumenta significativamente no longo prazo devido a todos os progressos da tecnologia na produção pecuária.

Uma alternativa seria, então, perseguir progressos nas culturas perenes, especialmente na intensificação do fator trabalho, o que proporcionaria poucos ganhos aos pequenos produtores, mas para os grandes a redução no desmatamento seria significativa.

5.2.3 Bashaasha, Kraybill e Southgate (2001)

Segundo os autores, a perda de habitat natural em Uganda coincide com a expansão geográfica da agricultura, bem como com a extração de combustíveis fósseis. De acordo com Devido à baixa produtividade o setor agropecuário tem sido obrigado a atender à demanda fazendo uso de mais terra para lavouras e pastagens. O aumento da produtividade, principalmente em decorrência do progresso tecnológico oriundo da Revolução Verde, pode ter acelerado o desmatamento. Os impactos da intensificação agropecuária no uso da terra são ambíguos. Por esses motivos, o modelo de equilíbrio geral computável foi aplicado para analisar os efeitos da melhora tecnológica e da tributação sobre os combustíveis fósseis.

O modelo pressupõe que os recursos, inclusive a terra, são alocados nos diferentes setores da economia, maximizando os retornos sociais. A limitação do modelo, segundo os autores, é não poder ser utilizado para determinar se os impactos do uso da terra, ou se as altas produtividades agropecuárias podem ser afetadas pela seqüência de respostas dos domicílios e dos produtores a essa mudança.

Assume-se que a oferta agregada de terra é fixa e que a sua alocação dentre os diferentes fatores é determinada por retornos líquidos relativos. A estrutura do modelo se relaciona ao foco do uso da terra, especialmente quanto às florestas. A economia da Uganda é dividida em seis setores, quais sejam: manufatura e serviços (inclusive serviços fornecidos pelo governo); florestal; combustíveis fósseis; *Cash crops* (café e outros grãos de exportação); *food crops*; *other agriculture*.

Os setores florestas e combustíveis fósseis são separados visto que o último faz uso de pequena quantidade de terra e da matéria prima do primeiro. A desagregação da economia é necessária para que se possa investigar os efeitos das mudanças nas políticas sobre os padrões de vida, consumo e uso da terra. Os domicílios que fornecem fatores de produção e recebem

renda em troca, são desagregados em três categorias: rural, urbana e urbana afluenta. Além de consumir bens e serviços, os domicílios poupam uma porção dos seus recebimentos, e a poupança é utilizada para a compra de bens de investimento.

O governo recolhe impostos e gasta a sua receita em bens e serviços. Assume-se que a poupança do governo é fixa.

A tecnologia de produção é uma função cujas variáveis combinam insumos primários e intermediários. O agregado primário de insumos é obtido a partir de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas (para capital, terra e trabalho) combinados com insumos intermediários em proporções fixas.

Os fatores são bens substitutos imperfeitos, e a função do tipo Cobb-Douglas pode ser calibrada com informações contidas na MCS. Essa formulação é apropriada para esse tipo de estudo pois os dados necessários para a estimação econométrica de outras formas funcionais não estão atualmente disponíveis.

Neste modelo, os fluxos comerciais respondem a mudanças endógenas em Uganda. Como o país é um ator muito pequeno na economia global, os preços internacionais são fixos para todas as *commodities*. Tal qual em outros modelos de equilíbrio geral computável, o pressuposto de Armington é adotado, ou seja: as importações e os bens domésticos são substitutos imperfeitos.

O modelo é calibrado pela MCS construída a partir de dados obtidos junto ao departamento de estatísticas do Ministério das Finanças e do Planejamento Econômico. Elasticidades de substituição entre bens domésticos, estrangeiros e serviços não existem atualmente para Uganda (não puderam ser estimados devido à falta de dados, portanto são de outros estudos já realizados). As análises de sensibilidade indicaram que os resultados de equilíbrio geral do modelo são relativamente estáveis.

Pela aplicação do modelo de equilíbrio geral computável, os autores puderam examinar os impactos no mercado e no uso da terra resultante do aumento da produtividade agropecuária. Essa melhora na produtividade no país é devida ao recente apoio à pesquisa e à extensão agropecuária, além da aplicação de um imposto sobre matérias-primas para a produção de combustíveis fósseis.

Dois cenários relativos à mudança tecnológica (Hicks-neutral) são investigadas. O primeiro corresponde a 3% do incremento na produtividade, sendo modelado como um ajustamento no intercepto da função Cobb-Douglas. O segundo cenário introduz aumento de 30% no mesmo intercepto. A produção de alimentos e de outros produtos em Uganda cresce

aproximadamente 3% ao ano; então o primeiro cenário é conservador no sentido de que os produtores conseguem alcançar tal aumento de produtividade.

Se o crescimento da produtividade fosse sustentado por período próximo a dez anos, então o segundo cenário (de incremento de 30%) se concretizaria.

Muitas das simulações feitas com o modelo confirmam *a priori* o que é requerido para a mudança do uso agropecuária da terra e para melhorar o desempenho econômico no meio rural. No entanto, os autores argumentam que alguns dos seus resultados são contra-intuitivos, por exemplo: a taxação sobre os combustíveis fósseis, que se supõe aumentar o custo dos recursos, na realidade acaba levando ao declínio das áreas de florestas. Como esperado, melhorias tecnológicas neutras levam à redução dos preços das *commodities*, bem como ao aumento da produção pecuária e de grãos.

As conseqüências para o uso da terra (em particular aquela destinada às lavouras e pastagens) em contraste com a área onde as árvores e outras vegetações naturais permanecem intactas, são mensuradas por elasticidade da demanda. Se as vendas de determinado grão são altamente sensíveis às mudanças nos preços, então o crescimento da produtividade faz com que a área plantada daquele grão cresça. A área plantada é reduzida se a produtividade é aumentada e se a demanda pela *commodity* é preço-inelástica.

Mudanças tecnológicas no nível nacional têm somente pequeno efeito nos preços. Mudanças na alocação dos recursos inter setoriais também refletem diferenças na elasticidade da demanda. Menor quantidade de terra é utilizada na produção doméstica de grãos para a alimentação humana e de produtos pecuários. Se os ganhos de produtividade não ocorrem em toda a agricultura, os impactos podem deixar de ser universalmente benéficos. Existem conseqüências negativas aos investimentos na melhora da produtividade somente dos *cash crops*. Se os preços das *commodities* internacionais flutuarem, ocorrerá variação no estoque de riqueza de economias como a Uganda – visto que se especializam na produção e exportação de uma ou poucas *commodities*.

Bashaasha, Kraybill e Southgate (2001) afirmam que autores como Kaimowitz e Angelsen (1998) concluíram existir várias circunstâncias pelas quais o desenvolvimento agropecuário acelera o desmatamento. A conclusão principal do estudo corrobora com a visão otimista de que o progresso econômico na área rural, e a conservação do habitat tendem a ser complementares. Os resultados confirmam que ganhos em produtividade podem, de fato, causar perda de área florestal. O aumento de produtividade no setor exportador (no qual a elasticidade da demanda é alta) pode facilmente levar à expansão da área destinada a *cash crops* às custas de perda de habitat natural.

Por fim, os autores consideram que o aumento da produtividade agropecuária é uma abordagem mais eficaz para a conservação do habitat do que o uso de instrumentos fiscais.

5.2.4 Banerjee e Alavalapati (2009, 2010)

Banerjee e Alavalapati (2009, 2010) aplicaram um modelo de equilíbrio geral computável para o Brasil a fim de avaliar as implicações sócio-econômicas e ambientais de curto prazo com base na possibilidade de implantação da concessão de florestas na Amazônia brasileira. O contexto de análise é o fato de que no mês de março de 2006 o governo brasileiro sancionou a Lei 11.284/06 (que trata da gestão de florestas públicas para produção sustentável), e criou o Serviço Florestal Brasileiro (SFB).

Para os autores o setor florestal é fundamental para a região Amazônica, e representa a possibilidade de melhoria das condições de uso e de exploração racional da floresta, minimizando os efeitos negativos sobre o meio ambiente e os ecossistemas. Dentre os princípios da gestão de florestas públicas previstos no artigo segundo dessa lei estão: a proteção dos ecossistemas, do solo, da água, da biodiversidade e dos valores culturais associados, bem como do patrimônio público; o estabelecimento de atividades que promovam o uso eficiente e racional das florestas e que contribuam para o desenvolvimento sustentável local, regional e de todo o país; e o incentivo ao incremento da agregação de valor aos produtos e serviços da floresta, bem como à diversificação industrial, ao desenvolvimento tecnológico, à utilização e à capacitação de empreendedores locais e da mão-de-obra regional; e a promoção do desenvolvimento baseado na floresta, pesquisa, conservação, e a criação das condições necessárias para estimular o investimento de longo prazo no gerenciamento da floresta e da conservação. Assim, Banerjee e Alavalapati (2009, 2010) buscam compreender as implicações de curto prazo dessa lei, e também identificar potenciais políticas complementares para maximizar resultados positivos.

A extração e o desmatamento ilegal de floresta são práticas comuns na região amazônica. Os autores acreditam que de 80 a 90% da madeira produzida em todo o Brasil não seja legalizada. Além disso, 33% da terra da Amazônia Legal é devoluta, ou seja, não possui registro legal, causando disputas.

O modelo desenvolvido no trabalho dos autores é baseado no modelo do International Food Policy Research Center (IFPRI), o qual foi desenvolvido com a finalidade de facilitar o uso de modelos de equilíbrio geral computável em países em desenvolvimento. O modelo é

implementado no software GAMS e é solucionado por meio de um problema de complementaridade mista (PCM) e do aplicativo PATH Solver no mesmo software.

As principais características do modelo são as seguintes:

- Produção: os produtores maximizam seus lucros sujeitos à suas restrições tecnológicas.
- Mercado de fatores: descreve o mecanismo pelo qual a oferta de fatores é equilibrada com a demanda. A é de curto prazo, e os autores consideram apropriado que cada setor empregue a quantidade de capital e trabalho do ano base que for considerado no modelo, neste caso, 2003.
- Instituições: são consideradas oito instituições, quais sejam: três classes de domicílios, uma instituição de desmatamento, uma empresa geral, uma conta de juros, um governo e o resto do mundo. Os domicílios compram *commodities* do mercado (comportamento linear das despesas), e usam sua renda para consumir um nível mínimo de subsistência de bens e serviços. A renda restante é utilizada para aquisição de *commodities* de acordo com uma relação linear entre renda e consumo. Todos os domicílios pagam impostos diretos (de renda e propriedade). Somente as classes média e alta poupam. Todos os domicílios recebem renda do trabalho, do capital e de transferências dos benefícios de seguridade social, das empresas (renda indireta dos fatores), do governo, do resto do mundo. Domicílios de média e alta renda ainda recebem renda dos retornos de terras agricultáveis e de florestas. Impostos diretos e transferências para instituições domésticas são parcelas fixas da renda domiciliar, e a poupança é flexível. Os desmatadores recebem renda dos retornos da terra agricultável e a gastam inteiramente no produto do desmatamento; não pagam impostos e também não poupam. As empresas transferem renda dos fatores para os domicílios, pagam impostos diretos, pagam juros (como renda de propriedade) e poupam. Por outro lado, recebem renda do capital e das terras agricultáveis e de florestas. A diferença entre os domicílios e as empresas é que estas últimas não consomem. Como no caso dos domicílios, os pagamentos de impostos diretos e transferências são parcelas fixas das rendas das empresas, enquanto a poupança é flexível. A conta de juros recebe renda do governo, das empresas, e do resto do mundo, e a transfere aos domicílios. O governo recebe impostos diretos e indiretos de

commodities e tarifas. O governo oferece bens públicos e serviços (isto é, saúde pública, educação e segurança). O governo faz transferências de pagamentos aos domicílios, os quais são indexados pelo índice de preços ao consumidor; paga juros de propriedade e poupa. A poupança do governo pode ser negativa e é tratada como flexível e residual. O resto do mundo compra exportações, faz transferências aos domicílios, recebe renda das importações e paga (ou recebe) juros. A poupança do resto do mundo consiste na diferença entre a despesa e as receitas de um país.

- Fechamento macroeconômico: existem três balanços macroeconômicos no modelo: a conta corrente do governo, a conta corrente do balanço de pagamentos e o balanço da poupança e investimento. As decisões sobre essas contas são conhecidas como regras de fechamento e são requeridas para manter o ambiente econômico equilibrado. Os impostos são fixos e a sua poupança é residual e flexível. A conta corrente do balanço de pagamentos é mantida por taxas de câmbio real flexível e a poupança externa é fixa. Para o fechamento da poupança, a proporção do investimento e do consumo do governo é fixa. A proporção de absorção nominal do investimento e do consumo do governo é fixa de acordo com os níveis do ano-base. Os autores justificam essa abordagem afirmando que esse fechamento é preferível para examinar os prováveis impactos de choques de política econômica, já que é uma representação mais acurada de como as economias do mundo real tendem a se comportar.

Banerjee e Alavalapati (2009, 2010) simularam o cenário de implementação do Plano Anual de Florestas do Brasil 2007-2008 (primeira declaração anual do governo relacionada às áreas para o gerenciamento público de florestas). O Plano identifica 3,96 milhões de hectares públicos na Amazônia como prioritários para a concessão de florestas. Estima-se que um milhão de hectares seja alocado para a concessão em 2008. A produção anual prevista dessas primeiras concessões é estimada em 610.000 m³ de madeira e 670.000 m³ de resíduos madeireiros, o que representa retorno bruto de R\$ 120.000.000 por ano e 8.600 novos empregos.

De acordo com a simulação, mais de 2,1 milhões de hectares de florestas com Planos de Gerenciamento Sustentáveis de Florestas em 2003, o estabelecimento de concessões de

um milhão de hectares públicos implica em um aumento de 47% na área de florestas disponível. O cenário foi modelado pelo incremento da oferta de florestas no norte do Brasil. Na análise atual, o impacto da concessão de florestas nos níveis de desmatamento é explicitamente considerado somente para o desmatamento legal.

Em síntese, a política de concessão de florestas simulada por Banerjee e Alavalapati (2009, 2010), resultou em um aumento do PIB, da renda e do consumo privado. Decorrência do incremento na disponibilidade de hectares para o gerenciamento florestal no Norte (com o pressuposto de pleno emprego da terra no modelo), a demanda total por floresta no Norte aumenta no valor simulado de 47%. Consequentemente, o preço da floresta cai significativamente devido à redução da escassez.

O grande aumento da atividade do setor florestal no Norte também resulta em aumento dos custos do trabalho e do capital. E a regra de fechamento macroeconômico do modelo (pleno emprego de capital e trabalho), as rendas desses fatores se elevam devido à escassez já mencionada.

Outra implicação significativa da política de concessão de hectares é a expansão simultânea do gerenciamento de florestas no Norte e a redução da plantação de florestas nas demais regiões do país. Segundo os autores, a análise da política de concessão de florestas em uma estrutura quantitativa pode fornecer direcionamento dos impactos potenciais da Lei 11.284/06 e indicativos para a formulação de políticas complementares que podem servir para mitigar as possíveis consequências negativas não previstas.

Os autores enfatizam três conclusões gerais obtidas na simulação da política de concessão de hectares de florestas em uma estrutura de equilíbrio geral, quais sejam:

- a renda dos domicílios e o consumo privado aumentam com a concessão de florestas. Embora, exista um aumento geral dos bens para os consumidores, os domicílios conseguem compensar o seu nível de bem-estar devido ao aumento de sua renda;
- a expansão do gerenciamento de florestas naturais no Norte resulta em contração significativa da produção de florestas plantadas em todas as regiões. O aumento do produto do Norte causa a redução da plantação visto que disponibiliza madeira mais barata para o mercado. À medida que o setor que planta florestas necessita de menos terras para a sua produção, o preço da terra

agricultável é reduzido. O excesso de oferta da terra agricultável é absorvido pelo setor agropecuário, que paga menos por essa terra e, conseqüentemente, é capaz de produzir maior quantidade de produtos agropecuários e a preços menores;

- A implantação da concessão de florestas resulta em um incremento do desmatamento legal de 3,8% no Brasil, sendo a maior proporção situada na região Norte.

Assim, medidas de políticas complementares à concessão de florestas são necessárias para compensar o aumento do desmatamento mencionado. Programas que visem criar mercados para os serviços dos ecossistemas das florestas podem atender ao objetivo de desencorajar o desmatamento (se os preços forem atrativos) no médio prazo. No curto prazo, a introdução da concessão de florestas a taxas menores, pode fazer com que a floresta seja preservada e valorizada – contribuindo, portanto, para a formulação de outras políticas focadas no médio prazo.

5.2.5 Pattanayak *et al.* (2009)

Pattanayak *et al.* (2009) avaliaram como a estimação econométrica poderia alimentar um modelo de equilíbrio geral computável a fim de estimar os valores dos serviços dos ecossistemas para a saúde humana. Os pressupostos adotados foram de que mudanças ambientais poderiam ter impactos na saúde da população.

Para os autores os serviços dos ecossistemas são bens públicos que freqüentemente constituem a única fonte de capital para as pessoas de baixa renda, e de forma que a provisão dos serviços dos ecossistemas é sub-ótima.

Quando as mudanças ambientais ocorrem em larga escala, elas provavelmente geram efeitos de equilíbrio geral como, por exemplo, os efeitos dos biocombustíveis e produção de alimentos sobre as áreas protegidas para a conservação da biodiversidade.

Os modelos de equilíbrio geral computável podem ser adequados para identificar os impactos variáveis no tempo e/ou na amplitude multisetorial das mudanças nos ecossistemas, tais como: variabilidade climática, perda de biodiversidade e desmatamento. Pattanayak *et al.* (2009) mensuram os impactos na saúde humana utilizando um modelo de equilíbrio geral

computável via mercado de trabalho, incluindo o *trade-off* lazer trabalho, bem como declínios de produtividade.

O cenário base do modelo tem início essencialmente com uma redução de 0,3% (urbano) e 0,6% (rural) no estoque de trabalho em função do aumento das doenças relacionadas ao clima e também por conta dos três milhões de hectares de florestas desmatados anualmente. Esse cenário é contrastado com o de conservação (denominado FLONAS) para mediar os efeitos na saúde humana pela retirada de terra disponível para lavouras e pastagens.

De acordo com os autores, é possível medir os impactos de políticas públicas que (i) não possuem precedentes históricos; (ii) têm seus efeitos potenciais variáveis no tempo; e/ou (iii) possuem conseqüências multi setoriais amplas. Então, os modelos de equilíbrio geral computável são estruturas adequadas para analisar os impactos de mudanças amplas nos ecossistemas com variabilidades climáticas, rápida perda de biodiversidade e desmatamento.

O modelo utilizado é o *Applied Dynamic Analysis of the Global Economy* (ADAGE), e tem sido aplicado para examinar a política de conservação de florestas e outras propostas de políticas de mitigação dos efeitos das variações climáticas nos Estados Unidos. O ADAGE é um modelo dinâmico que combina uma estrutura teórica consistente com os dados econômicos que abrangem todos os tipos de interações e conexões entre firmas e domicílios em muitos dos países.

A fonte dos dados para o modelo é o GTAP, que fornece informações sobre as condições econômicas iniciais, tecnologias de produção, e padrões de consumo no Brasil e em outras regiões do mundo. Informações sobre energia e previsões de crescimento econômico foram obtidas junto a *International Energy Agency* (IEA) para estabelecer a tendência de crescimento no modelo. Os autores também combinaram informações de Cattaneo (2002) sobre consumo e fontes de renda no Brasil (nos domicílios urbanos e rurais). Ainda, projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre crescimento populacional.

Na estrutura geral do modelo ADAGE, os domicílios (por região) maximizam a utilidade intertemporal e o seu bem-estar total. Em cada período de tempo a utilidade intertemporal do domicílio é uma função do consumo e do lazer. Abaixo dessas funções de utilidade, os domicílios fazem distinção entre serviços de transporte (pessoal ou comprado) e bens de consumo. O consumo individual é formado por bens domésticos e importados.

As tecnologias de produção são especificadas no modelo para que demonstrem a forma como os insumos podem ser substituídos entre si. As diferenças entre as indústrias existem nos formatos de utilização dos insumos energéticos, mais especificamente a geração

de energia e outras indústrias manufatureiras. Para as indústrias agropecuárias utilizam-se equações que consideram o uso da terra na produção, e de forma diferenciada conforme o uso na agricultura, na pecuária e nas florestas.

No modelo ADAGE, cada região contém dois domicílios que representam as famílias (urbano e rural), e que maximizam a utilidade em todos os períodos de tempo no modelo. Os domicílios estão sujeitos às restrições orçamentárias da dotação dos fatores de produção (trabalho, capital, recursos naturais, e terra para a produção agropecuária). Assume-se que os fatores de produção de cada domicílio são intersetorialmente móveis dentro das regiões. Entretanto, a migração dos fatores produtivos não é permitida entre as regiões. Além disso, em cada país os domicílios (rural e urbano) possuem os recursos naturais localizados em seus limites geográficos, bem como os estoques de capital.

A renda das vendas dos fatores é alocada para a compra dos bens de consumo e investimento. Em cada período de tempo a utilidade intertemporal é recebida pelos domicílios na forma de consumo de bens, transporte e lazer.

Todos os bens, incluindo o consumo total de energia, são combinados utilizando-se uma estrutura CES para formar um bem agregado de consumo. Esse bem é então combinado com o tempo de lazer para produzir a utilidade do domicílio.

A elasticidade de substituição entre bens de consumo e lazer indica como os domicílios estão dispostos a abrir mão do tempo de lazer por mais consumo. Dado que os cenários de políticas afetam a oferta de trabalho disponível no modelo, a escolha dessas equações irá influenciar o bem-estar estimado e os impactos do movimento da força de trabalho.

A estrutura do modelo ADAGE permite que os produtores mudem a tecnologia utilizada. Se, por exemplo, os salários aumentam, uma indústria pode adotar o uso de outro insumo. O grau de facilidade (ou dificuldade) com que as firmas podem dispor dentre os insumos de produção é controlada pelas elasticidades de substituição dos fatores de produção (insumos). O modelo também considera informações de tipos de terra, seu uso na produção agropecuária e as potenciais mudanças entre os setores da economia. Essas opções requerem equações detalhadas para a produção de grãos, produtos pecuários e florestais que podem considerar a possibilidade de substituição entre os insumos.

Na presença de uma nova política ou doença, as transformações da terra (para seus diversos usos) é determinada com base nas mudanças estimadas nos rendimentos da terra.

Assume-se que à medida que o desmatamento continue no futuro, ele será mais intenso em terras menos produtivas marginalmente do que aquela desmatada no período

atual. A terra que será desmatada no ano de 2050 será menos produtiva que a de hoje. Cada vez que novas terras desmatadas são incluídas no modelo de equilíbrio geral computável, a equação de transformação da terra influencia os usos, baseando-se nos padrões históricos de usos da terra do Brasil.

Os autores simularam vários cenários, sendo os mesmos divididos da seguinte forma:

1) Cenários de mudanças climáticas e desmatamento

- a) os efeitos das mudanças climáticas na saúde;
- b) desmatamento;
 - i) efeitos do desmatamento no uso da terra;
 - ii) efeitos da saúde no desmatamento; e
- c) mudanças climáticas e desmatamento.

2) Os cenários FLONAS consideram uma política de criação de 50 milhões de hectares de florestas nacionais nas quais o desmatamento não ocorre. Os resultados desses cenários são comparados com o 1c (mudanças climáticas e desmatamento), quais sejam:

- a) melhora na saúde rural com a política FLONAS;
- b) conservação da floresta com a política FLONAS; e
- c) saúde rural e conservação da floresta com o FLONAS.

O grande aumento de terra disponível, como resultado do desmatamento, pode reduzir os rendimentos por hectares por meio de uma sobreoferta de terra, a qual pode encorajar os produtores rurais a usar menos insumos agropecuários.

Todas essas mudanças influenciam a produção agropecuária e industrial, bem como as importações e exportações brasileiras. De forma semelhante, mudanças nas taxas de doenças em um país têm importantes efeitos na oferta de trabalho, na produção industrial e na macroeconomia.

O modelo antecipa aumento da atividade econômica à medida que o desmatamento possibilita produção agropecuária adicional. O produto de grãos, pecuária e madeira aumentam, bem como os produtos florestais e alimentícios que dependem dessas *commodities*. As exportações respondem a esse aumento no produto, enquanto as importações aumentam à medida que a renda doméstica também sobe.

Essa política de conservação das florestas – FLONAS – possui efeitos sobre os domicílios rurais, sendo que um declínio na taxa de doenças leva a um aumento de 3% na

dotação de trabalho no ano de 2050. Os benefícios econômicos dessa melhora são contrabalançados pela redução da terra disponível no Brasil que possivelmente teria sido desmatada não fora a política de conservação. O PIB é um pouco mais alto, pois o produto dos bens agropecuários aumenta, levando a uma expansão das exportações.

Por fim, o cenário de efeitos combinados de FLONAS na terra agricultável e na saúde rural é ligeiramente negativo para a economia como um todo. Há redução do produto e do PIB visto que a restrição ao desmatamento é um pouco maior do que os efeitos econômicos positivos de melhora na saúde dos domicílios rurais.

Os autores acreditam que a provisão de serviços do ecossistema é sub-ótima, pois os serviços do ecossistema são bens públicos e o seu gerenciamento implica em externalidades. Essas características também complicam os esforços para desenvolver estimativas confiáveis dos valores dos ecossistemas em função da limitação de dados e métodos internamente consistentes. O estudo ilustra como um modelo de equilíbrio geral computável pode gerar estimativas de valores dos ecossistemas associadas com mudanças climáticas e conservação das florestas.

O cenário FLONAS, o qual traz melhora na saúde, mas menor renda para as regiões de fronteira da Amazônia brasileira, e alguns desafios para as políticas de reforma em função da concentração dos benefícios de conservação. Também indica que os serviços do ecossistema serão subprovidos se a população de baixa renda do meio rural for politicamente fraca se comparada à população da classe alta do meio urbano.

Então, aqui reside o usual *trade-off* entre equidade e eficiência: quanto de eficiência se está disposto a abrir mão (PIB menor e menores indicadores macroeconômicos) para melhorar as condições de vida dos trabalhadores rurais e da população da região Amazônica?

O ADAGE é fundamentado na estrutura de equilíbrio geral neoclássico de Arrow-Debreu que modela explicitamente os processos de retroalimentação entre diferentes setores da economia. Essa característica é especialmente relevante para políticas públicas abrangentes, mas de efeitos adverbos. Ao invés de um modelo já consolidado, foram utilizadas as evidências empíricas e foi ajustada a modelagem para atender ao caso específico da saúde e desmatamento no Brasil.

Os autores não modelaram explicitamente o equilíbrio do desmatamento e, portanto, não endogenizaram o desmatamento considerando todos os custos e benefícios da conservação (serviços do ecossistema). Entretanto destacam que essas extensões permanecem um campo para pesquisas futuras.

5.2.6 Contribuições e Limitações dos modelos apresentados

Nesta seção são apresentadas as principais contribuições e limitações identificadas nos estudos de Persson e Munasinghe (1995), Cattaneo (2001, 2002, 2005), Bashaasha, Kraybill e Southgate (2001), Banerjee e Alavapati (2009, 2010) e Pattanayak *et al.* (2009) quanto ao seu enfoque para analisar a mudança no uso agropecuário da terra no contexto de equilíbrio geral. O Quadro 7, a seguir, resume as principais características de cada um dos modelos de equilíbrio geral computável mencionados.

Quadro 7 – Contribuições e Limitações dos Modelos de Equilíbrio Geral Computável

Modelo	Nível de Agregação	Local Aplicado	Principais Contribuições	Limitações
Persson e Munasinghe (1995)	Nacional	Costa Rica	Modela a interação da política econômica e os efeitos no meio ambiente, sendo o desmatamento e a erosão do solo os principais problemas ambientais no país; introdução de direitos de propriedade de recursos florestais; inclusão dos mercados para madeira e terra desmatada na estrutura do modelo de equilíbrio geral computável	Fonte de Dados
Cattaneo (2001, 2002, 2005)	Sub-nacional (desagregação nacional, em 4 regiões – Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul/Sudeste)	Brasil	Interligação de variáveis sócio-econômicas e biofísicas para analisar efeitos de políticas públicas sobre a produção agropecuário regional no Brasil	Produção pecuária agregada (não desagregou produção animal, como por exemplo, carnes, aves e leite); Fonte de Dados
Bashaasha, Kraybill e Southgate (2001)	Nacional	Uganda	Os autores examinaram os impactos no mercado e no uso da terra resultantes do aumento da produtividade agropecuária	Fonte de Dados
			Avaliação das implicações sócio-	

Banerjee e Alavalapati (2009, 2010)	Grandes Regiões Brasileiras (Amazônia Legal, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul)	Brasil – Amazônia	econômicas e ambientais de curto prazo da implantação da concessão de florestas na Amazônia brasileira	Fonte de Dados
Pattanayak <i>et al.</i> (2009)	Nacional	Brasil	Os autores propõem examinar como a estimação econométrica pode alimentar um modelo de equilíbrio geral computável a fim de estimar os valores dos ecossistemas para a saúde humana.	Os autores não modelam explicitamente o equilíbrio do desmatamento e, portanto, não endogenizam o desmatamento considerando todos os custos e benefícios da conservação (serviços do ecossistema). Assim, destacam que essas extensões permanecem um campo para pesquisas futuras; Fonte de Dados

Fonte: Elaboração própria com base na literatura consultada.

Cattaneo (2001, 2002, 2005) e Banerjee e Alavapati (2009, 2010) estudam a região amazônica brasileira e consideram diferentes aspectos quanto à região. Cattaneo (2001, 2002, 2005) não inclui de forma explícita os retornos da preservação da floresta e Banerjee e Alavapati (2009, 2010) incorporam essas características em seu modelo.

Quanto ao estudo de Bashaasha, Kraybill e Southgate (2001), a sua conclusão principal é de que o mesmo corrobora com a visão otimista de que o progresso econômico na área rural e a conservação do *habitat* tendem a ser complementares.

Cattaneo (2001, 2002, 2005), em seu estudo realizado para a Amazônia no que diz respeito aos efeitos do emprego da tecnologia na pecuária, discute seus resultados no sentido de que o progresso tecnológico na pecuária da Amazônia (pela introdução de um sistema intensivo combinado com políticas específicas) venha a reduzir o desmatamento. No entanto, seus resultados são consideravelmente diferentes para a adoção por pequenos ou grandes produtores. Quando adotada pelos pequenos, o efeito principal é o aumento do desmatamento.

Finalmente, constata-se a necessidade de estudos empíricos em outras regiões, com informações mais recentes para que possam ser determinados se o emprego de tecnologia em

diferentes atividades agropecuárias influencia no uso agropecuário da terra em cada região, e em qual sentido.

Diante dos cinco modelos apresentados anteriormente se pode notar que existe consenso quanto aos fatores que influenciam a mudança no uso agropecuário da terra e na sua cobertura. Quanto ao efeito do emprego de tecnologia em determinada atividade, esse pode ser negativo ou positivo, dependendo do tipo de domicílio que adota e também qual fator de produção é o objeto do emprego da tecnologia.

6 MÉTODO

A fim de atingir o objetivo geral de quantificar os efeitos do emprego de tecnologia da pecuária de corte do Cerrado sobre o uso agropecuário da terra nessa mesma região são atendidos os objetivos específicos já apresentados na Introdução.

Para atender os dois primeiros objetivos específicos, foram levantados em artigos, relatórios de instituições de pesquisa e desenvolvimento, publicações de organizações relacionadas à agricultura e pecuária, dentre outras fontes, os fatores que afetam o uso da terra em geral e no Cerrado brasileiro, bem como as principais tecnologias aplicadas à bovinocultura de corte.

A fim de satisfazer os últimos três objetivos específicos foi utilizado um modelo de equilíbrio geral computável, que consiste em uma estrutura teórica da economia, e formalizada por equações representando a demanda por produtos, fatores e insumos intermediários. Além das relações entre os preços e os custos, existem equações de equilíbrio do mercado de fatores e de *commodities* (DIXON, PARMENTER, POWELL, e WILCONXEN, 1992).

Equações de oferta e demanda descrevem o comportamento da maximização da utilidade dos consumidores e da maximização do lucro dos produtores. O sistema de equações é resolvido simultaneamente para o equilíbrio econômico (BANDARA, 1991).

Os modelos de equilíbrio geral computável podem ser estáticos ou dinâmicos. Os modelos estáticos são úteis para indicar a direção dos efeitos de um choque de política e são tipicamente de curto e longo prazo – dependendo da mobilidade dos fatores de produção e do fechamento macroeconômico escolhido pelo modelador. Os modelos dinâmicos são usados para simular o impacto de uma política por um período de tempo definido, e fornecem informações sobre o período de transição econômica, os custos (de curto prazo) e os ganhos (de longo prazo) resultantes da implementação de políticas (CATTANEO, 2005).

Neste trabalho, a opção por um modelo de equilíbrio geral computável estático se deu em virtude de verificar os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária de corte sobre o uso agropecuário da terra no Cerrado. Os modelos de equilíbrio geral computável fornecem uma estrutura por meio da qual os *trade-offs* inerentes às escolhas de políticas podem ser avaliados. Essa classe de modelos é efetiva em capturar os aspectos distributivos de mudanças em políticas (BUETRE, RODRÍGUEZ, e PANT, 2003) e é particularmente apropriada para a análise das políticas onde as conexões intersetoriais são importantes e quando existem restrições de recursos produtivos.

Por meio da mudança nos parâmetros tecnológicos, são quantificados os efeitos sobre o uso agropecuário da terra e também sobre a produção agropecuária na região do Cerrado. A partir da construção do cenário atual são simulados os cenários de emprego de tecnologia na bovinocultura de corte no Cerrado brasileiro.

O presente capítulo está subdividido da seguinte forma: primeiramente é feita uma breve explicação do embasamento teórico do modelo (6.1) e apresenta-se o fluxograma-resumo das etapas de análise dos dados até a obtenção dos resultados finais discutidos no Capítulo 7. Na seção 6.2 são apresentadas as fontes de dados utilizadas. As seções 6.3 e 6.4, respectivamente, contêm os procedimentos de tabulação e estimação da MCS para a aplicação no MEGC. Por fim, na seção 6.5 são apresentadas as características do MEGC utilizado nesta tese.

6.1 Aspectos teóricos e etapas do método

Quando se coloca em prática a teoria do equilíbrio geral, o objetivo é formular um modelo de equilíbrio simultâneo em mercados competitivos para todas as *commodities* envolvidas, e que represente uma interação lógica entre consumidores e produtores. O modelo é resolvido utilizando-se um Problema de Complementaridade Mista (PCM), que consiste em um problema de otimização que engloba restrições, podendo ser programação quadrática ou não-linear. A representação padrão do PCM contém dois componentes: (i) o conjunto de condições definidas por um sistema de equações não-lineares, e (ii) as condições complementares que somente são aplicadas a algumas variáveis e funções.

O cerne dos modelos de equilíbrio geral está na teoria microeconômica neoclássica. A estrutura padrão dos modelos de equilíbrio geral compreende os seguintes agentes: produtores, consumidores, governo, bens, fatores de produção e mercados.

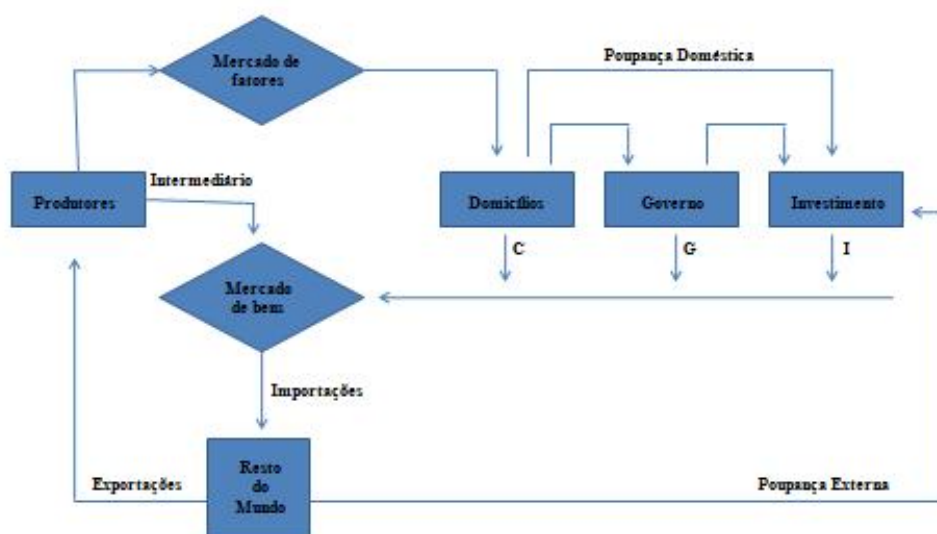
Os pressupostos comportamentais dos agentes estão baseados nas seguintes características presentes na teoria microeconômica convencional:

- Os produtores maximizam lucros sujeitos a algumas restrições tecnológicas (funções de produção com lucros não crescentes em escala), enquanto os consumidores maximizam a utilidade sujeitos à sua restrição orçamentária, em um *framework* de mercados competitivos;

- o equilíbrio é caracterizado por um conjunto de preços e níveis de produção tais que a demanda seja igual à oferta para todas as *commodities*;
- os fatores de produção são totalmente utilizados, salários e rendas flexíveis ou, alternativamente, o preço do fator fica abaixo do equilíbrio – o que causa excesso de oferta do fator. Assim, a alocação inter setorial dos fatores é determinada endogenamente;
- o modelo é especificado como um sistema de equações simultâneas e não-lineares.

Assim, os elementos básicos podem ser representados pelo diagrama do fluxo circular da economia a seguir:

Figura 8 – Fluxo Circular da Economia na Estrutura do Modelo de Equilíbrio Geral Computável



Fonte: Adaptado de Cattaneo (2002).

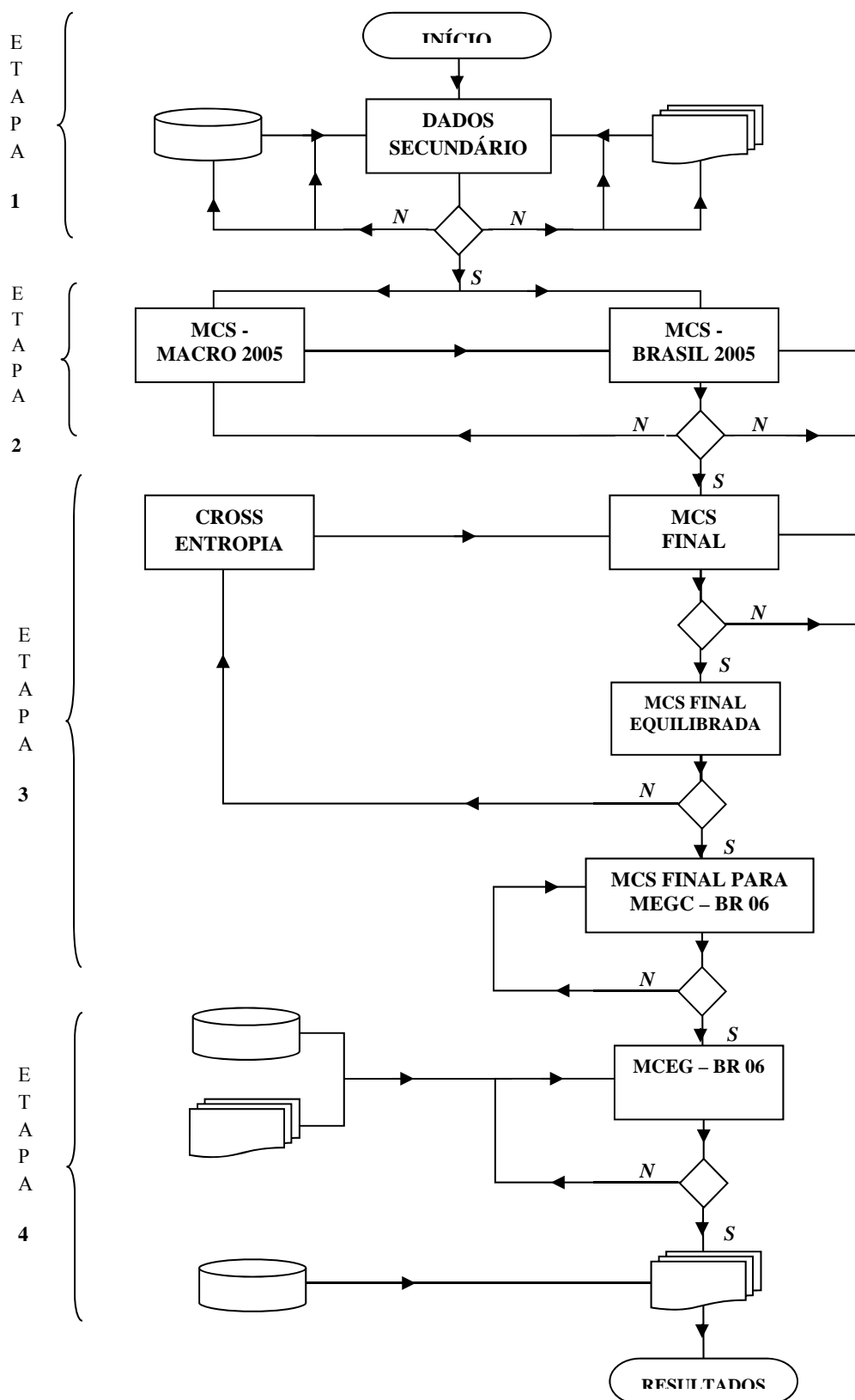
Na Figura 7, as rendas dos fatores geradas pelas atividades produtivas são divididas entre os domicílios de acordo com as participações dos fatores, respeitando a propriedade dos mesmos. A renda total dos domicílios é utilizada para pagar tributos, poupar e consumir. As transferências de renda do governo (para os domicílios) e as suas despesas são proporções

fixas da absorção total. O resto do mundo fornece produtos importados e demanda para as exportações.

As restrições macroeconômicas (ou fechamento macroeconômico) determinam a forma na qual as contas do governo, o resto do mundo, a poupança e o investimento são balanceados. Pelo lado da poupança, se o investimento é fixo, a taxa média da poupança dos domicílios se ajusta para atingir os níveis de poupança que satisfazem o nível de investimento determinado exogenamente. Na conta do governo, a despesa nominal do governo é uma parcela fixa da absorção total e a poupança do governo é endogenamente determinada pelo modelo. A poupança externa é exógena e a taxa de câmbio ajusta o balanço da conta corrente. O fechamento macroeconômico e as especificações do mercado de fatores determinam se o modelo é de curto, médio ou longo prazo.

A Figura 9 sintetiza as quatro grandes etapas realizadas nesta pesquisa para atender aos últimos três objetivos específicos, desde a coleta dos dados até a obtenção dos resultados apresentados e discutidos no Capítulo 7. As etapas 1, 2, 3 e 4 são detalhadas nas seções 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5 apresentadas ao longo desse capítulo, respectivamente.

Figura 9 – Fluxograma-resumo do tratamento dos dados e técnicas para a obtenção dos resultados dessa pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

6.2 Fontes de dados (etapa 1)

A Matriz de Contabilidade Social (MCS) é a principal fonte de dados do modelo de equilíbrio geral computável. Para a construção da MCS foram utilizadas informações da Matriz Insumo-Produto, das Contas Nacionais e do último Censo Agropecuário do IBGE (etapa 1). Foi fixado o ano de 2006 como base do modelo em virtude do Censo Agropecuário mais recente desse mesmo ano ser utilizado para a desagregação do setor agropecuário. Todas as informações são deflacionadas ou inflacionadas aos níveis de preços do ano de 2006. Informações e dados complementares do IFPRI, da EMBRAPA e da FNP Consultoria (ANUALPEC) também são utilizados.

O Valor Bruto da Produção (VBP) do setor agropecuário utilizado na MCS é obtido diretamente das tabelas do Censo Agropecuário 2006 (Quadro 8) ou calculado conforme explicado no Quadro 8. O VBP mede a produção atual de um estabelecimento. O valor inclui toda a produção, sendo tanto para consumo no próprio estabelecimento quanto para ser utilizado em outros estabelecimentos. Esse valor exclui transferências e ganhos oriundos de capital fixo, os quais não são considerados como um item de produção, mas como um lucro ocasional.

Os dados de valor da produção vegetal, lã, leite e ovos foram retirados diretamente do Censo Agropecuário 2006 do IBGE e utilizados na MCS em R\$1.000,00, assim como os demais dados do Sistema de Contas Nacionais e da Matriz Insumo-Produto. As Tabelas do Censo Agropecuário 2006 do IBGE que foram utilizadas diretamente na construção da MCS são apresentadas no Quadro 8, a seguir:

Quadro 8 – Tabelas do Censo Agropecuário 2006 para os valores de produção vegetal, lã, leite e ovos

Produtos das Atividades	Número da Tabela no Censo Agropecuário 2006 (SIDRA)	Descrição do conteúdo da Tabela
Anuais	822	Produção, Venda, Valor da produção e Área colhida da lavoura temporária por produtos da lavoura temporária, condição produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica, grupos de área total e grupos de área colhida
Aqüicultura	972	Movimento da aqüicultura no ano nos estabelecimentos agropecuários por condição do produtor em relação às terras, grupos de área de espelho d'água, ambiente da criação e grupos de atividade econômica

Extração Vegetal	816	Produção, Venda e Valores da produção e da venda na extração vegetal por produtos da extração vegetal, condição do produtor em relação às terras, destino da produção, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Floricultura	817	Produção, Venda e Valores da produção e da venda na floricultura e/ou plantas ornamentais por produtos da floricultura, condição do produtor em relação às terras, destino da produção, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Horticultura	818	Produção, Venda e Valor da produção na horticultura por produtos da horticultura, condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Lã	968	Produção e Venda de lã no ano nos estabelecimentos agropecuários por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Leite	932	Produção de leite de vaca no ano nos estabelecimentos agropecuários por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica e grupos de área de pastagem
Ovos	941	Produção e Venda de ovos de galinhas no ano nos estabelecimentos agropecuários por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Aves	836	Número de estabelecimentos agropecuários com produção no ano e Valor da produção no ano por tipo de produção, condição produtor em relação às terras, classes de valor da produção, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Perenes	1689	Produção, Valor da produção, Venda, Valor da venda, Colheita, Área plantada e Efetivos das plantações da lavoura permanente nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés existentes por produtos da lavoura permanente, grupos de atividade

		econômica e grupos de área total
Silvicultura	815	Produção, Quantidade vendida e Valor da produção na silvicultura por produtos da silvicultura, condição do produtor em relação às terras, destino da produção, grupos de atividade econômica e grupos de área total

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2010).

O valor da produção das carnes de bovinos, suínos, ovinos, aves, coelhos, caprinos e bubalinos é calculado a partir do número desses animais disponíveis no Censo Agropecuário 2006 e de informações da EMBRAPA e da Consultoria FNP (ANUALPEC).

O Quadro 9 apresenta o formato de cálculo do valor da produção desses produtos de origem animal que não foram obtidos diretamente do Censo Agropecuário 2006, e que também compõem os dados necessários à construção da MCS do Brasil. Para todas as atividades, o setor agropecuário é desagregado nas quatro regiões brasileiras mencionadas na seção 6.2.1, quais sejam: Amazônia, Cerrado, Nordeste e Sul/Sudeste.

Quadro 9 – Cálculo dos produtos de origem animal não obtidos diretamente do Censo Agropecuário 2006

Produto	Número da Tabela no Censo Agropecuário 2006	Descrição do Conteúdo da Tabela	Formato de Cálculo do Valor da Produção (em R\$ 1000) a partir das tabelas do Censo Agropecuário 2006
Carne Bovina	927;	Efetivo de bovinos nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças em 31/12, total, confinados e que usam pastos comuns ou alugados fora do estabelecimento, por condição do produtor em relação às terras, finalidade da criação, grupos de cabeças e grupos de área de pastagem;	Apêndice 3
	922;	Efetivo de bovinos nos estabelecimentos agropecuários em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica, grupos de área de pastagem e grupos de área total;	
	919	Confinamento de bovinos nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças de bovinos em	

		31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total	
Carne Suína	936	Efetivo de suínos em 31/12 e Número de porcas inseminadas no ano nos estabelecimentos agropecuários por composição do efetivo suíno, condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total	Apêndice 7
Carne Ovina	966	Efetivo de ovinos nos estabelecimentos agropecuários em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total	Apêndice 13
Carne Caprina	961	Efetivo de caprinos nos estabelecimentos agropecuários em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total	Apêndice 11
Carne Bubalina	957	Efetivo de bubalinos nos estabelecimentos agropecuários em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica e grupos de área total	Apêndice 9

Fonte: Elaboração própria com base no Censo Agropecuário 2006 e ANUALPEC 2009.

Conforme o Quadro 9, os dados iniciais foram obtidos a partir de variáveis disponíveis no Censo Agropecuário 2006 do IBGE e foram combinadas com outras informações (detalhadas no mesmo quadro) para a obtenção do dado final sobre o valor da produção agropecuária.

O Quadro 10 a seguir contém as tabelas do Censo Agropecuário 2006 que foram utilizadas para área colhida e área de pastagens no modelo.

Quadro 10 – Tabelas do Censo Agropecuário 2006 para a área colhida e pastagens

Produtos das Atividades	Número da Tabela no Censo Agropecuário 2006	Descrição do conteúdo da Tabela
Anuais	822	Produção, Venda, Valor da produção e Área colhida da lavoura temporária por produtos da lavoura temporária, condição produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica, grupos de área total e grupos de área colhida
Aqüicultura	837	Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos por grupos de atividade econômica, condição produtor em relação às terras, tipo de prática agrícola e grupos de área total
Extração Vegetal	836	Número de estabelecimentos agropecuários com produção no ano e Valor da produção no ano por tipo de produção, condição produtor em relação às terras, classes de valor da produção, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Floricultura	837	Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos por grupos de atividade econômica, condição produtor em relação às terras, tipo de prática agrícola e grupos de área total
Horticultura	837	Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos por grupos de atividade econômica, condição produtor em relação às terras, tipo de prática agrícola e grupos de área total
Pecuária e Criação de Outros Animais	837	Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos por grupos de atividade econômica, condição produtor em relação às terras, tipo de prática agrícola e grupos de área total
Perenes	1689	Produção, Valor da produção, Venda, Valor da venda, Colheita, Área plantada e Efetivos das plantações da lavoura permanente nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés existentes por produtos da lavoura permanente, grupos de atividade econômica e grupos de área total
Silvicultura	1011	Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos por utilização das terras e grupos e classes da atividade econômica

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2010).

6.3 MCS-MACRO e MCS-BRASIL2005 (etapa 2)

A partir dos dados das Contas Nacionais e de outras fontes tais como o Fundo Monetário Internacional, foi elaborada a MCS-MACRO, conforme apresentada e discutida na seção 7.2 do próximo capítulo. Na mesma seção são detalhadas as fontes dos dados para a elaboração da matriz.

A MCS-BRASIL2005 que serve de base para a MCS balanceada 2006 e foi elaborada a partir da combinação dos valores agregados da MCS-MACRO, bem como da MIP 2005. A MCS-BRASIL 2005 é apresentada na seção 7.3 do próximo capítulo.

6.4 Processo de estimação da MCS-BRASIL2006 balanceada para uso no MEGC – BR2006 (etapa 3)

A estimação de uma matriz de contabilidade social desagregada para uso em modelos de equilíbrio geral computável para análise dos efeitos de políticas públicas exige a incorporação e a reconciliação de informações de diversas fontes de dados. Informações da MIP e do censo agropecuário (dentre outras fontes) possuem erros de mensuração e diferenças metodológicas na coleta de dados (ROBINSON; CATTANEO; EL-SAID, 2001). Na prática, verifica-se que o pesquisador inicia o trabalho a partir de uma MCS inconsistente em virtude de fatores como inexistência de dados, erros na medida, e incompatibilidade de fontes de dados.

O processo de *Cross Entropia* (CE) é utilizado para se obter a MCS balanceada para ser utilizada no MEGC. Esse procedimento é adequado para a obtenção da MCS visto que fornece a MCS em termos de coeficientes adequados para o uso no MEGC.

O ponto de partida para a abordagem de CE é a Teoria da Informação desenvolvida por Shannon (1948). Theil (1967) trouxe essa abordagem para a Economia. Considera-se um conjunto de n eventos E_1, E_2, \dots, E_n com probabilidades q_1, q_2, \dots, q_n (probabilidades *prior*). Uma mensagem é recebida implicando na mudança das probabilidades de ocorrência dos eventos, transformando as probabilidades *prior* em probabilidades posteriores p_1, p_2, \dots, p_n . Supondo por um momento que a mensagem esteja confinada a um único evento E_i . De acordo com Shannon (1948), a “informação” recebida com a mensagem é igual a $-\ln p_i$. No entanto, cada E_i tem sua própria probabilidade posterior q_i , e a informação adicional de p_i é dada por:

$$-\ln \frac{p_i}{q_i} = -[\ln p_i - \ln q_i]$$

Considerando a expectativa dos valores da informação separados, o valor da ‘informação esperada’ da mensagem (ou do dado, em um contexto mais geral) é

$$-I(p:q) = -\sum_{i=1}^n p_i \ln \frac{p_i}{q_i}$$

onde:

$I(p:q)$ é a medida da distância de *Cross Entropia* entre duas distribuições de probabilidade de Kullback-Leibler (1951).

O objetivo dessa abordagem, que busca utilizar toda a informação disponível, é minimizar a *Cross Entropia* entre as probabilidades (que são consistentes com a informação nos dados) e a informação *prior* q .

Quando se refere à informação nesse contexto de CE, faz-se necessário especificar os tipos de informação no contexto do procedimento de estimação. Devido às diferentes fontes de dados utilizadas a MCS contém todos os dados disponíveis, mas esses dados são inconsistentes e levam a desequilíbrios nas contas da MCS. Diante dessa situação não existe uma MCS equilibrada de um ano anterior, logo um procedimento de atualização baseado nos coeficientes de uma matriz anterior não pode ser aplicado conforme indicado por Golan, Judge e Robinson (1994). Assim, é necessária a aplicação de um procedimento de estimação da MCS que reconcilie as informações de diversas fontes em uma MCS equilibrada e consistente.

Os tipos de informação utilizados são os seguintes:

- Priors: a matriz \bar{A} de um ano anterior fornece informação sobre novos coeficientes. A abordagem consiste em estimar um novo conjunto de coeficientes ‘próximos’ do *prior*.
- Restrições de momento (Moment constraints): o tipo mais comum de informação dispor de dados para todas ou algumas somas das linhas e colunas da MCS. Esse

conhecimento pode ser incorporado no procedimento de CE pela imposição de um valor fixo x na equação y .

- Agregados econômicos: além das somas das linhas e colunas, frequentemente também se pode ter conhecimento adicional acerca da nova MCS. Dados das Contas Nacionais podem estar disponíveis para os vários agregados macroeconômicos, tais como o valor adicionado, o consumo, o investimento, o governo, as exportações e as importações.

Existe também a possibilidade de se ter disponíveis informações sobre as contas da MCS tais como receitas e despesas governamentais. Essa informação pode ser resumida como uma restrição linear adicionada aos diversos elementos da MCS. Define-se um agregador n por n da matriz G , que contém o número 1 (um) para as células do agregado e 0 (zero) para os demais. Assume-se que existem k restrições de agregados, dadas por:

$$\sum_i \sum_j G_{ij}^{(k)} T_{ij} = \gamma^k \quad \dots (9)$$

Onde γ é o valor do agregado.

Assim, essas condições são adicionadas ao conjunto de restrições na formulação de CE. As condições são lineares nos coeficientes e podem ser interpretadas como restrições adicionais de momento.

Restrições de desigualdades: como pode não se ter certeza sobre o valor exato para os vários agregados, incluindo-se as somas das linhas e colunas, é possível acrescentar limites para alguns desses agregados. Esses limites podem estar na especificação de restrições de desigualdades, como por exemplo, na equação 9.

Golan, Judge e Robinson (1994) apresentam um exemplo simples para demonstrar como funciona o método de estimação de uma MCS a fim de obter a sua versão equilibrada.

Para resolver o problema de ‘*matrix balancing*’, a abordagem da estimação consiste na imposição de restrições adicionais suficientes para que o problema possa ser determinado.

Golan, Judge e Robinson (1994) propuzeram utilizar o princípio da entropia² para resolver a estimação e consideraram um método baseado somente na informação que está disponível. Os autores buscaram recuperar os fluxos da matriz utilizando somente a informação sobre a soma das linhas e colunas além das informações contidas nos fluxos de outra matriz anterior.

Para obter a solução do problema Golan, Judge e Robinson (1994) fizeram o mesmo no contexto de otimização que envolve função não linear e algumas restrições. Portanto, os autores especificam uma MCS simplificada para apresentar o problema da estimação da matriz balanceada e sua respectiva solução.

$$\begin{bmatrix} \overline{A^*} & \overline{f^*} \\ \overline{v^*} & 0 \end{bmatrix}$$

Onde $\overline{A^*}$ consiste em uma matriz quadrada de vendas intermediárias, $\overline{f^*}$ é um vetor coluna de demanda final e $\overline{v^*}$ é um vetor linha de valor adicionado setorial. Em uma típica MCS a demanda final e o valor adicionado são compostos de várias linhas e colunas (de acordo com o número de atividades e *commodities* desagregadas na economia). Para simplificar a formalização são considerados vetores coluna e linha, respectivamente.

As vendas setoriais $\overline{x^*}$ são iguais à soma da coluna e da linha na MCS, implicando em que o valor das vendas setoriais (para demanda final e intermediária) será igual ao pagamento recebido por cada setor (para os fornecedores de insumos intermediários e para os produtores dos fatores de produção ou valor adicionado), ou seja:

$$\sum_j \overline{A_{ij}^*} + \overline{f_i^*} = \overline{x_i^*} \quad \dots(1)$$

$$\sum_i \overline{A_{ij}^*} + \overline{v_j^*} = \overline{x_j^*} \quad \dots(2)$$

Os três procedimentos de estimação da MCS são apresentados no artigo de Golan, Judge e Robinson (1994), e versam sobre a obtenção da matriz balanceada com os dados oriundos de diversas fontes de informações ajustadas. Os três procedimentos são os seguintes: (i) Procedimento de Entropia; (ii) Procedimento de *Cross Entropia*; e (iii) Formulação Generalizada de Máxima Entropia.

² Entropia é a medida de incerteza de uma variável aleatória dada pela equação $H = \sum p_i * \log(1/p_i)$, em que p_i indica a probabilidade de ocorrência de um evento da distribuição de probabilidades de uma variável aleatória discreta (PAVÃO, 2011).

No procedimento de Entropia (i) somente a informação contida nos dados para o período corrente (atual) é utilizada. Em muitos casos, uma tabela multisetorial de um período recente pode existir e fornecer informação potencial que pode recuperar as estimativas dos elementos da tabela para o período utilizado atualmente. Se o *prior*³ é relevante e precisa ser considerado, então o método de *Cross Entropia* (que considera essa informação) pode ser empregado. Nesta pesquisa somente será detalhado o processo (ii) *Cross Entropia* por ser este apenas utilizado.

Formalmente, o problema de (ii) *Cross Entropia* envolvendo informação atual e *prior* é apresentado por Golan, Judge e Robinson (1994), da seguinte forma:

Minimizar

$$CE = \sum_i \sum_j a_{ij} \log_e \left(\frac{a_{ij}}{a_{ij}^0} \right) \quad \dots(3)$$

$$CE = \sum_i \sum_j a_{ij} \log_e(a_{ij}) - \sum_i \sum_j a_{ij} \log_e(a_{ij}^0) \quad \dots(4)$$

sujeito à consistência da informação (soma das linhas e colunas)

$$\sum_j a_{ij} x_j = y_i \quad \dots(5)$$

$$\sum_i a_{ij} = 1 \quad \dots(6)$$

Onde,

a_{ij} = célula da MCS

a_{ij}^0 = célula *prior* da MCS (informação *prior*)

Se o *prior* a_{ij}^0 é consistente com as duas restrições anteriores, então a medida de CE é minimizada ao nível $a_{ij} = a_{ij}^0$, para todo i e j e o valor de CE é zero. Esse resultado possui

³ *Prior* consiste na informação prévia e imprescindível acerca da MCS ou geralmente parte dela, e que se pretende reconciliar com as informações atuais para obter a MCS atual balanceada. Robinson, Cattaneo e El-Said (2001) apresentam os tipos de informação de uma MCS. As informações podem ser oriundas de diversas formas, dentre elas o *prior*. A concepção do *prior* está baseada na possibilidade de uma MCS de um ano anterior fornecer informação sobre os novos coeficientes da MCS atual. A abordagem consiste em estimar o novo conjunto de coeficientes ‘próximos’ do conjunto *prior* utilizando novas informações acerca dos fluxos da MCS corrente para ‘atualizar’ o *prior*. Os demais tipos de informações prévias podem ser consultados em Robinson, Cattaneo e El-Said (p. 52-53, 2001).

pequena chance de ocorrer com as informações utilizadas na prática da MCS, uma vez que $a_{ij} = a_{ij}^0$ é pouco provável de ocorrer na prática.

Portanto, a solução formal de CE passa a ser

$$\hat{a}_{ij}(CE) = \frac{a_{ij}^0}{\Omega_j(\hat{\lambda}_i)} \exp[\hat{\lambda}_i x_j] \quad \dots(7)$$

Onde

$$\Omega_j(\hat{\lambda}_i) = \sum_{i=1}^k a_{ij}^0 \exp[\hat{\lambda}_i x_j] \quad \dots(8)$$

$\Omega_j(\hat{\lambda}_i)$ = função de partição da CE para cada j .

Na formulação de *Cross Entropia* pode ser avaliado o valor de cada informação adicional. Adicionar informação em cada problema específico envolve também especificar restrições adicionais. Dado que essas restrições são informativas no sentido de que são consistentes com os dados, o valor da entropia decresce e dos erros ao quadrado decrescem quando se aumenta o uso de informações consistentes. Se, por outro lado, a informação adicional é inconsistente com os dados, as restrições serão ignoradas e o valor da entropia não irá diminuir, implicando em um valor nulo ou negativo para essa informação adicional (GOLAN; JUDGE; ROBINSON, 1994).

Os autores demonstraram que a formalização da entropia é aplicável em ampla gama de problemas os quais, em função da limitação de dados, são sub-determinados quando utilizados procedimentos convencionais de estimação. O modelo de otimização não-linear resultante, tanto em sua forma tradicional ou generalizada, é possível de ser especificado e computado, bem como considera qualquer *prior* e dados existentes.

Robinson, Cattaneo e El-Said (2001) enfocam o uso da abordagem de CE para uma aplicação mais geral na atualização da MCS, ou seja: a estimação da MCS considerando-se que são utilizados dados de diversas fontes em sua elaboração. Esse processo é freqüentemente realizado manualmente pelos pesquisadores. Os autores mostram que a abordagem de CE considera, de forma eficiente, toda a informação disponível para a estimação da MCS. Assim, as diversas operações manuais (ajuste de dados) podem ser incorporadas na abordagem CE. Ainda, a estimação do problema é apresentada no contexto da teoria da informação e o procedimento gera medidas de ‘importância’ dos diferentes dados utilizados no processo de estimação.

Para a aplicação dos modelos econômicos à realidade é necessário considerar o problema de obtenção de resultados a partir de dados e relações econômicas que possuam algum tipo de ruído. Robinson, Cattaneo e El-Said (1998, 2001) generalizam a abordagem para as situações onde (i) as somas das linhas e colunas não são parâmetros, mas envolvam erros de mensuração; e (ii) a estimativa inicial A (MCS) não é baseada em uma MCS equilibrada.

A MCS não consiste em um modelo, mas em uma estrutura estatística cujo propósito não é especificar um processo de geração de erros, mas um problema de mensuração do erro. Robinson, Cattaneo e El-Said (1998, 2001) estendem o procedimento de CE para incluir a formulação de ‘erros nas variáveis’ onde se assume que as variáveis independentes podem ser especificadas com ruído (ao contrário de se considerar ‘erros nas equações’).

O problema e a dificuldade da estimação reside no fato de que os dados são esparsos. Não existem graus de liberdade suficientes para abordagens estatísticas tradicionais, tais como o método de mínimos quadrados. O que existe, na melhor situação, é a observação por parâmetro a ser estimando (nesse caso, os fluxos da MCS). O problema de estimação fica mal posto⁴ (*ill posed*) nos termos da estatística clássica, e o conhecimento econômico é imposto por meio de restrições (tais como a igualdade da soma das linhas e das colunas) utilizando-se quatro tipos de informações descritos anteriormente (restrições de momento, agregados econômicos, dentre outros) (ROBINSON; CATTANEO; EL-SAID, 2001).

Quando se busca utilizar a MCS nos modelos de equilíbrio geral computável se faz desejável expressar as informações contidas na MCS equilibrada no formato de coeficientes das suas colunas.

Pode-se ter transações negativas na MCS e, portanto, coeficientes negativos. No entanto, entradas negativas podem trazer problemas quando se usam algumas técnicas de estimação, especialmente aquelas que utilizam logaritmos. A abordagem utilizada para solucionar esse problema consiste em tratar uma despesa negativa como uma receita positiva ou uma receita negativa como uma despesa positiva. Esse procedimento altera a soma das linhas e colunas, mas elas ainda serão iguais, obedecendo ao critério econômico de dupla entrada (ROBINSON; CATTANEO; EL-SAID, 2001).

A seguir é apresentado o método de *Cross Entropia* (CE) desenvolvido pelos autores e utilizado para a obtenção da MCS equilibrada. O problema de minimização é encontrar um conjunto de A e W que minimize a CE, incluindo erros nas variáveis.

⁴ A tradução desse termo foi feita de acordo com o Glossário Inglês-Português da Associação Brasileira de Estatística. Disponível em: <http://redeabe.org.br/glossario_SPEABE.pdf>

Conjuntos

i e j = contas da MCS

h = pesos do conjunto de suporte dos erros

Parâmetros

\bar{a}_{ij} = *prior* matriz de coeficientes da MCS

$g_{ij}^{(k)}$ = k-ésimo agregador da matriz

$\gamma^{(k)}$ = k-ésimo controle do total

n = número de elementos no conjunto w

\bar{v}_{ih}^* = valores de suporte de erros, incluindo limites

\bar{x}_i = valor fixo da soma da coluna

Variáveis

a_{ij} = matriz de coeficientes da MCS

e_i = variável de erro

I = medida de *Cross Entropia*

t_{ij} = transações da MCS

w_{ih} = pesos dos erros

y_i = soma da linha

$I(A, W: \bar{A}) =$

$$\left[\sum_i \sum_j a_{ij} \ln a_{ij} - \sum_i \sum_j a_{ij} \ln \bar{a}_{ij} \right] + \left[\sum_i \sum_h w_{ih} \ln w_{ih} - \sum_i \sum_h w_{ih} \ln 1/n \right] \quad \dots(9)$$

$$t_{ij} = a_{ij} (\bar{x}_i + e_i) \quad \dots(10)$$

$$y_i = \bar{x}_i + e_i \quad \dots(11)$$

$$e_i = \sum_h w_{ih} \bar{v}_{ih}^* \quad \dots(12)$$

$$\sum_j t_{ij} = \bar{x}_i + e_i \quad \dots(13)$$

$$\sum_i t_{ij} = y_i \quad \dots(14)$$

$$\sum_i a_{ij} = 1 \quad \text{e} \quad 0 < a_{ij} < 1 \quad \dots(15)$$

$$\sum_h w_{ih} = 1 \quad \text{e} \quad 0 < w_{ih} < 1 \quad \dots(16)$$

$$\sum_i \sum_j g_{ij}^{(k)} t_{ij} = \gamma^{(k)} \quad \dots(17)$$

A equação 9 representa a Minimização da CE de A (matriz de coeficientes da MCS, obtida pela divisão das células de cada coluna da MCS pelo total da soma das colunas) considerando-se que para toda \bar{A} existe um erro equivalente a W .

A equação 10 define a MCS. As transações da MCS t_{ij} (pagamento da conta coluna j para a conta linha i) são iguais à soma do valor fixo da soma da coluna i (\bar{x}_i) e da variável de erro (e_i) multiplicados pela matriz de coeficientes da MCS (a_{ij}).

A equação 11 apresenta a consistência da soma das linhas e das colunas da MCS. Assim, a soma da linha (y_i) é igual ao valor fixo da soma da coluna (\bar{x}_i) adicionado à variável de erro (e_i).

A equação 12 representa a definição do erro. A variável de erro (e_i) é igual ao somatório do produto dos pesos dos erros para as linhas e pesos (w_{ih}) multiplicados pelos valores de suporte dos erros incluindo seus limites (\bar{v}_{ih}^*).

A equação 13 apresenta a igualdade entre a soma da linha $\sum_j t_{ij}$ e o valor fixo da soma da coluna (\bar{x}_i) adicionado da variável de erro (e_i).

A equação 14 indica a igualdade entre a soma da coluna $\sum_i t_{ij}$ e a linha y_j na MCS.

A equação 15 indica que o somatório dos coeficientes-coluna da MCS (a_{ij}) será igual a 1, e que se encontram no intervalo entre 0 e 1.

A equação 16 indica que a soma dos pesos dos erros seja igual a 1 e, assim como (a_{ij}) seja maior que zero e menor que um. Por fim, a equação (17) representa as restrições adicionais ao problema de minimização da CE.

A conclusão de Robinson, Cattaneo e El-Said (2001) é que o método CE permite que uma ampla quantidade de informações seja usada de forma eficiente na estimação da nova MCS. Baseando-se na teoria da informação⁵, a abordagem de CE é eficiente em utilizar toda (e somente) a informação disponível na MCS original. A informação original utilizada pode

⁵ Para maiores detalhes sobre a origem da teoria vide os precursores Shannon (1948) e Theil (1967).

estar em formatos variados, incluindo desigualdades lineares e não-lineares, erros nas equações e erros de medida (utilizando-se variáveis de erro na formulação).

6.5 MEGC – BR2006

Os modelos são representações formais de uma ou mais teorias sobre as quais se está interessado. Modelos são abstrações, aproximações da realidade do fato observado por meio da simplificação de relações complexas do mundo real até que essas se tornem compreensíveis analiticamente e possam ser operacionalizadas (JOHNSTON et al., 1994).

Por que utilizar um modelo de equilíbrio geral computável nesta pesquisa? Simulações e análise de cenários por meio de modelagem econômica (como a aplicação de modelos de equilíbrio geral computável) representam uma das técnicas e alternativas para examinar os efeitos de políticas públicas e as mudanças institucionais e tecnológicas.

Os modelos de equilíbrio geral computável (PERSON e MUNASINGHE, 1995; CATTANEO, 2001, 2002, 2005; BASHAASHA, KRAYBILL e SOUTHGATE, 2001; BANERJEE e ALAVALAPATI, 2009; PATTANAYAK et al., 2009) podem ser utilizados para a análise de mudanças no uso agropecuário da terra. Foram utilizados para verificar efeitos de política econômica no uso agropecuário da terra no o bioma Amazônico do Brasil (CATTANEO, 2001, 2002, 2005). Assim, para o Cerrado o modelo de equilíbrio geral computável pode ser aplicado, visto que auxilia na identificação dos efeitos do emprego de tecnologia especificamente sobre a atividade da pecuária visto que possui relevância em termos de uso dos fatores de produção no bioma bem como na produção agropecuária da região.

Embora tenha aumentando a utilização de modelos de equilíbrio geral computável aplicado para o Brasil nos últimos anos, ainda predomina o uso de modelos que tratam o país como uma única região (SANTOS; FERREIRA FILHO, 2007). Ainda, poucos pesquisadores têm buscado modelar a interação entre uso agropecuário da terra e o desmatamento (BARNEJEE; ALAVAPATI, 2009).

Na presente tese é utilizado o modelo de equilíbrio geral computável para o Brasil, onde o setor agropecuário é regionalizado em:

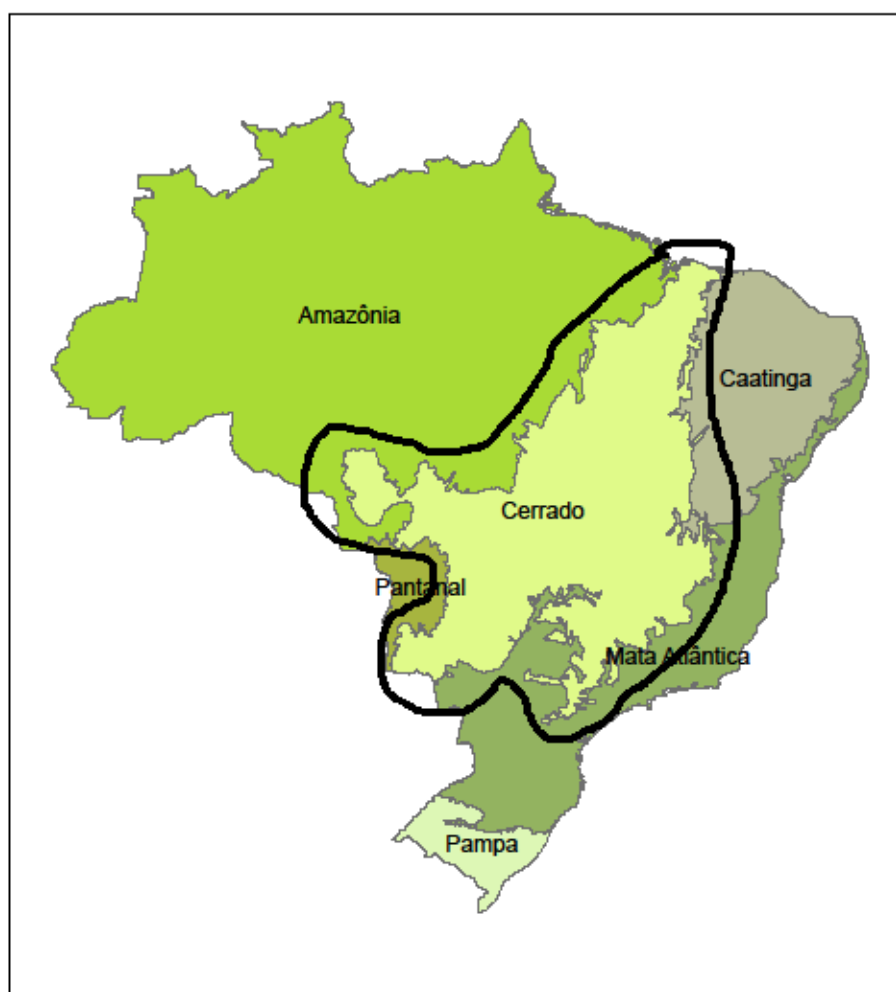
1. Cerrado
2. Amazônia
3. Nordeste

4. Sul/Sudeste

O modelo é aplicado com o intuito de analisar os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária sobre o uso agropecuário da terra do Cerrado brasileiro. Essa mudança pode afetar a pecuária e também as demais atividades agropecuárias, visto que a economia possui a característica de ser interligada pelos mercados de insumos e produtos, conforme se observa no fluxo circular da renda (Figura 8).

O mapa do Brasil por biomas é apresentado na Figura 9, na qual a região destacada é o Cerrado. Para completar a regionalização do Brasil em quatro, o restante do País é dividido em Amazônia – conforme a regionalização dos biomas do IBGE (2010) –, Nordeste e Sul/Sudeste (essas duas últimas, de acordo com a regionalização política do IBGE (2010)), excluindo-se as porções de Cerrado dos Estados das regiões Nordeste, Sul e Sudeste.

Figura 9 – Mapa da desagregação regional do setor agropecuário no modelo de equilíbrio geral computável



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

O modelo de equilíbrio geral computável aplicado está baseado no *Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS* (LOFGREN *et al.*, 2002), disponível em <<http://www.ifpri.org/publication/standard-computable-general-equilibrium-cge-model-gams-0>>. A versão padrão do MEGC publicada por Logfren *et al.* (2002) na página do IFPRI está disponível para o software GAMS. Assim, juntamente com Cattaneo (2002, 2004, 2005), Logfren *et al.* (2002) servem de ponto de partida para o modelo aplicado nesta pesquisa.

O modelo é não financeiro uma vez que não inclui explicitamente o mercado de ativos financeiros. Essa opção baseia-se no fato de que os tipos de simulação de cenários pretendidos (mudanças no emprego de tecnologia na pecuária) afetam de forma mais intensa o lado real da economia, tais como quantidades produzidas e consumidas ao invés de taxas de juros e inflação.

Na maioria das aplicações dos MEGC, os mercados e os preços representam os mercados atuais, sendo a moeda corrente do país (reais, no Brasil) utilizada como unidade de medida das transações realizadas na economia.

A separação entre atividades produtivas e *commodities* permite que cada atividade produza uma ou mais *commodities* e, também, que cada *commodity* possa ser produzida por mais de uma atividade (o exemplo aplicado está no Quadro 11).

Os dados que compõem a MCS são utilizados para definir os valores dos parâmetros no modelo, de forma que a solução base do MEGC seja exatamente a reprodução dos valores na MCS. Em outras palavras, a solução do modelo é ‘calibrada’ de acordo com a MCS, e tem a mesma desagregação (atividades, *commodities*, domicílios e outras) da matriz.

O MEGC padrão (LOFGREN *et al.*, 2002) detalha todos os pagamentos da MCS. O modelo é constituído por um conjunto de equações simultâneas, sendo parte delas são não lineares. Não existe função objetivo a ser otimizada (e sim condições derivadas do comportamento maximizador da utilidade e do lucro dos agentes econômicos demandantes e ofertantes). Portanto, as equações definem o padrão de comportamento dos diferentes agentes econômicos em determinada região ou país.

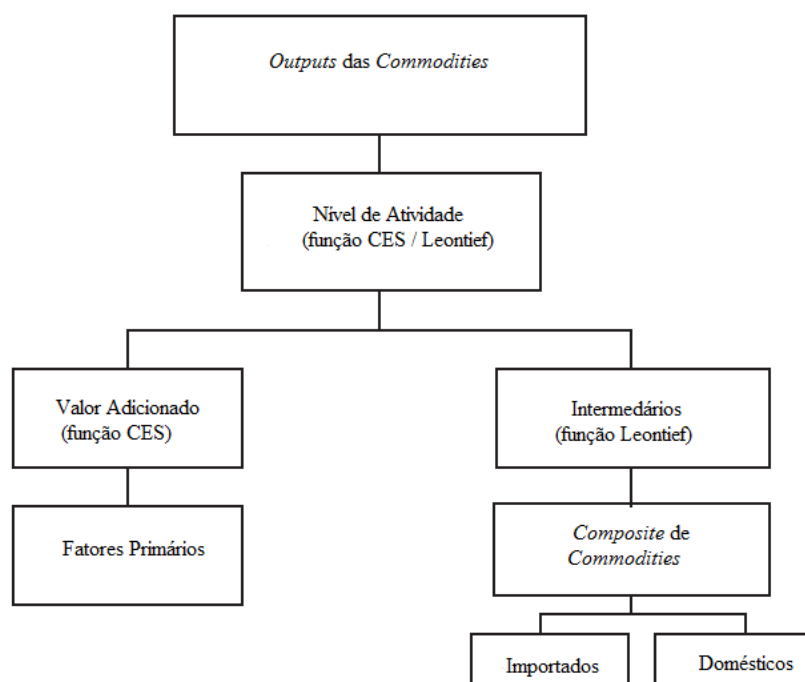
Para as decisões de produção e consumo, o comportamento é capturado por condições de otimização não lineares de primeira ordem (derivadas pela maximização dos lucros e da utilidade, respectivamente das firmas e do consumidor). Os produtores maximizam seus

lucros de acordo com as suas funções de produção (de elasticidade de substituição constante), e os domicílios maximizam sua utilidade com base na função Cobb-Douglas⁶.

O modelo ainda inclui equações que representam um conjunto de restrições que devem ser satisfeitas para a resolução do sistema, relacionadas aos mercados de fatores e *commodities*, agregados macroeconômicos (poupança e investimento), governo, conta corrente e resto do mundo (os blocos de equações são apresentadas no decorrer dessa seção).

No modelo cada produtor (representado por uma atividade) maximiza seus lucros, definidos pela diferença entre a receita obtida e o custo dos fatores de produção e insumos intermediários. Os lucros são maximizados sujeitos à tecnologia de produção, conforme a Figura 10.

Figura 10 – Tecnologia de Produção



Fonte: Lofgren *et al.* (2002)

⁶ A função Cobb-Douglas se refere ao modelo agregado de função da produção proposto pelos norte-americanos que a desenvolveram e a conferem seus nomes. Na função, o produto agregado Y é função dos insumos utilizados para a sua produção, por exemplo, capital e trabalho, no formato: $Y = AK^\alpha L^\beta$, onde A , α , β são constantes positivas. Se $\alpha + \beta = 1$ essa função possui retornos constantes de escala; se K e L são multiplicados por qualquer constante λ , então Y também será multiplicado por λ . A função de produção Cobb-Douglas também pode ser aplicada ao nível individual da firma. Com essa função de produção, uma firma que busca a minimização de custos depende a proporção equivalente a α do seu custo total em capital e a proporção β em trabalho. O termo função Cobb-Douglas também é frequentemente aplicado às funções utilidade e a funções com mais de duas variáveis. Se N é terra, a função de produção pode ser dada por $Y = AK^\alpha L^\beta N^\gamma$, onde γ é uma constante positiva e $\alpha + \beta + \gamma = 1$. Em uma função de utilidade no formato Cobb-Douglas, K e L são substituídos por níveis de consumo de dois bens, e assume-se que $\alpha + \beta < 1$. (BLACK, 2003).

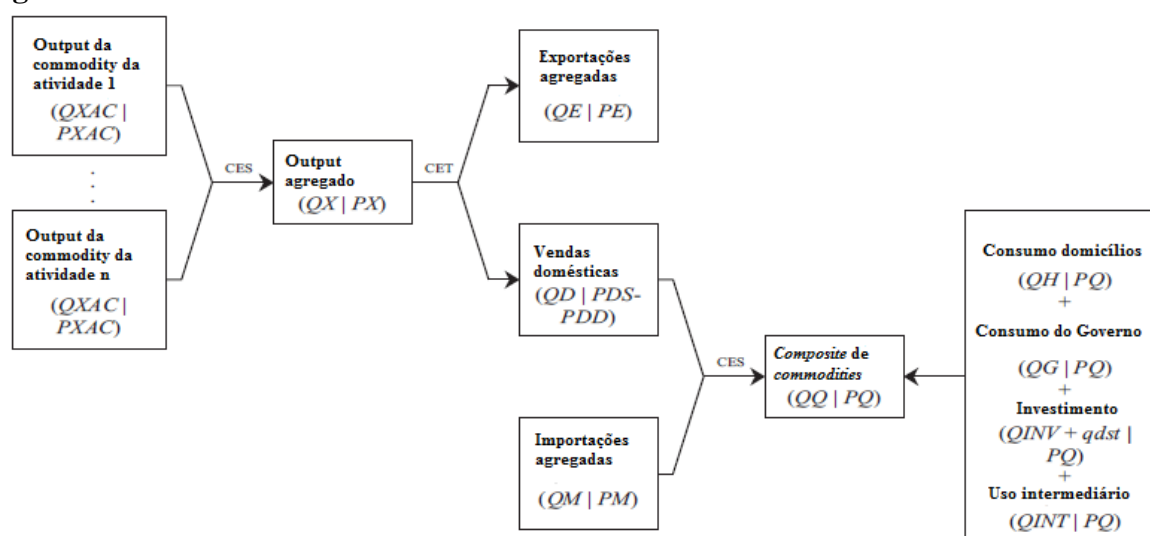
No primeiro nível da Figura 10 a tecnologia é especificada por uma elasticidade de substituição constante (CES) ou, alternativamente, por uma função Leontief das quantidades, valor adicionado e insumo intermediário agregado. A aplicação do tipo CES é preferível nos setores nos quais evidências empíricas sugerem que estão disponíveis tecnologias que permitem que o *mix* agregado tenha as proporções variadas do valor adicionado e dos insumos intermediários. O valor adicionado consiste em uma função CES dos fatores primários, e os insumos intermediários agregados consistem em uma função Leontief dos insumos intermediários desagregados. O detalhamento da função de produção CES pode ser visualizado no Apêndice 17.

Cada atividade produz uma ou mais *commodities* de acordo com coeficientes fixos. Conforme mencionado, uma *commodity* pode ser produzida por mais de uma atividade. O retorno da atividade é definido pelo nível de atividade, produtividade e preços das *commodities* ao nível do produtor. A quantidade ofertada de cada fator é fixa para o nível observado. O mercado de fatores é segmentado e cada atividade emprega a quantidade de fatores observada para o ano-base (esse fechamento é preferível para análises de curto prazo).

No MEGC as instituições são representadas pelos domicílios, firmas, governo, e o resto do mundo.

A Figura 11 indica os fluxos físicos para as *commodities*, juntamente com as variáveis quantidades e preços definidas nas equações do MEGC.

Figure 11 - Fluxos das *commodities* no mercado



Fonte: Lofgren *et al.* (2002)

Na Figura 11, o primeiro estágio do processo consiste na geração do agregado de produção doméstica a partir da produção pelas diferentes atividades de uma dada *commodity*. Esses produtos são substitutos imperfeitos, resultado de diferentes níveis de qualidade, localização geográfica das atividades que os produziram, dentre outros fatores. Assim, uma função CES é utilizada para refletir essa situação. A produção doméstica pode ser vendida no mercado ou consumida em casa.

A demanda pela produção de cada atividade é derivada do problema de minimização de custos do produtor dada uma quantidade de produto agregado sujeito à função CES. Os preços da *commodity* (específica da atividade que a originou) servem para equilibrar o mercado implícito para cada *commodity* desagregada oriunda da sua atividade.

No próximo estágio, o produto agregado (*output* agregado) doméstico é alocado entre exportações e vendas domésticas pressupondo-se que os ofertantes maximizam o retorno das vendas para o nível de produto agregado, sujeito à transformação imperfeita entre exportações e vendas domésticas, expressa por uma função CET. No mercado internacional, a demanda por exportações é infinitamente elástica em relação ao preço mundial. Se a *commodity* não é exportada, ela é enviada em sua totalidade ao mercado doméstico.

Quando alguma *commodity* é importada, o mercado doméstico demanda um *composite* da *commodity*, formado por importações e produto doméstico (portanto, os demandantes domésticos minimizam seu custo sujeito à imperfeita substitutabilidade, sendo também captado por uma função CES⁷). Os preços flexíveis equilibram a demanda e a oferta do produto doméstico.

A demanda doméstica (último retângulo da Figura 11) é composta pela soma da demanda de consumo dos domicílios, de consumo do governo, de investimentos, insumos intermediários e transações (comércio e transportes).

As atividades de produção agropecuária (vegetal e animal) são divididas por região, setor e tamanho da operação, sendo assim detalhadas, para atender ao foco desta pesquisa. Os tipos de mão-de-obra são subdivididos em qualificada e não qualificada para cada tipo de atividade. O setor agropecuário possui subdivisão de cada região adotada. São sete as instituições que fazem parte do modelo, quais sejam: domicílios urbanos (baixa e média renda), domicílios rurais (baixa e média renda), domicílio de alta renda, empresas e governo.

⁷ Essa função se refere à função de Armington, denominada depois de Paul Armington, o qual introduziu a substitutabilidade imperfeita entre importações e *commodities* domésticas nos modelos econômicos (ARMINGTON, 1969).

No modelo existe a especificação regional das tecnologias agropecuárias na forma de funções de produção de vários produtos. Então, cabe levar em consideração a facilidade (ou a dificuldade) dos produtores de mudarem o tipo de cultivo de um produto para outro. Essa abordagem é útil para a análise dos efeitos do emprego de uma tecnologia em determinada atividade agrícola. Para fins desta pesquisa é analisada a atividade pecuária no Cerrado brasileiro.

No Quadro 11, a seguir, são apresentadas as atividades e suas respectivas *commodities*, bem como os fatores de produção utilizados.

Quadro 11 – Atividades, produtos e fatores de produção (desagregação utilizada no modelo de equilíbrio geral computável)

AGREGAÇÃO	ATIVIDADE	COMMODITIES	FATORES DE PRODUÇÃO
Cerrado, Amazônia, Sul/Sudeste, Nordeste	Culturas Anuais	Feijão, milho, algodão, mandioca, arroz, soja, cana-de-açúcar, girassol, trigo, produtos da horticultura, outros produtos	Terra agricultável, trabalho rural não-qualificado, trabalho rural qualificado, capital agrícola
	Culturas Perenes	Cafê, cacau, outros produtos perenes	
	Pecuária	Carne bovina a pasto e confinada, aves, suínos, leite e outros produtos pecuários	Pastagens, trabalho rural não-qualificado, trabalho rural qualificado e capital agrícola
	Outra Agricultura	Outros produtos agrícolas	Terra agricultável, trabalho rural não-qualificado, trabalho rural qualificado, capital agrícola
	Produtos Florestais	Non-timber tree products, timber, terra desmatada para propósitos agrícolas	Terra florestada, trabalho rural não-qualificado, trabalho rural qualificado, capital agrícola
Nacional (a conexão regional é realizada por meio dos custos de transporte)	Processamento de alimentos	Alimentos processados	Trabalho urbano qualificado, trabalho urbano não-qualificado e capital urbano
	Mineração e óleo	Mineração e óleo	
	Indústria	Outros produtos industriais	
	Construção	Mineração e óleo	
	Comércio e Transporte	Outros produtos	
	Serviços	Serviços	

Fonte: Elaboração própria.

Como no Cerrado a maior parte do desmatamento ocorre em terras de propriedade privada (aproximadamente 90%, conforme o detalhamento do cálculo apresentado no Apêndice 2) – já que as terras foram concedidas a produtores rurais para ocupar e produzir na

parte central do país principalmente a partir da década de 1960, conforme apresentado anteriormente no Capítulo 2 –, o agente econômico que possui a terra a vê como um insumo para a produção agropecuária, onde as externalidades geralmente não são consideradas. O proprietário considera a possibilidade de conservação da terra quando as externalidades são totalmente consideradas.

A terra é (no modelo de equilíbrio geral computável) um fator de produção heterogêneo no setor agropecuário. As possibilidades produtivas de um dado hectare de terra dependem do tipo de solo, drenagem, declividade e clima. Essas características afetam a produtividade da cultura em face da aplicação de mão-de-obra e capital. Assim, o modelo de equilíbrio geral computável focado na agropecuária deve incorporar essas restrições na resposta da oferta que surge devido à heterogeneidade da terra. É possível capturar e incorporar o efeito dessas variáveis por meio da segmentação do mercado de terras de acordo com os tipos que podem ser utilizados em atividades similares. Por exemplo, arroz e milho podem ser substituídos se a terra for propícia, mas o produtor não poderá mudar de pastagem para cultivo de arroz ou milho naquela mesma terra. Isso resulta no fato de que as atividades podem ser desde ‘perfeitamente substitutas’ até ‘completamente não substitutas’. Diferentemente de trabalho e capital, a terra é geograficamente imóvel.

Como os tipos de terra são distintos (vegetação natural, lavouras e pastagens) e conforme as suas características possuem possibilidades produtivas diferenciadas, o modelo acompanha os estoques desses tipos de terra considerando a degradação biofísica que transforma lavouras em pastagens e pastagens em terras degradadas.

O desmatamento foi introduzido no MEGC como uma atividade econômica que produz terra limpa demandada pela conta Investimento. A demanda por terra desmatada é considerada perfeitamente elástica em relação ao preço pago aos desmatadores pelo valor do ativo diferencial entre terra nova limpa e terra com vegetação natural.

As formas de mudança tecnológica consideradas no modelo de equilíbrio geral computável para as simulações dos cenários de emprego de tecnologia na pecuária no Cerrado são as seguintes:

- Trabalho intensiva (aumenta a produtividade do trabalho);
- Capital intensiva (aumenta a produtividade do capital);
- Terra intensiva (aumenta a produtividade da terra);

- *Factor neutral* (inovação Hicks-neutral, ou seja, a mudança não afeta a proporção entre utilizada de capital e de trabalho na obtenção dos produtos de acordo com a função de produção).

A seguir são apresentados os conjuntos, os parâmetros, as variáveis e as equações do modelo de equilíbrio geral computável.

CONJUNTOS

A = atividades

C = *commodities*

F = fatores

FMIG = fatores interregionalmente móveis (FMIG \subset F)

I = instituições

HH = domicílios (HH \subset I)

T = tempo (anos)

PARÂMETROS

α^{TN} = participação do desmatamento ocorrido em terras próprias

$\alpha_{f,a}$ = fator de participação CES (Elasticidade Constante de Substituição)

α_C^{AC} = parâmetro de mudança para a agregação da *commodity*

α_C^C = parâmetro de mudança da função de Armington

$ashc_{a,c}$ = produtividade da *commodity* c por unidade da atividade a

α_a^d = parâmetro de mudança CES (Elasticidade Constante de Substituição)

α_C^T = parâmetro de mudança da função CET (Elasticidade Constante de Transformação)

α_C^X = constante do índice de preço Translog

$\alpha C_{a,c}^X$ = parâmetro de participação Translog

$b_{c,a}$ = matriz de composição do capital

$\beta_{a,c}^X$ = parâmetro da escala de produção

δ_C = parâmetro da participação da função de Armington

$\delta_{a,c}^{AC}$ = parâmetro de participação para a agregação da commodity

$dwtsc_c$ = pesos dos preços de venda domésticos

$econ_c$ = constante da demanda de exportação

η_c = elasticidade-preço da demanda de exportação

γ_c = parâmetro da participação da função CET (Elasticidade Constante de Transformação)

γ_{a,c_1,c_2}^X = parâmetro de transformação entre c_1 e c_2 para a atividade multi-produtos a

$gles_c$ = participações de consumo do governo

$io_{c,a}$ = coeficientes de insumo-produto

ir = taxa de juros

$itaxa_a$ = taxa de tributos indiretos na atividade

$itaxc_c$ = taxa de tributes indiretos na commodity

$kshr_a$ = participações do investimento por setor de destino

$make_{a,c}$ = coeficientes da *make matrix*

μ_a = taxa de transformação da terra de lavoura e pastagens

μ_g = taxa de transformação de pastagens em terras degradadas

ρ_c^C = expoente da função de Armington

ρ_a^P = expoente da função de produção CES (Elasticidade Constante de Substituição)

ρ_c^T = expoente da função CET (Elasticidade Constante de Transformação)

ρ_c^{AC} = expoente da função CET (Elasticidade Constante de Transformação)

$sremit_{hh}$ = participação das remessas

$strams_{hh}$ = participações das transferências do governo

$syenth_{hh}$ = participação da renda da empresa para os domicílios

$shif_{if}$ = participação do fator renda para as instituições

$sytr_{hh}$ = participação da renda dos domicílios transferida para outros domicílios

T = horizonte de planejamento para os valores da terra

te_c = taxas de tributos (+) ou subsídios (-) nas exportações

$shtax_{hh}$ = taxa de tributo dos domicílios

tm_c = percentual de tarifa de importação

$wfrat_{f_1, f_2}$ = razão salarial: mercados de fatores conectados

$ymap_{h, hh}$ = mapeamento de domicílio a domicílio

$zles_c$ = participação do investimento alocado por commodity

VARIÁVEIS

$ABSORB$ = absorção total

CD_c = demanda final por consumo privado

$DEPREC$ = despesa de depreciação total

DST_c = inventário do investimento por setor

DWG_{f_1, f_2} = diferencial de salários entre f_1 e f_2

EH_{hh} = consume dos domicílios

$ENTSAV$ = poupança da empresa

$ENTAX$ = retornos dos tributos da empresa

ESR = taxa de poupança da empresa

ETR = taxa de tributo da empresa

$EXPTAX$ = pagamentos de subsídios à exportação

EXR = taxa de câmbio (R\$ por USD)

$FBOR$ = empréstimo estrangeiro do governo

$FDSC_{f, a}$ = demanda por fator por setor

$FSAV$ = poupança estrangeira líquida

FS_f = oferta de fator

$FXDINV$ = investimento de capital fixo

$GDPVA$ = valor adicionado em preços de mercado

$GDTOT$ = consumo total do governo

GD_c = consumo desagregado do governo

$GOVGDP$ = proporção do governo em relação ao PIB

$GOVSAV$ = poupança do governo

GR = retorno do governo

$HGTR_{hh}$ = transferências do governo aos domicílios

$HREMIT$ = remessas

$HSAVTOT$ = poupança dos domicílios

$HTAX$ = retorno dos tributos dos domicílios

ID_c = demanda por investimento final

$ITAXACT$ = retorno de tributos indiretos à produção

$ITAXCOM$ = retorno de tributos indiretos dos impostos das venda

INT_c = usos intermediários

$INVEST$ = investimento total

$INVGDP$ = taxa de investimento em relação ao PIB

MPS_{hh} = propensão marginal a poupar por domicílio

PA_a = preços dos bens das atividades domésticas

PD_c = preço dos bens das *commodities* domésticas

PE_c = preço doméstico das exportações

$PINDDOM$ = índice de preços das vendas domésticas

PM_c = preço doméstico das importações

PQ_c = preço do *composite* de bens

PVA_a = preço do valor adicionado

PWE_c = preço mundial das exportações

PWM_c = preço mundial das importações

PX_c = preço médio do produto

$PXAC_{a,c}$ = preço da *commodity* c da atividade a

$PXACP_{a,c}$ = preço da *commodity* c produzida pela atividade a antes dos impostos

QA_a = produto da atividade doméstica

QD_c = vendas domésticas

QE_c = exportações

$QFCON_{f_1, f_2}$ = fator de conversão do fator f_1 para f_2

$QFMIG_f$ = migração líquida do fator f

QM_c = importações

QQ_c = oferta do *composite* de bens

QX_c = produto da *commodity* doméstica

$QXAC_{a,c}$ = produto domestic da *commodity* c na atividade a

$RGDP_c$ = PIB real

$SAC_{a,c}$ = participação da *commodity* c na atividade a

$SAVING$ = poupança total

$TARIFF$ = retorno das tarifas

$UESH_f$ = participação do fator f não empregado

WF_f = preço médio do fator

$WFAVG_f$ = preço médio do fator (com os pesos atuais)

$WFDIST$ = taxas proporcionais do preço do fator setorial

$YFCTR_f$ = renda do fator

YH_h = renda do domicílio

$YIF_{i,f}$ = proporção da renda do fator f para a instituição i

EQUAÇÕES DO MODELO

A seguir são apresentadas em blocos específicos as equações de preços, quantidades, rendas, despesas, oferta e demanda de fatores, migração e desemprego, bem como o fechamento macroeconômico.

Equações de Preços

As oito equações definem os preços no modelo de equilíbrio geral computável. Quanto às exportações e importações, assume-se que os preços mundiais são exógenos.

$$PM_c = PWM_c \cdot (1 + tm_c) \cdot EXR \quad \dots(18)$$

Nas duas partes da equação (18), o preço doméstico das importações e das exportações consistem no preço mundial multiplicado pela taxa de câmbio, com os preços das importações domésticas, também incluído o diferencial de preço expresso pela taxa de importação.

$$PE_c = PWE_c \cdot (1 - te_c) \cdot EXR$$

...(19)

Os preços do *composite* (conjunto) de produtos (importações e *commodities* produzidas domesticamente) são definidos conforme a média ponderada dos preços domésticos e dos preços das importações ajustados pela taxa de consumo (equação 19). Para cada *commodity*, o preço ao produtor agregado é a média ponderada das vendas domésticas e dos preços de exportação (equação 20).

$$PQ_c = \frac{(PD_c \cdot QD_c + PM_c \cdot QM_c) \cdot (1 + itaxc_c)}{QQ_c} \quad \dots(20)$$

O modelo faz distinção na equação 21 entre o preço pago por uma *commodity* (baseado no fato de ser preço ao produtor) e a inclusão de tarifas indiretas.

$$PX_c = \frac{PD_c \cdot QD_c + PE_c \cdot QE_c}{QX_c} \quad \dots(21)$$

O preço (líquido) pago por cada atividade (retorno da atividade por unidade) é função dos preços do produto e das *commodities* (equação 22).

$$PXAC_{a,c} = PXACP_{a,c} \cdot (1 + itaxac_{a,c}) \quad \dots(22)$$

$$\log(PA_a) = a_a^X + \sum a_a^X \cdot \log(PXACP_{a,c}) \beta_{a,c_1}^X \cdot \log(QA_a) + \frac{1}{2} \cdot \sum_{c_1, c_2 \in C} \gamma_{a,c_1,c_2}^X \cdot \log(PXACP_{a,c_1}) \cdot \log(PXACP_{a,c_2})$$

...(23)

A equação 23 apresenta os preços das atividades multi-produtos.

$$PVA_a = PA_a \cdot (1 - itaxa_a) - \sum_{c \in C} PQ \cdot io_{c,a} \quad \dots(24)$$

A equação determina os preços do valor adicionado por atividades.

$$PINDDOM = \sum_c dwts_c \cdot PD_c \quad \dots(25)$$

A equação 25 representa o índice de preços domésticos.

Equações de quantidades

As onze equações (26 a 36) estão relacionadas às quantidades de *commodities*, aos fatores de produção, e comércio internacional (este último somente *commodities*).

A equação 26 define a função de produção de elasticidade constante (CES) a qual, para cada atividade, determina a relação entre a quantidade produzida e o uso dos fatores de produção (terra, capital e trabalho).

$$QA_a = a_a^d \cdot \left[\sum_{f \in F} \alpha_{f,a} FDSC_{f,a}^{-\rho_a^p} \right]^{-1/\rho_a^p} \quad \dots(26)$$

A equação 27 consiste na função de demanda por fatores de produção (consumo intermediário) que derivam da condição de primeira ordem da maximização do lucro da equação 26.

$$FDSC_{f,a} = QA_a \cdot \left[\frac{\alpha_{f,a} \cdot PVA_a}{(D_a)^{\rho_a^p}} \right]^{\sigma_a^p} \quad \dots(27)$$

A equação 28 representa os usos intermediários com base nos coeficientes de insumo-produto com dependência da quantidade produzida domesticamente.

$$INT_c = \sum_{c,a} io_{c,a} QA_a \quad \dots(28)$$

A equação 29 define o produto agregado como uma função do produto desagregado por *commodity* produzida. Além do mapeamento padrão entre as atividades e as *commodities*, a equação 29 permite verificar a produção de múltiplas *commodities* para cada dada atividade.

$$QXAC_{a,c} = (SAC_{a,c} \cdot PA_a \cdot QA) / PXACP_{a,c} \quad \dots(29)$$

A equação 30 representa a participação da *commodity* c na atividade a .

$$SAC_{a,c_1} = ac_{a,c_1}^X + \beta_{a,c_1}^X \cdot \log(QA_a) + \sum_{c_2 \in C} \gamma_{a,c_1,c_2}^X \log(PXACP_{a,c_2}) \quad \dots(30)$$

A equação 31 define a demanda por *commodities* no nível nacional para a produção no nível regional.

$$QX_c = \alpha_c^{AC} \cdot \left[\sum_{a \in A} \delta_{ac}^{AC} QXAC_{ac}^{-\rho_c^{AC}} \right]^{-\frac{1}{\rho_c^{AC}}} \quad \dots(31)$$

A equação 32 consiste na condição de primeira ordem para a minimização do custo e captura a competição entre as múltiplas atividades (diferenciadas por tecnologias específicas) na produção de uma única *commodity*. Produtos de atividades diferentes são substitutos imperfeitos, uma aplicação da abordagem de Armington no ambiente doméstico (a abordagem de Armington é normalmente utilizada em estudos de comércio internacional).

$$QXAC_{a,c} = QX_c \cdot \left[\frac{\delta_{a,c}^{A,C} \cdot PX_c}{(\alpha_c^{AC})^{\rho_a^{AC}} \cdot PXAC_{a,c}} \right]^{\sigma_a^{AC}} \quad \dots(32)$$

A equação 33 fornece a função de elasticidade constante que transforma o produto doméstico em *commodities* para exportação e vendas domésticas.

$$QX_c = a_c^T \left[\gamma_c QE_c^{\rho_c^T} + (1-\gamma_c) QD_c^{\rho_c^T} \right]^{\frac{1}{\rho_c^T}} \quad \dots(33)$$

A equação 34 é derivada da maximização do lucro sujeita à equação 33, e a um nível fixo de produto doméstico define a oferta de exportação como função dos preços relativos.

$$QE_c = QD_c \left[\frac{PE_c(1-\gamma_c)}{PD_c \cdot \gamma_c} \right]^{\frac{1}{\rho_c^T - 1}} \quad \dots(34)$$

A equação 35 demonstra como as importações e o produto doméstico vendidos no mercado interno geram um *composite* de *commodities* que são demandadas pelos consumidores domésticos.

$$QQ_c = a_c^c \left[\delta_c QM_c^{\rho_c} + (1\delta_c) QD_c^{\rho_c} \right]^{1/\rho_c} \quad \dots(35)$$

A equação 36 fornece as funções de demanda das importações, em função dos preços relativos das importações e das *commodities* domésticas.

$$QM_c = QD_c \left[\frac{PD_c \cdot \delta_c}{PM_c (1\delta_c)} \right]^{1/(1+\rho_c)} \quad \dots(36)$$

Equações de Renda

São onze as equações que representam a renda no modelo. As instituições consideradas são os domicílios, o governo, a conta de poupança e investimento e o resto do mundo.

$$YFCTR_f = \sum_{a \in A} WF_f \cdot FDSC_{f,a} \cdot WFDIST_{f,a} \quad \dots(37)$$

Na equação 37, a renda dos fatores (função da demanda por fatores e preço dos fatores), é canalizada para os domicílios, assim como as remessas do exterior.

$$YIF_{i,f} = shif_{i,f} \cdot YFCTR_f \quad \dots(38)$$

A equação 38 representa a proporção da renda do fator f para a instituição i .

$$YH_{hh} = \sum_{LB} YIF_{lb} \cdot shif_{hh,f} + HREMIT_{hh} + HGTR_{hh} \quad \dots(39)$$

A equação 39 representa a renda do domicílio.

$$ITAXCOM = \sum_{c \in C} (PD_c \cdot QD_c + PM_c \cdot QM_c) \cdot itax_c \quad \dots(40)$$

A equação 40 consiste no retorno de tributos indiretos dos impostos das vendas.

$$INDTAX = \sum_{c \in C} itax_a \cdot PA_a \cdot QA_a \quad \dots(41)$$

A equação 41 representa os tributos indiretos por agregado de *commodities* na atividade *a*.

$$TARIFF = \sum_{c \in C} tmc_c \cdot PWM_c \cdot QM_c \cdot EXR \quad \dots(42)$$

A equação 42 determina o retorno das tarifas de importação das *commodities*.

$$HTAX = \sum_{hh \in HH} shtax_{hh} \cdot YH_{hh} \quad \dots(43)$$

A equação 43 representa o retorno dos tributos pagos pelos domicílios.

$$ENTAX = \sum_{ka \in F} sentax \cdot YIF_{ent, ka} \quad \dots(44)$$

A equação 44 indica os retornos dos tributos das empresas.

$$GR = HTAX + ENTAX + ITAXCOM + INDTAX + TARIFF \quad \dots(45)$$

A receita do governo é definida na equação 45 como a soma das receitas dos impostos dos domicílios, dos impostos indiretos e dos impostos de importação.

$$HSAVTOT = \sum_{hh \in HH} mpssr \cdot MPS_{hh} \cdot YH_{hh} (1 - shtax_{hh}) \quad \dots(46)$$

A equação 46 representa a poupança dos domicílios.

$$ENTSAV = \sum_{ka \in F} esr.YIF_{ent,ka} \cdot (1 - sentax) \quad \dots(47)$$

A equação 47 determina a poupança das empresas.

$$SAVING = HSAVTOT + ENTSAV + GOVSAV + FSAV.EXR \quad \dots(48)$$

A poupança total é definida na equação 48, e é composta pela poupança do governo, poupança externa e poupança domiciliar.

Equações de Despesas

Seis equações (49 a 54) descrevem o formato das despesas no MEGC.

$$GR = \sum_{c \in C} PQ_c.CD_c + GOVSAV + \sum_{hh \in HH} \overline{HGTR}_{hh} \quad \dots(49)$$

A equação 49 representa a despesa do governo.

$$EH_{hh} = (1 - shtax_{hh}) \cdot (1 - MPS_{hh} \cdot mpsr) \cdot YH_{hh} \quad \dots(50)$$

A equação 50 indica as despesas de consumo dos domicílios.

$$PQ_c.CD_c = \sum_{hh \in HH} cles_{c,hh} \cdot EH_{hh}$$

...(51)

A equação 51 indica que a demanda doméstica final é composta pelo consumo privado e pelo investimento. Para cada domicílio, o consumo é determinado por uma função do tipo Cobb-Douglas.

$$GD_c = gles_c \cdot GDTOT \quad \dots(52)$$

As equações 52 e 53 garantem que a demanda governamental e que a demanda por investimento sejam alocadas para as *commodities* em proporções fixas.

$$ID_c = zles_c.FXDINV \quad \dots(53)$$

A equação 54 determina o investimento total.

$$INVEST = \sum_{c \in C} PQ_c.(ID_c + DST_c) \quad \dots(54)$$

Relações de Oferta e Demanda de Fatores e de Migração

São doze as equações que descrevem a oferta e a demanda por fatores, bem com as relações de migração no MEGC.

$$FS_{f_1} = \overline{FS}_{f_1} + \sum_{a \in A} \mu_{a, f_1, f_2}.FDSC_{a, f_2} + \sum QFCON_{f_1, f_2} \quad \dots(55)$$

A equação 55 representa a oferta de fatores (sem migração), e inclui a transformação do fator em virtude de causas físicas e de conversão (como o desmatamento).

$$FS_f = \overline{FS}_f + QFMIG_f \quad \dots(56)$$

A equação 56 indica a oferta do fator com migração.

$$QFMIG_{f_1} = \sum_{f_2} (OUTMIG_{f_2, f_1} - OUTMIG_{f_1, f_2}) \quad \dots(57)$$

A equação 57 apresenta a migração líquida recebida por f_1 .

$$WFAVG_f = \frac{\sum_{a \in A} WF f.FDSC_{a, f} . WFDIST_{a, f}}{\sum_{a \in A} FDSC_{a, f}} \quad \dots(58)$$

A equação 58 apresenta o salário médio do fator.

$$WFAVG_{f_1} = wfrat_{f_1, f_2} \cdot (1 + DWG_{f_1, f_2}) \cdot WFAVG_{f_2} \quad \dots(59)$$

Para mercados ‘conectados’, os salários são restritos de acordo com a equação 59.

$$DWG_{f_1, f_2} \geq dwt_{f_1, f_2} \left[OUTMIG_{f_1, f_2} \geq 0 \right] \quad \dots(60)$$

A equação 60 indica que a migração ocorre quando o diferencial de salários excede determinado limite.

$$\sum_{f \in FMIG} QFMIG_f = 0 \quad \dots(61)$$

A equação 61 representa a conservação da oferta total dos fatores (dos que estão ‘conectados’ por meio da conversão ou migração).

$$\sum_{f_1, f_2 \in FCON} QFCON_{f_1, f_2} = 0 \quad \dots(62)$$

A equação 62 apresenta a conservação da oferta total dos fatores (dos que estão ‘conectados’ por meio da conversão ou migração).

$$FS_f = \sum_{a \in A} FDSC_{a, f} \quad \dots(63)$$

A equação 63 determina o equilíbrio no mercado de fatores (plenamente empregados).

$$FS_f \geq \sum_{a \in A} FDSC_{a, f} \left[WF_f \geq wf_f^{\min} \right] \quad \dots(64)$$

A equação 64 apresenta o equilíbrio do mercado de fatores (potencialmente não empregados).

$$UESH_f = \frac{\left[FS_f - \sum_{a \in A} FDSC_{a, f} \right]}{FS_f} \quad \dots(65)$$

A equação 65 indica a proporção do fator f não utilizada.

$$PX_{def} = \frac{WFAVG_{ar}^n}{i + \mu_a} [1 - e^{-(i+\mu_a)T}] + \frac{WFAVG_{gr}^n}{i + \mu_g} [1 - e^{-(i+\mu_g)T}] - \frac{WFAVG_{gr}^n}{i + \mu_a + \mu_g} [1 - e^{-(i+\mu_a+\mu_g)T}] - \alpha \frac{WFAVG_{for}^n}{i} \dots(66)$$

A equação 66 representa a demanda por desmatamento que produz terra agricultável. e expressa o preço para terra agricultável sendo determinada pelos retornos, afetados pela degradação da terra.

Fechamento Macroeconômico

Para o fechamento macroeconômico do MEGC seis equações são incluídas na modelagem, são elas:

$$QQ_c = INT_c + CD_c + GD_c + ID_c + DST_c \dots(67)$$

A equação 67 representa a condição de equilíbrio para os mercados do *composite* de commodities: assume-se que a oferta é igual à soma das demandas finais. Os preços flexíveis das *composite* das commodities garantem que essa condição será satisfeita.

$$\sum_{c \in C} PM_c \cdot QM_c = \sum_{c \in CE} PE_c \cdot QE_c + FSAV + \sum_{hh \in HH} HREMIT_{hh} \dots(68)$$

A equação 68 especifica a condição de equilíbrio para o balanço de pagamentos.

$$ABSORB = \sum_{c \in C} PQ_c (CD_c + ID_c + GD_c + DST_c) \dots(69)$$

A absorção é definida na equação 69 como a soma das demandas finais (investimento, gastos governamentais e consumo). Essa definição é complementada pela equação 71 que determina que os valores nominais do investimento sejam uma proporção fixa da absorção, e pela equação 70 – que de forma similar determina o gasto do governo.

$$\overline{GOVABS} = \frac{\sum_{c \in C} PQ_c \cdot GD_c}{ABSORB} \quad \dots(70)$$

$$\overline{INVABS} = \frac{\sum_{c \in C} PQ_c \cdot ID_c}{ABSORB} \quad \dots(71)$$

$$SAVING = INVEST$$

...(72)

Finalmente, a equação 72 define a condição final do fechamento macroeconômico, impondo a igualdade entre o valor total da poupança e o do investimento.

O modelo é operacionalizado utilizando-se o software GAMS (*General Algebraic Modeling System*) do Banco Mundial e o PATH *solver* contido no mesmo.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos para que seja atendida a questão de pesquisa e o objetivo geral. Os três primeiros objetivos específicos são atendidos nos Capítulos 2, 3, 4 e 5. Os enfoques abordados no Capítulo 7 são os resultados para os dois últimos objetivos específicos propostos na Introdução.

Primeiramente na seção 7.1 é apresentada a MCS macroeconômica para o Brasil utilizada para o fechamento macroeconômico e dos seus agregados, nas restrições do MEGC. A seção 7.2 contém a MCS elaborada para ilustrar a economia brasileira em 2005 (de acordo com os setores da MIP). As seções 7.3 e 7.4, respectivamente, contêm o cenário atual, e os efeitos do emprego de tecnologia na pecuária no Cerrado.

7.1 MCSMACRO-2005

Nesta seção é apresentada a Matriz de Contabilidade Social (MCS) Macroeconômica agregada para o Brasil. O ano de 2005 é escolhido visto que pode ser compatibilizado com o nível de preços do ano base (2006) para fins de equiparação com o Censo Agropecuário 2006, utilizando no modelo de equilíbrio geral computável.

A MCSMACRO (MCS Macroeconômica) é apresentada em milhões de reais (R\$ 1.000.000). As respectivas fontes de dados são apresentadas no Quadro 12 e MCSMACRO no Quadro 13.

Quadro 12 – Fontes de dados da MCSMACRO – Matriz de Contabilidade Social Macroeconômica (Brasil 2005)

LINHA	COLUNA	FONTE	DESCRIÇÃO
Atividades	<i>Commodities</i>	Contas Nacionais 2005 (IBGE)	Venda da produção a preços ao produtor calculada a partir do produto interno bruto
<i>Commodities</i>	Atividades	Contas Nacionais (IBGE)	Consumo intermediário
<i>Commodities</i>	Domicílios	Contas Nacionais (IBGE)	Consumo dos domicílios (preços de mercado)

<i>Commodities</i>	Governo	Contas Nacionais (IBGE)	Despesa total do governo, incluindo os salários
<i>Commodities</i>	Poupança e Investimento	Contas Nacionais (IBGE)	Investimento total (inclui variação de estoques)
<i>Commodities</i>	Resto do Mundo	Contas Nacionais (IBGE)	Receita total de exportação (FOB) (inclui as tarifas de exportação)
Trabalho	Atividades	Contas Nacionais (IBGE)	Componente trabalho no valor adicionado, a custo de fatores
Capital	Atividades	Contas Nacionais (IBGE)	Componente capital no valor adicionado, a custo de fatores
Firmas	Capital	Calculado	Lucro bruto das empresas formais
Domicílios	Trabalho	Residual	Salários dos setores público e privado
Domicílios	Firmas	Residual	Lucros distribuídos. Igual à renda dos empreendimentos formais menos impostos do empreendimento, renda retida e depreciação
Domicílios	Governo	IMF/IFS	Transferências do governo para os domicílios privados. Pagamentos de seguridade social mais pagamentos de juros aos credores domésticos
Domicílios	Resto do Mundo	IMF/IFS	Rendas enviadas ao exterior. Remessas líquidas dos trabalhadores.
Governo	Tarifas Diretas	Contas Nacionais (IBGE)	Tarifas diretas que os domicílios e as firmas pagam ao governo
Governo	Tarifas Indiretas	Estimado	Recebimentos do governo oriundos de receita de tarifas indiretas. Igual à tarifa sobre produtos mais tarifas de importação menos subsídios de exportação
Governo	Tarifas de Importação	Contas Nacionais (IBGE)	Impostos sobre produtos importados

Governo	Subsídios	Contas Nacionais (IBGE)	Subsídios pagos pelo governo às atividades e <i>commodities</i>
Tarifas Diretas	Firmas	Contas Nacionais 2005 (IBGE); Tabela 20 - Receita tributária	IRPJ, Contribuição social sobre lucro de pessoa jurídica e outros impostos sobre a renda e a propriedade
Tarifas Diretas	Domicílios	Contas Nacionais 2005 (IBGE); Tabela 20 - Receita tributária	Impostos sobre a renda e sobre a propriedade
Tarifas Indiretas	Atividades	Contas Nacionais 2005 (IBGE); Tabela 20 - Receita tributária	Outros impostos sobre produtos, contribuições sobre a folha de pagamento, outras taxas sobre a produção, como contribuições ambientais
Tarifas Indiretas	<i>Commodities</i>	Contas Nacionais 2005 (IBGE); Tabela 20 - Receita tributária	Impostos sobre produtos. Composto por taxas por unidade de produto e impostos interestaduais (IPI + ICMS)
Tarifas Indiretas	Trabalho	Contas Nacionais 2005 (IBGE); Tabela 20 - Receita tributária	Contribuições aos institutos oficiais de previdência, FGTS e PIS/PASEP; Contribuições previdenciárias do funcionalismo público
Tarifas de Importação	<i>Commodities</i>	Contas Nacionais 2005 (IBGE); Tabela 20 - Receita tributária	Tarifas sobre importação de produtos
Subsídios	Atividades	Contas Nacionais (IBGE)	Subsídios às atividades
Subsídios	<i>Commodities</i>	Contas Nacionais (IBGE)	Subsídios às <i>commodities</i>
Poupança e Investimento	Firmas	Estimado	Lucros retidos mais depreciação
Poupança e Investimento	Domicílios	Estimado	Poupança privada
Poupança e Investimento	Governo	Estimado	Poupança do governo. Despesa do governo menos receita do governo. Essa célula ajusta o total do consumo do governo nos totais da linha e coluna
Poupança e Investimento	Resto do Mundo	Residual	Entrada líquida de capital. Essa célula garante o balanço entre a disponibilidade de divisas e as importações de bens e serviços

Resto do Mundo	<i>Commodities</i>	Contas Nacionais (IBGE)	Importações
----------------	--------------------	-------------------------	-------------

Fonte: Resultados da pesquisa com base nas fontes citadas.

No Quadro 13, por exemplo, a célula destacada em rosa representa a venda da produção do país a preços ao produtor, calculado a partir do Produto Interno Bruto (PIB), e equivale a 3.786.683 milhões de reais. O consumo intermediário agregado no Brasil é representado pela célula em azul no mesmo quadro equivalente a 1.944.430 milhões de reais.

Quadro 13 – MCSMACRO do Brasil no ano de 2005 (em milhões de reais)

RECEITAS/ DESPESAS	Atividades	Commodities	Trabalho	Capital	Firmas	Domicílios	Governo	Tarifas diretas	Tarifas indiretas	Tarifas de importação	Subsídios	Poupança e investimento	Resto do Mundo	Total
Atividades		3.786.683												3.786.683
Commodities	1.944.430					1.295.004	427.553					347.976	324.067	4.339.030
Trabalho	961.315.5													961.316
Capital	855.512													855.512
Firmas				855.512										855.512
Domicílios			775.210		479.646		321.774						(52.176)	1.524.453
Governo								205.722	511.729	8.897	(4.109)			722.239
Tarifas diretas					76.186	129.536								205.722
Tarifas indiretas	27.976	297.647	186.106											511.729
Tarifas de importação		8.897												8.897
Subsídios	(2.550)	(1.559)												(4109)
Poupança e investimento					299.680	99.913	(27.088)						(24.529)	347.976
Resto do Mundo		247.362												247.362
Total	3.786.683	4.339.030	961.316	855.512	855.512	1.524.453	722.239	205.722	511.729	8.897	(4.109)	347.976	247.362	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Conforme descrito na seção 5.1 a MCS apresenta em um conjunto de contas unificado, e consiste em uma ilustração do fluxo circular de uma economia de mercado. Em contraste à tabela de insumo-produto, a MCS é uma matriz quadrada (as somas das linhas e colunas correspondentes devem ser iguais). É característica da MCS o fato de que cada linha e cada coluna refletem uma conta separada, e nas quais as despesas e as receitas devem ser idênticas (princípio da dupla entrada). Os fluxos nominais são representados pelas linhas (receitas) e pelas colunas (despesas). O Quadro 13 traz a MCS macroeconômica, onde as entradas representam os agregados macroeconômicos, conforme apresentado no Quadro 12.

7.2 MCS-BRASIL2005

Nesta seção é apresentada a Matriz de Contabilidade Social elaborada para ilustrar a economia brasileira em 2005, detalhada por atividades e as *commodities* conforme publicado na Matriz de Insumo-Produto do IBGE. A MCS-BRASIL2005 já apresenta o detalhamento do setor agropecuário a partir dos dados fornecidos na Matriz Insumo-Produto (conforme as Contas Nacionais do IBGE).

Quadro 14 – MCS a partir dos dados da Matriz Insumo-Produto 2005: Agropecuária (milhões de reais)

RECEITAS/ DES P E S A S	A_AGRIC	A_PEC	A_ALIBEB	A_MNPET	A_INDUST	A_CONST	A_TRANTE	A_SVC	C_CAFE	C_MILHO	C_RICE	C_MANDC	C_SUGAR	C_SOJA	C_LEITE	C_BOVSU	C_AVES	C_FLORSILV	C_OTRAG	C_PRCAFE	C_PRGRAIN	C_PRCARL
A_AGRIC									7397	7238	5368	3709	12545	23584	2163	2854	54	9266	39653	312	4393	1099
A_PEC									224	2882	222	206	241	628	10096	28829	11009	236	10746		110	6348
A_ALIBEB																				6927	17809	82725
A_MNPET																						19
A_INDUST																						19
A_CONST																						6
A_TRANTE																						
A_SVC														34		12		9	87			
C_CAFE	162	25	3582																			
C_MILHO	814	4601	6035					52														
C_RICE	1006	111	4515																			
C_MANDC	1803	256	1296					25														
C_SUGAR	205	41	8397		4715																	
C_SOJA	1784	61	16955																			
C_LEITE		215	10126																			
C_BOVSU	84	944	24696		183			33														
C_AVES			11194		0			142														
C_FLORSILV	1583	259	438		7385			12														
C_OTRAG	3219	3272	15493		7294			2517														
C_PRCAFE			1264	1	12	62	337	1062														
C_PRGRAIN	1		5410		17			1964														
C_PRCARLT			12453		4483			8397														
C_PROLEOV	1175	13725	18261	12	1078			1090														
C_PROTR	364	1590	17204		1441		134	29638														
C_MNPET	294	1415	100	6839	101826	2443		79														
C_INDUST	35521	8863	27478	24200	594527	64747	85762	134832														
C_CONST			108	1483	1544	3758	218	19690														
C_TRANTE	2168	343	9509	10951	30629	1041	33997	16352	1110	2040	727	227	136	6638	582	1443	509	301	11658	1064	3958	21610
C_SVC	2231	1179	11597	18071	82248	5404	57649	278629														
labor	41350	27991	26097	10451	159369	39001	157700	499358														
cap	28996	6461	23092	34283	183719	50448	134789	393725														
hhall																						
ent																						
gov																						
Dirtax																						
IndTx	682	449	2000	619	9817	773	5328	8308	558	120	0	112	436	738	780	2728	476	675	3766	474	2449	7971
Tariffs																		24	44		2	27
Exptax																						
Subsid	-761	-4	-3	0	-344	-5	-626	-807	0	-829	-546								-185			
CapAcc																						
Inven																						
ROW										148	16			171		27	12	712	3334	4	465	810
Total	122681	71796	257296	106910	1189943	167672	475288	1395097	9289	11600	5788	4255	13358	31793	13621	35892	12059	11223	69103	8781	29205	120614

C_PROLEO	C_PROTR	C_MINPET	C_INDUST	C_CONST	C_TRANTR	C_SVC	labor	cap	hhall	ent	gov	Dirtax	IndTx	Tariffs	Exptax	Subsid	CapAcc	Inven	ROW	Total		
171	1880	128	838		16	13															122681	
			19																		71796	
53192	91200		4851	81	279	232															257296	
15		105131	1462	27	67	189															106910	
29	10163	3468	1174637	196	87	1338															1189943	
				166736		936															167672	
	4		877	1	463741	10665															475288	
2	122	2	4094		13735	1377000															1395097	
									648										-591	6110	9289	
									37										-867	316	11600	
									874										119		5788	
									0											1	4255	
									12												13358	
									3280											134	12847	31793
									910								8618	262	163		35892	
									700									2	21		12059	
									797								402	193	154		11223	
									32632								3144	-255	1788		69103	
									4913									133	997		8781	
									22009									-365	169		29205	
									74339									7	20935		120614	
									15897									83	10625		61945	
									89728									1017	20612		161727	
									395									2288	30470		146150	
									400194								180290	3687	181429		1741530	
									0								144663	944			172408	
4380	32130	7030	231658	-48	296	1539			63095											6897	503970	
									584544			427553								5011	29591	1503708
																					961316	
																					855512	
							775210			479646	321774									-52176	1524454	
							855512														855512	
												205722	511729	8897		-4109					722239	
									129536	76186											205722	
3260	21288	1961	162495	5237	11015	71110	186106														511729	
64	175	9	8552																		8897	
																					0	
																					-4109	
									99913	299680	-27088										-24529	347976
																	5847				5847	
832	4765	28421	152047	178	14734	40686															247362	
61945	161727	146150	1741530	172408	503970	1503708	961316	855512	1524453	855512	722239	205722	511729	8897		-4109	347976	5847	247362		14697159	

Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações da MCSMACRO-2005, MIP – Contas Nacionais, IBGE e FMI.

O Quadro 14 apresenta a MCS construída a partir das informações da MCS-MACRO (conforme as fontes de dados apresentadas no Quadro 13) e das informações da Matriz Insumo-Produto (MIP) elaborada e divulgada pela Coordenação de Contas Nacionais da Diretoria de Pesquisas do IBGE. A periodicidade da publicação é quinquenal, e para compatibilizar com as informações do último Censo Agropecuário brasileiro de 2006 elaborado e divulgado pelo mesmo órgão, são utilizadas as informações do ano de 2005 (atualizadas ao nível de preços de 2006).

A MIP sistematiza os dados para 55 atividades e 110 *commodities* englobando todos os setores da economia. Em face do enfoque dado nesta pesquisa ao setor agropecuário, o setor industrial não relacionado à agropecuária e o de serviços foram reagregados com a finalidade de simplificação da análise das informações.

Da mesma forma que no Quadro 14, as células destacadas em azul representam a produção ao nível de preços do produtor das *commodities*, ao passo que as células em rosa indicam o consumo intermediário de cada *commodity* pela atividade na linha.

7.3 Cenário Atual

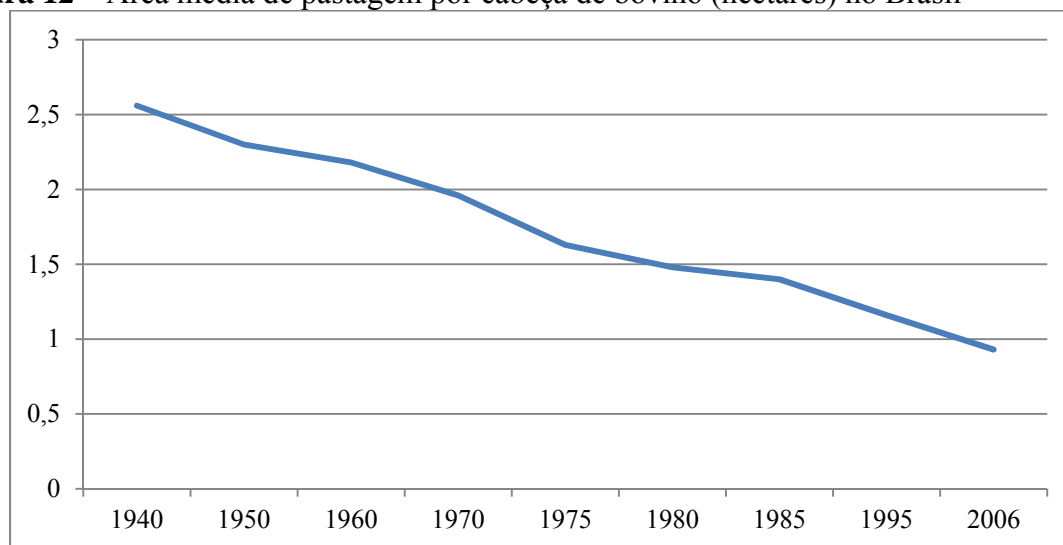
Nesta seção são discutidos os principais resultados que ilustram o cenário atual do setor agropecuário nas quatro regiões propostas, com ênfase para o Cerrado, pecuária e bovinocultura de corte.

Inicialmente discute-se a evolução do efetivo de bovinos e, mais especificamente das principais mudanças ocorridas de 1996 para 2006, de acordo com as informações dos censos agropecuários. Em seguida, chega-se nos bovinos abatidos e os bovinos confinados nas mesmas regiões. A bovinocultura de corte representa aproximadamente 83% do uso agropecuário da terra para pastagens. No entanto, ressalta-se que os demais tipos de produção animal são também relevantes para a região do Cerrado, porém menos intensivos no uso agropecuário da terra como fator de produção (pastagens), foco desta pesquisa.

No gráfico da Figura 4 (Capítulo 4), observa-se a evolução do número de cabeças do rebanho bovino brasileiro de 1970 a 2006. Em 1970 o efetivo bovino brasileiro era de aproximadamente 80 milhões de cabeças. Atualmente esse número dobrou. No entanto, o uso agropecuário da terra para pastagens plantadas e naturais, apresentada no gráfico da Figura 3, continua praticamente o mesmo – aproximadamente 150 milhões de hectares (detalhado por unidades da federação no Quadro 4, Capítulo 4).

A alteração ocorrida foi da proporção de pastagens plantadas e naturais no total de pastagens. Em 1970 eram 30 milhões de hectares de plantadas e 120 milhões de hectares naturais. Já em 2006, de acordo com as informações do último censo agropecuário, o uso da terra em pastagens plantadas é de 120 milhões de hectares, sendo que as pastagens naturais reduzidas à metade do que eram em 1970. Em outras palavras, de 1970 para 2006 a relação entre pastagens plantadas e naturais foi invertida.

Figura 12 – Área média de pastagem por cabeça de bovino (hectares) no Brasil



Fonte: Resultados da pesquisa a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

Quando se observa a Figura 12 nota-se que a área média de pastagem por cabeça bovina a partir de 1940 até os dias de hoje vem sendo reduzida. Essa informação aliada ao aumento do efetivo bovino observado no gráfico da Figura 4 pode indicar que além do aumento das áreas de pastagens plantadas e da redução das pastagens naturais (Figura 4), houve emprego de tecnologias na atividade pecuária de corte que aceleraram a inversão dessa relação (vide Anexo 1 para informações complementares). Cabe ressaltar que o emprego de tecnologia varia de acordo com as especificidades de cada região brasileira, bem como com o tamanho da propriedade rural e a sua importância (para cada propriedade rural) na combinação de atividades praticadas. Bowman (2005), Cezar *et al* (2005) e Barioni (2009) indicam que o emprego de tecnologia na pecuária de corte influenciou a produção de ruminantes no Brasil – informações dos autores corroboradas pelos dados empíricos dos censos agropecuários 1996 e 2006.

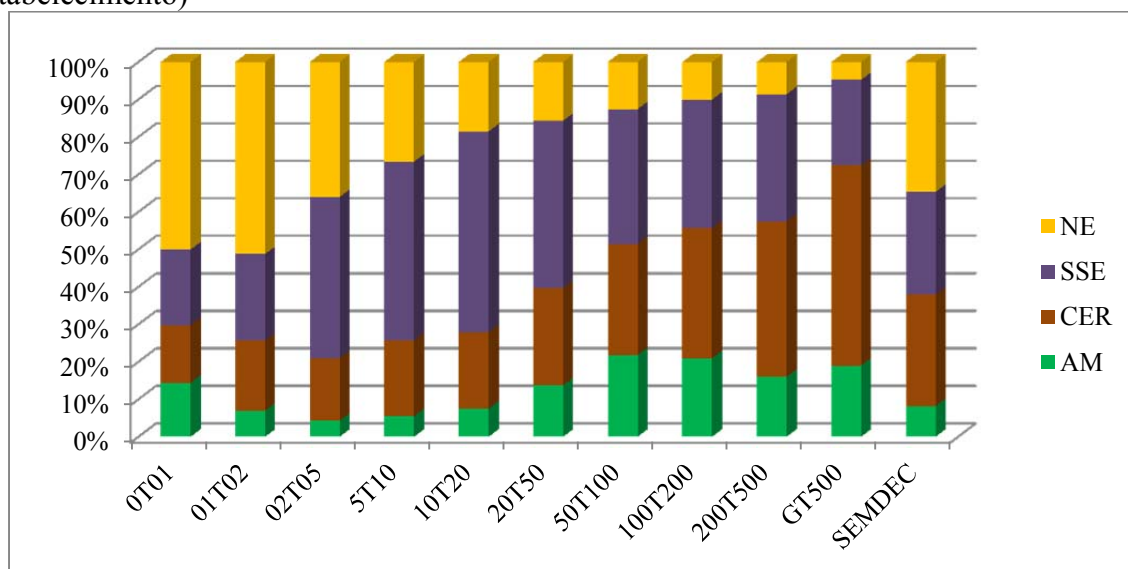
Os apêndices 15 e 16 apresentam, respectivamente, as características dos abates bovinos nas unidades da federação (peso vivo e rendimento de carcaça). Na literatura citada

constam os demais índices zootécnicos. Nesta pesquisa são estes dois os indicadores aplicados para o cálculo do VBP de bovinos, e, portanto apresentados nos Apêndices.

7.3.1 A Bovinocultura de Corte

De acordo com as informações do Censo Agropecuário 2006, a maior produção de bovinos de corte está no Cerrado brasileiro conforme pode ser observado na Figura 13 onde são apresentados os bovinos abatidos por região brasileira e também por tamanho de estabelecimento rural.

Figura 13 – Bovinos abatidos em 2006 (participação por região brasileira e tamanho de estabelecimento)



Fonte: Resultados da pesquisa a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

O Quadro 15 ilustra o número de cabeças de bovinos abatidas em 2006. Constatase que do total abatido, 43,5% é oriundo da região do Cerrado brasileiro. O número total de abates no Brasil em 2006 de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE é de aproximadamente 35,5 milhões de cabeças. Quando comparados com os dados do Anualpec e outras fontes, como a Confederação Nacional da Agricultura esse número pode chegar até 46 milhões para o mesmo ano (ANUALPEC, 2009). Essa diferença pode ocorrer devido aos abates clandestinos ou mesmo ao método e alcance de coleta dos dados do censo agropecuário, dentre outras questões metodológicas. No entanto, por se tratar de censo agropecuário, consideram-se os dados censitários como corretos e usados para análise em trabalhos científicos.

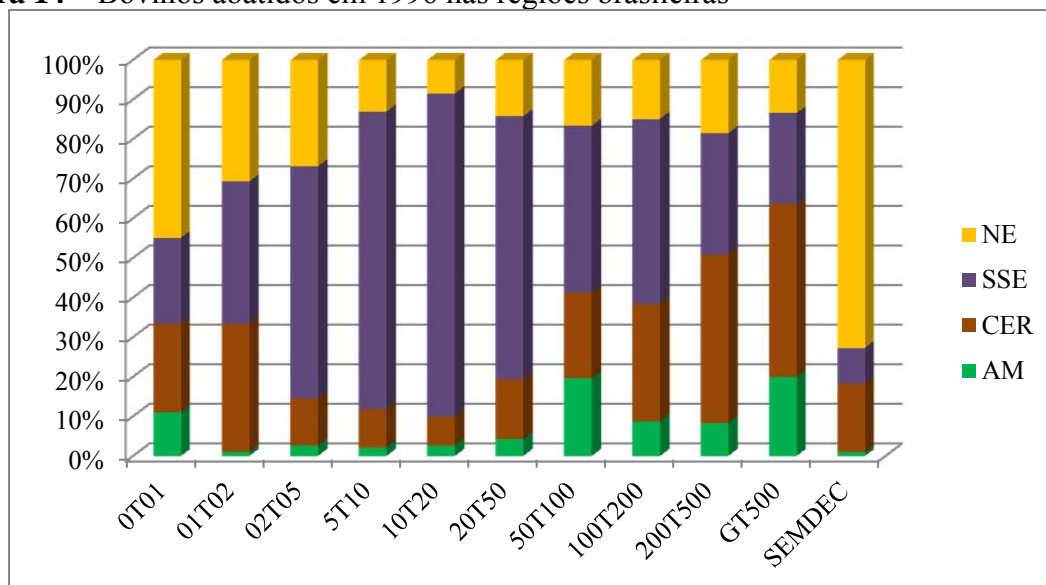
Quadro 15 - Bovinos Abatidos nas regiões brasileiras em 1996 e 2006

Regiões	2006		1996	
	Cabeças de Bovinos Abatidas	% Total	Cabeças de Bovinos Abatidas	% Total
AM	6.287.345	17,69	161.782	10,90
CER	15.474.499	43,53	405.717	27,33
SSE	10.679.955	30,04	695.107	46,83
NE	3.105.298	8,74	221.668	14,93
<i>BRASIL</i>	<i>35.547.098</i>	<i>100</i>	<i>1.484.274</i>	<i>100</i>

Fonte: Resultados da pesquisa com base nos Censos Agropecuários (IBGE, 1996, 2006).

Quando se compara o abate bovino do ano de 2006 com as informações do censo agropecuário anterior (1996) constata-se que houve mudanças muito significativas quanto ao número de cabeças abatidas, e também mudanças das principais regiões produtoras de bovinos de corte no Brasil de uma década para outra. A participação do Cerrado aumentou tanto em termos relativos quanto absolutos conforme destacado no Quadro 15. Ainda, apenas 1,5 milhões de cabeças foram abatidas em 1996. Comparando-se com o ano de 2006, esse número equivale à metade do abate bovino ocorrido na região Nordeste nesse último ano.

Em termos de tamanho dos estabelecimentos agropecuários, a Figura 14 indica que as regiões da Amazônia e do Cerrado concentram os abates de bovinos principalmente nas propriedades maiores. Já nas regiões Sul/Sudeste e Nordeste, os abates são menos concentrados nas propriedades com mais de 500 hectares.

Figura 14 – Bovinos abatidos em 1996 nas regiões brasileiras

Fonte: Resultados da pesquisa a partir de informações do Censo Agropecuário 1996 (IBGE).

A Figura 4 e o Quadro 13 apresentam os bovinos abatidos no Brasil em 2006 oriundos de confinamentos. O IBGE passou a incluir essa classificação de bovinos somente a partir do último censo agropecuário (2006), razão pela qual não é possível comparar os valores censitários de 1996 com os atuais, conforme anteriormente realizado. De acordo com as informações de 2006, o Cerrado concentra a maior parte do rebanho bovino de corte confinado, equivalente a 60% do total de 4 milhões de cabeças. Em seguida, a região Sul/Sudeste possui o segundo maior rebanho de bovinos confinados, equivalente a 28% ou 1,1 milhões de cabeças.

Quadro 16 – Bovinos confinados no Brasil em 2006

Regiões	Bovinos Confinados (cabeças)	% Total
AM	323.986	8,00
CER	2.418.600	59,73
SSE	1.151.214	28,43
NE	155.485	3,84
Brasil	4.049.285	100

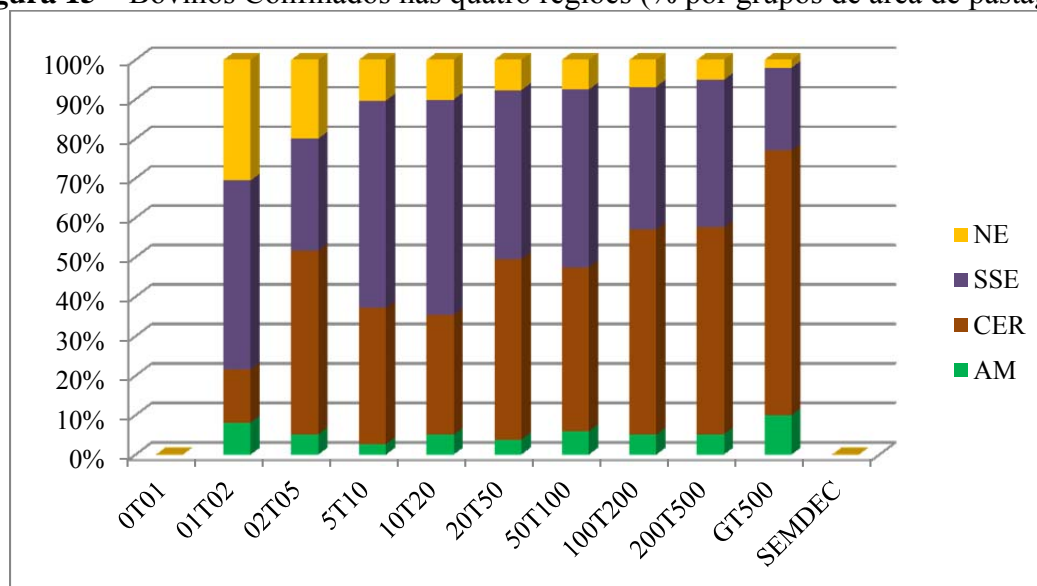
Fonte: Resultados da pesquisa com base no Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

De acordo com o Quadro 16, o Cerrado é a região que concentra o maior rebanho de bovinos de corte confinados no país, aproximadamente 60%, equivalentes a 2,4 milhões de cabeças.

A pecuária de corte no Brasil tem passado por diversas fases: criação extensiva em pastagens nativas, seguindo-se a criação em áreas cultivadas e, finalmente, a participação da

pecuária intensiva que tem aumentando nos últimos anos (FERREIRA; FERREIRA; EZEQUIEL, 2004).

Figura 15 – Bovinos Confinados nas quatro regiões (% por grupos de área de pastagem)



Fonte: Resultados da pesquisa com base no Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

Conforme se verifica no gráfico da Figura 15, o maior número de cabeças de bovinos confinados encontra-se nos estabelecimentos agropecuários superiores em área a 100 hectares. A concentração ainda é maior nos estabelecimentos acima de 500 hectares na Amazônia e no Cerrado.

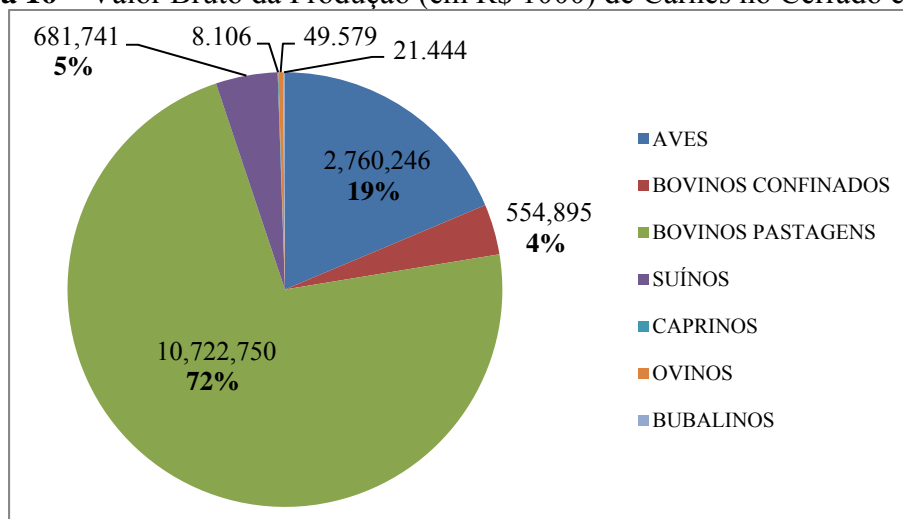
O Quadro 17 a seguir traz o Valor Bruto da Produção de Carnes na Amazônia, Cerrado, Sul/Sudeste e Nordeste, bem como para o Brasil.

Quadro 17 – Valor Bruto da Produção (VBP) de carnes em 2006 (em R\$ 1000) nas quatro regiões adotadas na pesquisa

TIPO	Amazônia R\$1000 (%Brasil)	Cerrado R\$1000 (%Brasil)	Sul/Sudeste R\$1000 (%Brasil)	Nordeste R\$1000 (%Brasil)
Carne Bovina (pastagens)	4.747.507 (19,3)	10.722.750 (43,5)	7.003.857 (28,4)	2.182.992 (8,9)
Carne Bovina (confinamentos)	46.359 (5,0)	554.895 (59,8)	298.132 (32,1)	28.504 (3,1)
Aves	362.033 (3,4)	2.760.246 (26,1)	5.708.697 (54,1)	1.717.356 (16,3)
Suínos	216.369 (6,4)	681.741 (20,1)	2.199.566 (65,0)	288.689 (8,5)
Ovinos	18.841 (4,3)	49.579 (11,3)	144.224 (32,9)	226.187 (51,5)
Caprinos	1.382 (1,9)	8.106 (11,0)	3.680 (5,0)	60.186 (82,0)
Bubalinos	114.071 (67,4)	21.444 (12,7)	27.628 (16,3)	5.996 (3,5)

Fonte: Resultados da pesquisa com base no Censo Agropecuário 2006 (IBGE), Anualpec (2009) e EMBRAPA (2011).

Por meio da análise do VBP de carnes se pode constatar a importância que a produção de carne bovina (em pastagens) tem no Brasil e, também, para o próprio Cerrado brasileiro. Mudanças tecnológicas aplicadas aos sistemas de produção de bovinos no Brasil e, mais especificamente, no Cerrado brasileiro podem desencadear mudanças na configuração das atividades agropecuárias, bem como nas demais, e em função da sua interdependência com um ou mais fatores de produção comuns (tais como a terra de uso agropecuário).

Figura 16 – Valor Bruto da Produção (em R\$ 1000) de Carnes no Cerrado em 2006

Fonte: Resultados da pesquisa com base no Censo Agropecuário 2006 (IBGE), Embrapa e Anualpec (2009).

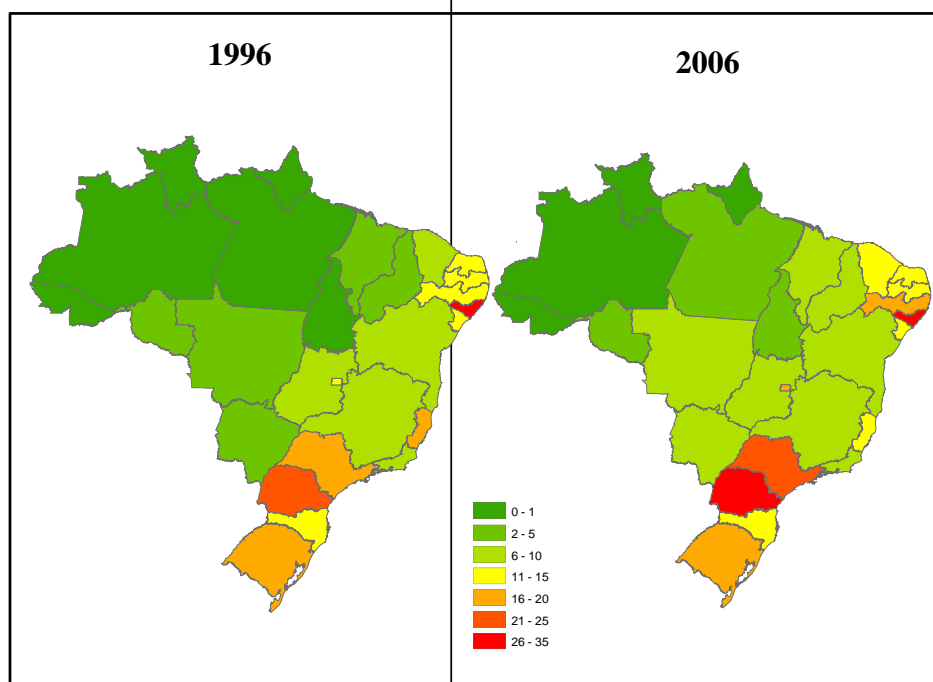
A Figura 16 apresenta especificamente o valor bruto da produção das carnes para o Cerrado, podendo ser visualizada a participação de cada uma no total do VBP de carnes do Cerrado para o ano de 2006. De forma agregada, o VBP de bovinos (pastagens e confinados) é equivalente a 76% do total de carnes produzida em 2006 no Cerrado, sendo as segunda e terceira posições ocupadas pela produção de carnes de aves e suína, respectivamente.

7.3.2 Uso agropecuário da terra no Brasil

Nesta seção são apresentadas mudanças gerais no uso agropecuário da terra nos últimos dois censos agropecuários (1996 e 2006) nos estados brasileiros. As Figuras 17, 18 e 19 apresentam as participações sobre a área total dos estados brasileiros, respectivamente, das lavouras, das pastagens plantadas e das pastagens totais.

Os intervalos na legenda dos mapas das Figuras 17 a 19 representam as faixas %, de acordo com cada cor apresentada nos estados do mapa brasileiro.

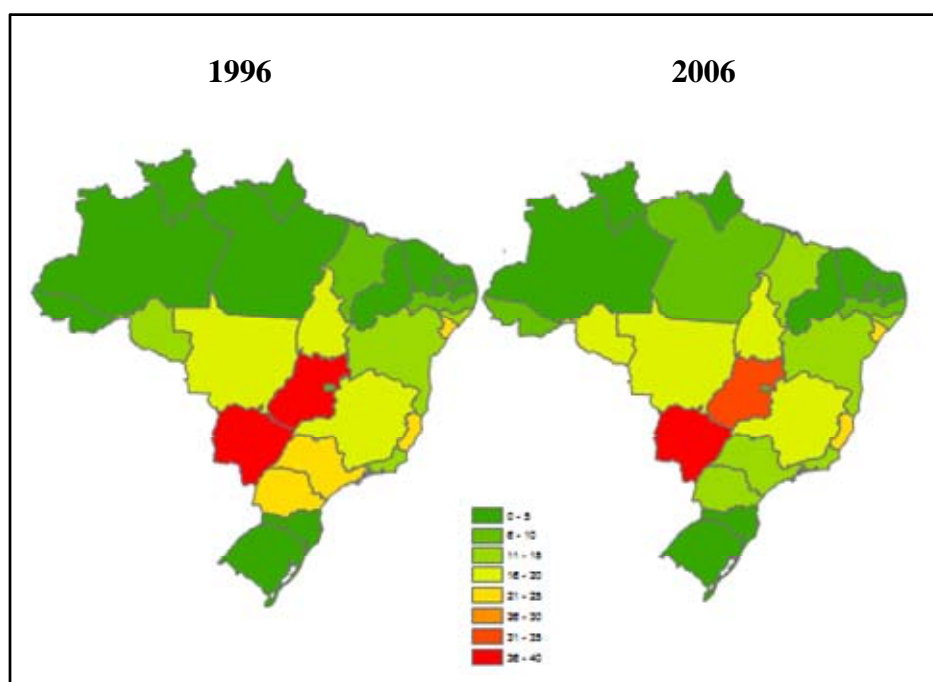
Figura 17 – Participação (%) das Lavouras na Área Total dos estados brasileiros (1996 e 2006)



Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 1996 e 2006 (IBGE)

De acordo com a Figura 17 pode ser observado o aumento da participação do uso agropecuário da terra para lavouras (anuais e perenes) na área total dos estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Tocantins e estados da região Sudeste e o Distrito Federal. Segundo os dados de 2006, os estados do Paraná e de São Paulo são os que possuem a maior participação, sendo equivalente ao intervalo 26-35%.

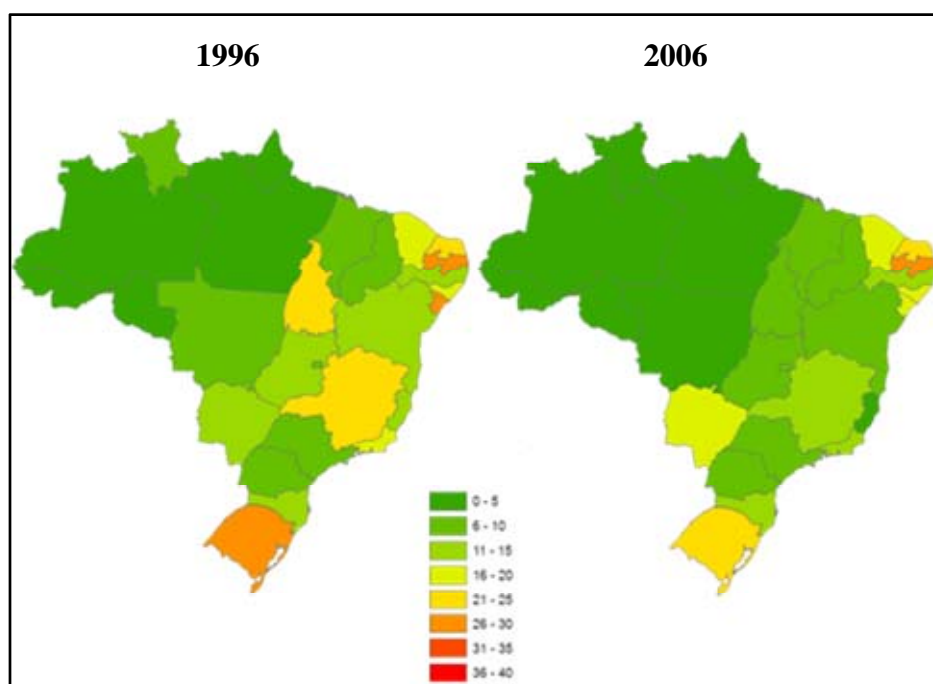
Figura 18 – Participação (%) das pastagens plantadas na área total (1996 e 2006)



Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 1996 e 2006 (IBGE)

Na Figura 18 constata-se o aumento da participação das pastagens plantadas na área total nos estados do Pará e de Goiás. Houve decréscimo nos estados do Paraná e de São Paulo, o que pode estar relacionado com a elevação da participação das lavouras nos mesmos estados, de acordo com a Figura 17.

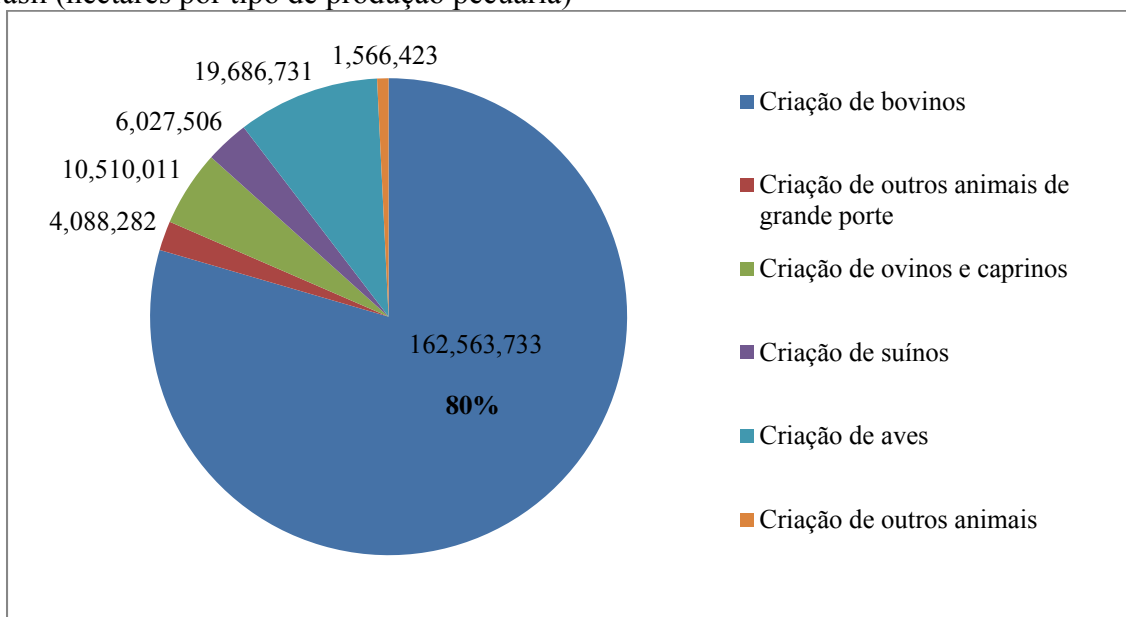
Figura 19 – Participação (%) das pastagens naturais na área total (1996 e 2006)



Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 1996 e 2006 (IBGE)

O percentual de pastagens naturais aumentou somente no estado do Mato Grosso do Sul de 1996 para 2006, segundo ilustrado pela Figura 19. No restante das unidades da federação ficou mantida a mesma faixa de participação (ou até mesmo redução) nos casos dos estados de Mato Grosso, Goiás, Tocantins e regiões Sul e Sudeste.

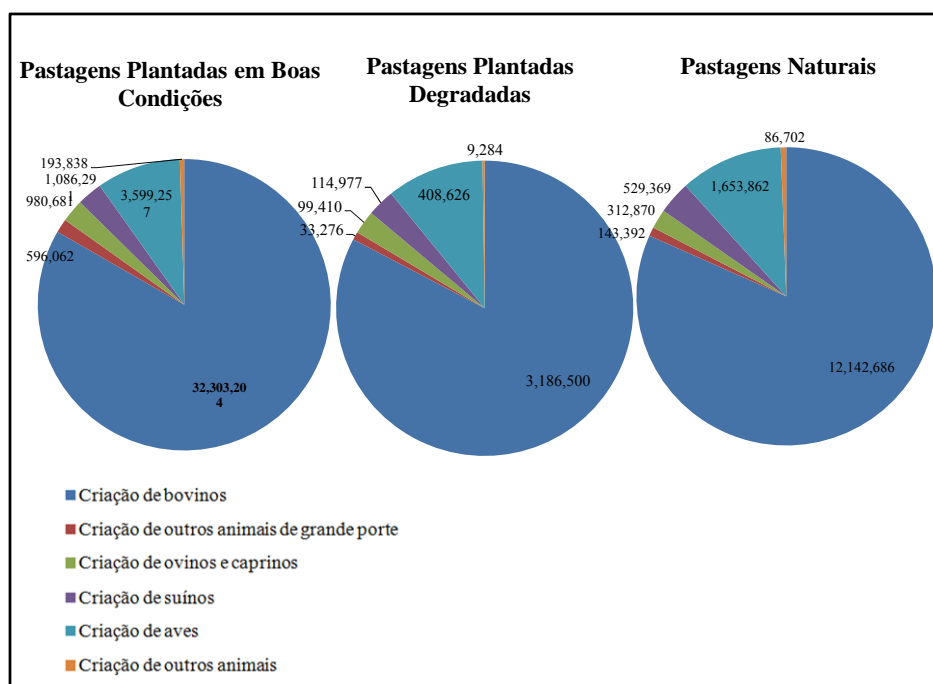
Figura 20 – Área dos estabelecimentos agropecuários utilizada para pecuária em 2006 no Brasil (hectares por tipo de produção pecuária)



Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

Observa-se que aproximadamente 80% da área total destinada à produção animal é utilizada para bovinos no Brasil (Figura 20).

Figura 21 – Pastagens no Cerrado brasileiro em 2006 por tipo e atividade pecuária (hectares)



Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

A Figura 21 apresenta o uso agropecuário da terra para a produção animal no Cerrado brasileiro, confirmando o mesmo padrão de uso brasileiro (três tipos de estados das pastagens conforme categorias do Censo Agropecuário 2006). A totalidade dessas pastagens é de aproximadamente 57,5 milhões de hectares, sendo a bovinocultura de corte a atividade mais demandante em uso da terra, equivalente a 47,6 milhões de hectares (83% total).

Quadro 18 – Área Colhida dos principais produtos vegetais (hectares)

Produtos	AM	NE	CER	SSE	BRASIL	% CER (total Brasil)
Soja	2.615.779	372.959	<u>6.026.987</u>	7.002.336	<u>16.018.061</u>	37,6
Milho	1.166.138	3.004.634	<u>2.853.386</u>	5.054.532	<u>12.078.690</u>	23,6
Arroz	525.006	82.003	<u>658.064</u>	1.061.449	<u>2.326.522</u>	28,3
Girassol	8.449	3.109	<u>7.573</u>	13.460	<u>32.591</u>	23,2
Algodão	136.849	41.504	<u>605.613</u>	17.960	<u>801.926</u>	75,5
Cana-de-açúcar	175.235	4.084.649	<u>2.685.074</u>	1.601.702	<u>8.546.660</u>	31,4
Feijão	269.524	2.948.413	<u>496.497</u>	904.435	<u>4.618.869</u>	10,7
Cacau	47.768	443.813	<u>109</u>	14.154	<u>505.844</u>	0
Café	133.148	100.878	<u>1.033.181</u>	1.238.310	<u>2.505.517</u>	41,2
Produtos da horticultura e floricultura (total)	1.426.079	887.467	<u>2.310.493</u>	1.780.157	<u>6.404.196</u>	36,1

Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 1996 e 2006 (IBGE)

A partir da análise combinada dos resultados apresentados nos Quadros 18 e 19 se constata que as principais *commodities* de origem vegetal de relevante participação no Cerrado são, em ordem de participação decrescente de VBP, algodão, cana-de-açúcar e soja. Outra forma de abordagem pode ser feita combinando a área colhida e o VBP das

commodities para o Cerrado brasileiro. Diante desse critério absoluto, a produção e área colhida de soja estão em primeiro lugar na produção vegetal da região.

Quadro 19 – Valor Bruto da Produção⁸ (VBP) dos principais produtos vegetais (hectares)

Produtos	AM	NE	CER	SSE	BRASIL	% CER (total Brasil)
Soja	2.818.432	726	<u>6.824.021</u>	7.672.297	17.315.476	<u>39,4</u>
Milho	1.075.949	1.228.033	<u>3.282.222</u>	5.731.733	11.317.937	<u>29,0</u>
Arroz	444.459	218.553	<u>712.22</u>	2.650.186	4.025.418	<u>17,7</u>
Girassol	6.067	469	<u>6.911</u>	10.676	24.123	<u>28,6</u>
Algodão	671.438	26.783	<u>2.475.800</u>	42.671	3.216.692	<u>77,0</u>
Cana-de-açúcar	1.071.198	3.233.363	<u>10.188.879</u>	5.204.899	19.698.339	<u>51,7</u>
Feijão	144.146	2.230.342	<u>575.208</u>	741.431	3.691.127	<u>15,6</u>
Cacau	129.801	599.985	-	26.88	756.666	-
Café	184.329	373.176	<u>1.822.971</u>	6.185.059	8.565.535	<u>21,3</u>

Fonte: Resultados da pesquisa com base em informações do Censo Agropecuário 1996 e 2006 (IBGE)

Os principais resultados dessa pesquisa indicam que a ocupação do Cerrado ocorreu devido a diversos fatores, sendo os principais o emprego de tecnologia, os investimentos em capital e o conhecimento específico aplicado à agricultura a fim de promover a expansão agropecuária de forma mais intensiva. Os fatores que afetam a mudança no uso agropecuário da terra no Cerrado consistem na combinação de grãos geneticamente melhorados e pastagens plantadas, bem como a política governamental que induziu a ocupação da região do Cerrado. No cenário atual da pecuária de corte na região destaca-se a importância da bovinocultura de corte, responsável por 70% do valor bruto da produção de carnes da região (incluindo a produção em pastagens e em confinamentos). O principal uso agropecuário da terra na região é destinado à bovinocultura, quatorze vezes superior à área colhida

⁸ Todos os dados do VBP da agropecuária para o ano de 2006 estão no Apêndice 18.

(apresentada no Quadro 18) das culturas de soja, milho e cana-de-açúcar somadas (11,55 milhões de hectares), no Cerrado.

O emprego de tecnologia na pecuária e mais especificamente na bovinocultura de corte afeta o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro, e de acordo com os resultados apresentados, é muito provável que continue influenciando a atividade agropecuária como um todo na região e provoque mudança na configuração da produção agropecuária atual. Dentre os principais desafios e limitações em termos de coleta de dados na produção animal (mais especificamente para o cálculo do Valor Bruto da Produção) enfrentados nessa pesquisa se refere às decisões e opção de qual (quais) fontes de dados utilizar. Optou-se pelo Censo Agropecuário para todas as variáveis disponíveis por ser a publicação oficial, utilizando-se informações complementares quando necessário.

7.4 Efeitos do emprego de tecnologia na pecuária no Cerrado

No período de 1975 a 2005, ocorreu um conjunto significativo de transformações setoriais e macroeconômicas (GASQUES; BASTOS; BACCHI, 2008). As Figuras 22 e 23, dos mesmos autores, indicam que houve o crescimento do produto agropecuário (valor bruto da produção – VBP, conforme tratado nesta pesquisa) e também da produtividade. Na atividade pecuária e na bovinocultura de corte, mais especificamente, também ocorreram incrementos nesse sentido, e que são decorrentes do emprego de tecnologia – maior detalhamento corroborado por Martha Jr., Alves e Contini (2011), no Anexo 1.

A obtenção de estimativas da PTF para a agricultura é importante, dada a relação entre produtividade e crescimento, e também como elemento de mensuração do desempenho do setor.

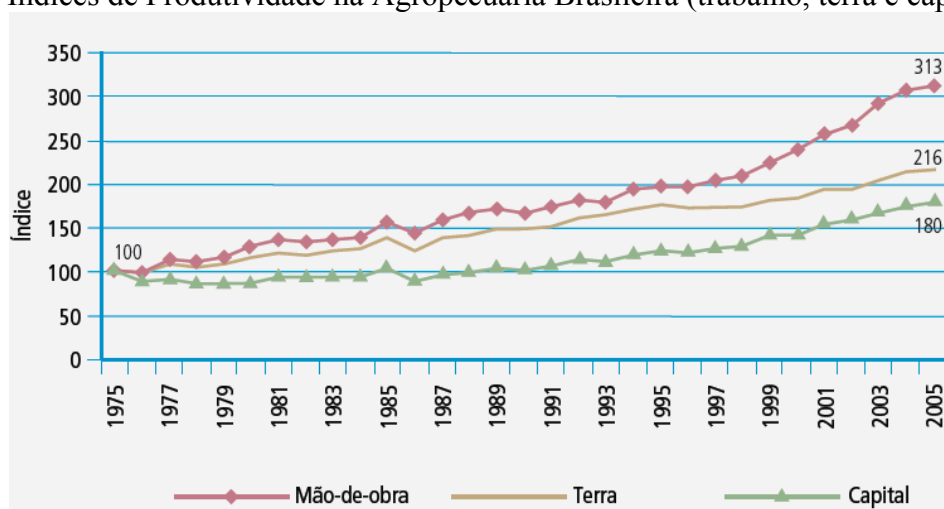
Figura 22 - Taxas de Crescimento na Agropecuária

	1975-2005	1980-1989	1990-1999	2000-2005
	Taxa anual de crescimento (%)			
Crescimento do produto	3,50	3,38	3,01	5,99
Fontes de crescimento do produto				
Insumos	0,96	1,49	0,35	2,03
Produtividade do trabalho	3,56	3,20	3,11	5,81
Produtividade do capital	2,38	1,28	3,14	4,67
Produtividade da terra	2,59	2,64	2,06	3,26
PTF	2,51	1,86	2,65	3,87

Fonte: Gasques, Bastos e Bacchi (2008)

Na Figura 22 pode ser observada que a produtividade da terra aumentou a sua participação na taxa anual de crescimento da agropecuária desde 1975, passando a ser de 3,26% no período 2000-2005.

Figura 23 - Índices de Produtividade na Agropecuária Brasileira (trabalho, terra e capital)



Fonte: Gasques, Bastos e Bacchi (2008)

O Quadro 20 indica o grau de substituição das commodities em cada atividade para as tecnologias dessas últimas. Os intervalos das elasticidades de substituição apresentados correspondem a baixa (0,1 a 0,3), baixa-média (0,7 a 0,9), média (1 a 2), média-alta (2 a 4) e alta (4 a 8).

Quadro 20 – Grau de substituição entre as *commodities* agropecuárias

TECNOLOGIA	COMMODITY 1	COMMODITY 2	SUBSTITUTABILIDADE
Produção de Culturas Anuais	Milho	Arroz, Feijão	Baixa
	Milho	Mandioca	Baixa - Média
	Milho	Cana-de-açúcar, Soja, Produtos da Horticultura e Outros Produtos das Culturas Anuais	Média - Alta
	Arroz	Feijão	Baixa
	Arroz	Mandioca	Baixa - Média
	Arroz	Cana-de-açúcar, Soja, Produtos da Horticultura e Outros Produtos das Culturas Anuais	Média - Alta
	Feijão	Mandioca	Baixa - Média
	Feijão	Cana-de-açúcar, Soja, Produtos da Horticultura e Outros Produtos das Culturas Anuais	Média - Alta
	Mandioca	Cana-de-açúcar, Soja, Produtos da Horticultura e Outros Produtos das Culturas Anuais	Média
	Cana-de-Açúcar	Soja, Produtos da Horticultura e Outros Produtos das Culturas Anuais	Alta
	Produtos da Horticultura	Outros Produtos das Culturas Anuais	Média - Alta
Produção de Culturas Perenes	Cafê	Cacau	Alta
	Cafê	Outros Produtos das Culturas Perenes	Média
	Cacau	Outros Produtos das Culturas Perenes	Média - Alta
Produção Animal	Produtos Pecuários	Leite	Média
	Frango	Produtos Pecuários, Leite	Média - Alta
Produção Florestal	Terra Limpa (agricultura)	Madeira	Baixa - Média
	Terra Limpa (agricultura)	Produtos do extrativismo vegetal	Alta
	Produtos do extrativismo vegetal	Madeira	Alta

Fonte: IFPRI (2002) e EMBRAPA (2010).

Os resultados da simulação do cenário de emprego de tecnologia na Pecuária são realizados conforme a desagregação do MEGC, apresentada no Quadro 11 e no grau de substitutabilidade entre as *commodities* agropecuárias do Quadro 20.

O tipo de emprego de tecnologia utilizado para a simulação do cenário é do tipo ‘poupador de terra’, ou seja, com a aplicação desse tipo de tecnologia na pecuária é necessária uma área menor para produzir a mesma quantidade de produto, comparando-se com o que é produzido atualmente (cenário atual).

Os resultados da simulação são efeitos de curto prazo (mudanças que podem ocorrer entre 1 e 2 anos), nos quais pressupõe-se que a dotação de trabalho e capital são fixos.

O confinamento é o exemplo real de aplicação aplicado desse tipo de tecnologia poupadora de terra nos estabelecimentos agropecuários. Ainda, de acordo com a desagregação presente no modelo, o efeito da aplicação desse tipo de tecnologia pode ser diferente dependendo da região onde ocorre.

Quadro 21 – Mudança (%) na renda agrícola regional (*per capita*)

Região	%
Amazônia	-6
Nordeste	-2
Cerrado	+10
Sul/Sudeste	-3

Fonte: Resultados da pesquisa.

O Quadro 21 mostra a mudança na renda agrícola per capita quando o tipo de tecnologia descrita é empregada na pecuária no Cerrado. Assim, quando há a aplicação da tecnologia, o efeito se dá na região onde ela ocorre, mas também nas demais que estão interrelacionadas, no modelo de equilíbrio geral. Observa-se que, como era de se esperar, na região onde é aplicada a tecnologia, a renda *per capita* agropecuária melhora. No entanto, nas demais regiões o efeito é negativo (podendo ser atribuído a uma perda de competitividade das demais).

Quadro 22 – Mudança (%) na área utilizada para a pecuária (variação % em relação ao cenário atual apresentado na seção 7.3)

Região	%
Amazônia	-2
Nordeste	+1
Cerrado	- 7
Sul/Sudeste	-3

Fonte: Resultados da pesquisa.

O efeito do emprego de tecnologia na pecuária do Cerrado para o uso da terra nas quatro regiões pode ser discutido a partir das informações do cenário simulado apresentado no Quadro 22. Esses resultados, que consideram a aplicação de tecnologia na pecuária do

Cerrado somente, indicam que em função do aumento da produtividade da terra e também da renda (Quadro 22), não seja reduzido de forma mais relevante o uso agropecuário da terra (pastagens totais), em função da atração para a atividade. Nas demais regiões, o pequeno efeito negativo pode ser decorrente do fato de não ter sido consideradas mudanças tecnológicas naquelas regiões.

8 CONCLUSÕES

A presente pesquisa buscou analisar a bovinocultura de corte no Cerrado, bem como o uso agropecuário da terra para a agropecuária na região (com enfoque à pecuária de corte), conforme os objetivos específicos propostos, que são (i) discutir os fatores que afetam o uso agropecuário da terra em geral e no Cerrado brasileiro; (ii) detalhar a tecnologia no contexto econômico e as principais tecnologias aplicadas à bovinocultura de corte, com destaque àquelas mais aplicáveis ao Cerrado; (iii) apresentar e discutir os modelos aplicados para a análise da mudança no uso da terra, com enfoque nos modelos de equilíbrio geral computável; (iv) apresentar e discutir os resultados do cenário atual da produção pecuária e do uso agropecuário da terra; e (v) apresentar e discutir os resultados do emprego de tecnologia na pecuária por meio da aplicação do modelo de equilíbrio geral computável.

No âmbito da produção animal a maior participação no uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro é de pastagens para a bovinocultura de corte ainda que, mais recentemente, estejam sendo introduzidos os confinamentos. A bovinocultura de corte é desenvolvida em todas as regiões do Brasil (e respectivos ecossistemas), e apresenta uma grande variabilidade de sistemas de produção. Independentemente do grau de intensidade tecnológica, os sistemas de produção de bovinos de corte ainda encontram-se fundados na utilização das pastagens.

Com a revisão de literatura discutida no Capítulo 2, é possível identificar que a ocupação do Cerrado ocorreu devido a diversos fatores (primeiro objetivo desta pesquisa). Os principais fatores são: emprego de tecnologia, investimentos em capital, e conhecimento específico aplicado à agricultura (a fim de promover a expansão agropecuária de forma intensiva). De forma sucinta, os fatores que afetam a mudança no uso agropecuário da terra no Cerrado consistem na combinação de (i) grãos geneticamente melhorados (principalmente as novas variedades de soja) e pastagens plantadas, e (ii) das políticas governamentais que induziram a ocupação do Cerrado brasileiro (onde se localiza a maior parte do bioma Cerrado) por razões de estratégia geopolítica.

No Capítulo 4 foi atendido o segundo objetivo específico proposto na Introdução. Esse capítulo buscou discutir as características do Cerrado brasileiro, bem como da pecuária de corte e, mais especificamente a bovinocultura de corte na região. Foram abordadas as principais tecnologias adotadas na atividade bovinocultura de corte. Em poucas palavras, a conclusão principal que se pode formular após o exposto é de que a bovinocultura de corte vem acompanhando as mudanças tecnológicas e fazendo uso de tecnologias (pastagens plantadas, confinamentos, dentre outras mencionadas) para a obtenção de aumentos no

efetivo bovino (Figura 4) ao mesmo tempo que a área de pastagens naturais é reduzida nos estados integrantes do Cerrado, conforme o Quadro 4 (dentre eles, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás).

Na realização da pesquisa bibliográfica apresentada no Capítulo 5 foram identificadas as principais contribuições teóricas, metodológicas e empíricas dos autores que utilizam os modelos de equilíbrio geral computável quando aplicados para analisar a mudança no uso agropecuário da terra em diferentes regiões/países (Quadro 7). Portanto, o terceiro objetivo específico proposto na Introdução é atendido. Um fator comum às pesquisas apresentadas e também a esta é a combinação de diferentes dados oriundos de fontes de informações distintas para a elaboração da Matriz de Contabilidade Social (MSC), seja ela a macroeconômica, sejam as versões mais desagregadas.

O quarto objetivo proposto na Introdução visa apresentar o cenário atual da pecuária de corte e o uso agropecuário da terra no Cerrado. Por meio da análise do valor bruto da produção de carnes foi possível constatar a importância da produção de carne bovina (em pastagens) para o Brasil e, também, para o próprio Cerrado brasileiro. Além disso, conforme a análise dos resultados, o principal uso agropecuário da terra no Cerrado é destinado à bovinocultura, quatorze vezes superior à área colhida das culturas de soja, milho e cana-de-açúcar (11,55 milhões de hectares).

O quinto objetivo proposto versa sobre o efeito do emprego de tecnologia na atividade pecuária do Cerrado. Constata-se que causa aumento da renda *per capita* na região, e nas demais regiões o impacto é negativo.

A contribuição teórica desta pesquisa reside na identificação e discussão dos fatores que afetam o uso agropecuário da terra no Cerrado brasileiro e conceituação do uso agropecuário da terra adotado no presente estudo a partir da literatura revisada e apresentada no Capítulo 2.

Quanto às contribuições em relação aos resultados da pesquisa, se destaca o desenvolvimento de um método de cálculo do valor bruto da produção (VBP) de carnes a partir dos dados do Censo Agropecuário 2006 e de informações da Embrapa atualizadas para o ano de 2011 e outras publicações científicas. Embora não fosse objetivo direto da pesquisa, foi uma etapa crucial para a construção da tese) cujo enfoque reside na pecuária e na bovinocultura de corte), constituindo, portanto, uma contribuição empírica dos resultados. A consulta dos dados do censo agropecuário e aos pesquisadores da área auxiliou para a consolidação do conhecimento empírico acerca do setor, bem como ao conhecimento tácito que foi desenvolvido para o tratamento adequado dessas informações.

Em suma, o emprego de tecnologia na bovinocultura de corte no Cerrado brasileiro promove o aumento da produção de carne bovina e, também, pode contribuir consequentemente para evitar que novas áreas de vegetação natural do bioma sejam abertas. Um dos exemplos de tecnologia de efeito poupador de terra é o confinamento, o qual esta pesquisa constatou estar sendo utilizado de forma modesta (apenas 4% da produção de carnes no Brasil, sendo que desse valor 59% é oriundo do Cerrado). Fica a sugestão de levantamento futuro das microrregiões do Cerrado onde estão localizados, bem como seus graus de concentração e/ou dispersão.

Além dos confinamentos, outras tecnologias se destacam na atividade da pecuária e, mais especificamente, na bovinocultura de corte. Atualmente no Brasil tem sido incentivado o desenvolvimento de tecnologias para o uso e aplicação sustentável dos recursos naturais na agricultura. Tecnologias Integração Lavoura – Pecuária – Floresta (ILPF), dentre outras, estão dentre os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção do Clima de Cancun, a reunião denominada de COP-16.

Uma limitação deste trabalho está no modelo utilizado para a pesquisa, visto que é essencialmente estático. Os resultados representam o efeito do emprego de tecnologia dado um cenário atual, mas não ilustra como se deu o processo de ajustamento de um equilíbrio (atual) para o outro (cenário simulado).

Outra limitação diz respeito à necessidade de se especificar e diferenciar em mais de uma atividade (e não somente a pecuária) envolvidas na simulação de cenário no modelo. Os setores de carne bovina oriundas de pastagens e de confinamentos devem ser incluídos no modelo de forma diferenciada, o que exige modificações na forma de especificação tecnológica a fim de obter as parcelas de cada tipo de *commodity* em cada região (Amazônia, Cerrado, Sul/Sudeste e Nordeste) – pode ser uma contribuição relevante para estudos futuros.

A desagregação do setor industrial, para captar as mudanças no setor energético (interações com biocombustíveis), pode ser de grande valia para estudos que busquem captar interações no uso agropecuário da terra no Cerrado decorrentes de mudanças nas atividades da matriz energética brasileira. Pode-se, por exemplo, desagregar o setor energético brasileiro (em fontes renováveis e não-renováveis). A interdependência entre os setores demandantes de matérias-primas de origem agropecuária pode ser analisada (setor de alimentos e energético), assim como a forma com que esses setores e suas demandas, influenciam as quantidades e os preços dos produtos agropecuários oriundos de cada região brasileira que servem como intermediários para essas indústrias.

REFERÊNCIAS

ABELSON, P. H.; ROWE, J. W. A new agricultural frontier. **Science**, Washington, DC, v. 235, n. 4795, p. 1450-1451, 1987.

ALSTON, J. M.; BEDDOW, J. M.; PARDEY, P. G. Agricultural research, productivity, and food prices in the long run. **Science**, Washington, DC, v. 325, n. 4, p. 1209-1210, 2009.

AMANN, E.; BAER, W.; COES, D. V. (Org.). **Energy, bio fuels and development: comparing Brazil and the United States**. New York: Routledge, 2011.

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Introduction: the Role of Agricultural Technologies in Tropical Deforestation. In: **AGRICULTURAL technologies and tropical deforestation**. Edited by A. Angelsen and D. Kaimowitz. Washington, D.C. Center for International Forestry Research (CIFOR), 2001.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira 2009**. São Paulo: AgraFNP, 2009, 360 p.

ARÊDES, A. F.; PEREIRA, M. W. G.; CARVALHO, F. M. A. Abertura comercial e seus impactos sobre o setor energético e sobre a economia e o bem-estar no Brasil. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 56-68, 2008.

ARMINGTON, P. A. A theory of demand for products distinguished by place of production. **IMF Staff Papers**, Washington, D.C., v. 16, n. 1, pp. 159-178, 1969.

BANDARA J. S. Computable general equilibrium models for development policy analysis in LDCs. **Journal of Economic Surveys**, Malden, v. 5, n. 1, p. 3-69, 1991.

BANERJEE, O.; ALAVALAPATI, J. A computable general equilibrium analysis of Forest concessions in Brazil. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 11, n. 4, p. 244-252, 2009.

BANERJEE, O.; ALAVALAPATI, J. Illicit exploitation of natural resources: the forest concessions in Brazil. **Journal of Policy Modeling**, New York, v. 32, n. 4, p. 488-504, 2010.

BARBOSA, A. S. Quinze gerações mutilaram o ambiente que 550 preservaram. Disponível em: <<http://www.altiplano.com.br/AltairDestruirAmbiente.html>> Acesso em: 20 março 2011.

BARROS, C. S. de. et al. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2270-2279, 2009.

BATTLE-BAYER, L.; BATJES, N. H.; BINDRABAN, P. S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 137, n. 1-2, p. 47-58, 2010.

BLACK, J. **Dictionary of Economics**. Oxford: Oxford University Press, 2003.

BOUWMAN, A. F. et al. Exploring changes in world ruminant production systems. **Agricultural Systems**, Oxford, v. 84, n. 2, p. 121-153, 2005.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C. de.; MARQUES, R. W. C. Agricultural growth in the period 1999-2004, outburst in soybeans area and environmental impacts in Brazil., Rio de Janeiro: IPEA, 2005. (Texto para Discussão, n. 1062)

BRANNSTROM, C. et al. Land Change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: Comparative analysis and implications for land use policy. **Land Use Policy**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 579-595, 2008.

BRASIL. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado. Decreto s/n de 15 de setembro de 2010. Brasília, set. 2010. Disponível em: <http://www.casacivil.gov.br/arquivos/101116%20-%20PPCerrado_Vfinal.pdf> Acesso em: [2011]

BRASIL. **Lei 11.284, de 2 de março de 2006.** . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm> Acesso em: 03.mar.2010.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change:** theoretical and modelling approaches. Web Book of Regional Science, S. Loveridge, ed. Regional Research Institute, West Virginia University, June 2000. Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>>. Acesso em: 12.fev.2008.

BUENO, M. S. et al. Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 273, p. 72-79, 1999.

BUETRE, B.; RODRIGUEZ, G.; PANT, H. Data issues in general equilibrium modelling. In: AUSTRALIAN AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS SOCIETY CONFERENCE, 47., Freemantle, Western Australia, 2003. [**Proceedings**]. Freemantle, Western Australia, 2003. Página?

CASPERSEN, J. P. S. et al. Contributions of land-use history to carbon accumulation in U.S. forests. **Science**, Washington, DC, v. 290, n. 5494, p. 1148-1151, 2000.

CASTLE, E. N. Land, Economic Change and Economic Doctrine. In: **ECONOMICS and contemporary land use policy: development and conservation at the rural-urban fringe**. Washington: Resources for the Future Press, 2006.

CATTANEO, A. Deforestation in the Brazilian Amazon: comparing the impacts of macroeconomic shocks, land tenure, and technological change. **Land Economics**, Madison, v. 77, n. 2, p. 219-240, 2001.

CATTANEO, A. **Balancing agricultural development and deforestation in the Brazilian Amazon**. Washington, D.C: International Food Policy research Institute, 2002.

CATTANEO, A. Inter-regional innovation in Brazilian agriculture and deforestation in the Amazon: income and environment in the balance. **Environment and Development Economics**, New York, v. 10, n. 4, p. 485-511, 2005.

CATTANEO, A. Regional comparative advantage, location of agriculture, and deforestation in Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, Philadelphia, v. 27, n. 1-2, p. 25-42, 2008.

CAVALCANTI, J. E. A. Income distributive effects in the Brazilian economy. **Economic Systems Research**, Oxfordshire, v. 13, n. 3, p. 275-287, 2001.

CEZAR, I. M. et al. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Disponível em : <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/doc151.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2011.

CEZAR, I. M.; SKERRATT, S.; DENT, J. B. Sistema participativo de geração e transferência de tecnologia para pecuaristas: o caso aplicado à EMBRAPA Gado de Corte. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 135-169, 2000.

CHRISTOFARI, L. F. et al. Análise do sistema de comercialização e do abate de bovinos no estado do Rio Grande do Sul: um estudo de caso. **Veterinária em Foco**, Canoas, v. 5, n. 2, p. 102-120, 2008.

CONAB. **Custos de Produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=545&t=2>>. Acesso em: Ago. 2011

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

CORAZZA, R. Economia, tecnologia e meio ambiente: comentários sobre aspectos positivos e normativos da Economia do Meio Ambiente. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 479-498, 2003.

COSTA, F. P. et al. **Sistema e custo de produção de gado de corte em Mato Grosso do Sul – regiões de Campo Grande e Dourados**. Campo Grande EMBRAPA, 2005. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 93)

COSTA, F. P. et al. **Sistema e custo de produção de gado de corte no estado do Rio Grande do Sul – Região da Campanha**. Campo Grande: EMBRAPA, 2005. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 95)

COSTA, F. P. et al. **Sistema e custo de produção de gado de corte predominante na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito, MS**. Campo Grande: EMBRAPA, 2007. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 103)

COSTA, F. P. et al. **Custos de produção de gado de corte em Mato Grosso do Sul – Setembro de 2007**. Campo Grande: EMBRAPA, 2008. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 111)

COSTA, F. P. et al. **Produção de gado de corte no estado de Rondônia: uma proposta de sistema melhorado**. Campo Grande: EMBRAPA, 2009. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 112)

CORRÊA, E. S. et al. **Sistema e custo de produção de gado de corte no estado do Pará – Região de Paragominas**. Campo Grande: EMBRAPA, 2005. Comunicado Técnico Embrapa, n. 96)

CORRÊA, E. S. et al. **Sistema e custo de produção melhorados de gado de corte na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito, MS**. Campo Grande: EMBRAPA, 2006. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 99)

CORRÊA, E. S. et al. **Sistemas de produção melhorados para gado de corte em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, EMBRAPA, 2006. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 102)

DA FONSECA, M. A. R.; GUILHOTO, J. J. M.; Uma análise dos efeitos econômicos de estratégias setoriais. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 1, p. 81-98, 1987.

DE ANDRADE, S. C.; NAJBERG, S. **Uma matriz de contabilidade social atualizada para o Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, 1997. (Texto para Discussão).

DERVIS, K.; DE MELO, J.; ROBINSON, S. **General equilibrium models for development policy**. Washington: The World Bank, 1985.

DIXON, P. B. ET AL. **Notes and problems in applied general equilibrium economics**. Amsterdam: North-Holland, 1992.

DRUCKER, P. From Capitalism to Knowledge Society. In: **THE KNOWLEDGE Economy. Local?** Butterworth-Heinemann, 1998.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, Bronx, v. 38, p. 201-341, 1972.

EMBRAPA. **História da EMBRAPA**. Disponível em: <<http://hotsites.sct.embrapa.br/pme/historia-da-embrapa>>. Acesso em: 31 ago. 2010.

EMBRAPA. **Projeto AVISAR**. Disponível em: <<http://www.avisar2.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 03 fev. 2011.

EWERT, F. et al. Future scenarios of European agricultural land use: I. Estimating changes in crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 107, n. 2-3, p. 101-116, 2005.

FAMINOW, M. D. Spatial economics of local demand for cattle products in Amazon development. . **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 1-11, 1997.

FAO. **Planning for sustainable use of land resources**. Rome, 1995.

FAO. **Livestock's Long Shadow**: environmental issues and options. Rome, 2006.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 1996.

FEIJÓ, F. T.; AZEVEDO, A. F. Z. Comércio e meio ambiente: políticas ambientais e competitividade no âmbito da ALCA. **Revista de Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, vol. 10, n. 4, p. 561-587, 2006.

FELIPPE, M. F.; SOUZA, T. A. R. A biogeografia do Cerrado em concomitância com sua história econômica e suas perspectivas para o futuro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.1, n.1, p. 1-33, 2006.

FERREIRA, M. M.; FERREIRA, A. C. M.; EZEQUIEL, J. M. B. Avaliação econômica da produção de bovinos confinados: estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34 n. 7, p. 8-20, 2004.

FIGUEIREDO, A. M. R; FERREIRA, A. V.; TEIXEIRA, E. C. Impactos da integração econômica nas commodities da economia brasileira e da União Européia. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, vol. 55, n. 1, p. 77-106, 2001.

FOLDVARY, F. F. Conceptual debates regarding land and rent: The marginalists who confronted land. **The American Journal of Economics and Sociology**, Malden, v. 67, n. 1, p. 89-117, 2008.

FRANCO, José Benjamin Severino. O papel da EMBRAPA nas transformações do Cerrado. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, vol. 2, n.3, p. 31-40, 2001.

FRINK, C. R. ET al. Nitrogen fertilizer: retrospect and prospect. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 96, n. 4, p. 1175-1180, 1999.

FUCK, M. P. et al. *Catching-up* no setor agrícola brasileiro: o papel das novas instituições. **Economia & Tecnologia**, Curitiba, vol. 15, n. 4, p.101-111, 2008.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira. In: POLÍTICAS de incentivo à inovação tecnológica no Brasil. IPEA: Brasília, 2008. Disponível em:
<http://www.ipea.gov.br/005/00502001.jsp?ttCD_CHAVE=454>

GEHLEN, Ivaldo. Pesquisa, tecnologia e competitividade na agropecuária brasileira. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p. 70-93, 2001.

GERBENS-LEENES, P. W.; NONHEBEL, S. Consumption patterns and their effects on land required for food. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 42, n. 1-2, p.185-199, 2002.

GIAMBELLUCA, T. W. et al. Evapotranspiration and energy balance of Brazilian savannas with contrasting tree density. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.149, n. 8, p. 1365-1376, 2009.

GOLAN, A.; JUDGE, G.; ROBINSON, S. Recovering information from incomplete or partial multisectoral economic data. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 76, n. 3, p. 541-549, 1994.

GREENE, W. H. On the estimation of a flexible frontier production model. **Journal of Econometrics**, Lausanne, v.13, n. 1, p. 27-56, 1980.

GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília: Embrapa, 2011. (no prelo)

GURGEL, A. C.; BITENCOURT, M. B.; TEIXEIRA, E. C. Impactos dos acordos de liberalização comercial Alca e Mercoeuropa sobre os países membros. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 2, p. 335-369, 2002.

GURGEL, A. C.; CAMPOS, A. C. Alternativas de políticas comerciais para o agronegócio brasileiro sob diferentes pressuposições de retornos à escala. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.1, n.2, p. 133-154, 2003.

HEISTERMANN, M.; MÜLLER, C.; RONNEBERGER, K. Land in sight? Achievements, deficits and potentials of continental to global scale land-use modeling. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n. 114, p. 141-158, 2006.

HELFAND, S. M.; LEVINE, E. S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 31, n. 2-3, p. 241-249, 2004.

HELFAND, S. M.; REZENDE, G. C. de. The impact of sector-specific and economy-wide policy reforms on the agricultural sector in Brazil: 1980-98. **Contemporary Economic Policy**, Malden, v. 22, n. 2, p. 194-212, 2004.

HUBACECK, K., VAN DEN BERGH, J. C. J. M. **The role of land in economic theory**. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. Disponível em: <<http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/IR-02-037.pdf>>. Acesso em: 30.jul.2008.

IBAMA. **Centro de Sensoriamento Remoto: Sistema Compartilhado de Informações Ambientais**. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/>> Acesso em: 20. Jul. 2010.

IBGE. **Matriz Insumo-Produto: Brasil 2000/2005**. Rio de Janeiro: Coordenação de Contas Nacionais, 2008.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169> Acesso em: nov. 2009.

IFPRI. **The world food situation: new driving forces and required actions**. Disponível em: <<http://www.ifpri.org/>>. Acesso em: 15.ago.2010.

IPEA. **Ipeadata**. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br> Acesso em: mai. 2010.

IRWIN, E. G.; GEOGHEGAN, J. Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 85, n. 1-3, p. 7-23, 2001.

JANTALIA, C. P. et al. Tillage effect on C stocks of a clayey Oxisol under a soybean-based crop rotation in the Brazilian Cerrado region. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 95, n. 1-2, p. 97-109, 2007.

JARVIS, L. S. Changing private and public roles in technological development: lessons from the Chilean fruit sector. In: **AGRICULTURAL technology: policy issues for the international community**. Cambridge: The University Press, 1994.

JEPSON, W. Producing a modern agricultural frontier: firms and cooperatives in eastern Mato Grosso, Brazil. **Economic Geography**, Worcester, v. 83, n. 3, p. 289-316, 2006.

JEPSON, W.; BRANNSTROM, C.; FILIPPI, A. Access regimes and regional land change in the Brazilian Cerrado, 1972-2002. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 100, n.1, p. 87-111, 2010.

JOHNSTON, R. J.; SWALLON, S. K. **Economics and contemporary land use policy: development and conservation at the rural-urban fringe**. Washington: Resources for the Future Press, 2006.

Livros de diversos autores, deve indicar o autor e título do capítulo citado.

JORGE, A. M. Produção de carne bubalina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.84-95, 2005.

KAIMOWITZ, D.; ANGELSEN, A. **Economic models of tropical deforestation: a review**. Local? CIFOR, 1998.

KALIJARAN, K.P. On measuring economic efficiency. **Journal of Applied Econometrics**, Malden, v. 5, n. 1, p.75-86, 1990.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation and land-use. In: **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002.

KULLBACK, S.; LEIBLER, R.A. On information and sufficiency. **Annals of Mathematical Statistics**, Durham, v. 22, n. 4, p. 99-111, 1951.

LAMBIN, E. F. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change. **Land Use Policy**, Oxford, v. 27, n. 2, p.108-118, 2010.

LANDES, D. **Prometeu Desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, de 1750 até os dias de hoje, 1969**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2005.

LENZEN, M.; SCHAEFFER, R. Environmental and Social Accounting for Brazil. **Environmental and Resource Economics**, Dordrecht, v. 27, n. 2, p. 201-226, 2004.

LIRIO, V. S.; CAMPOS, A. C. O Brasil na ALCA: avaliação dos efeitos de duas propostas de adesão. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 293-310, 2004.

LIMA, J. F. de et al. O uso das terras no sul do Brasil: uma análise a partir de indicadores de localização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 44, n. 4, p.677-694, 2006.

LOFGREN, H. et al. **A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS**. Washington, D.C: International Food Policy Research Institute, 2002. (Microcomputers in Policy Research, 5)

MAERTENS, M.; ZELLER, M; BIRNER, P. Sustainable agricultural intensification in forest frontier areas. **Agricultural Economics**, Oxford, v. 34, n. 2, p. 197-206, 2006.

MARINS, L. M. Economia, tecnologia e inovação: da teoria da firma à gestão da inovação tecnológica. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 6, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://revistas.facecla.com.br/index.php/recadm/index>>. Acesso em: 10.jan.2011.

MARTHA JR., G. B.; VILLELA, L. **Pastagens no Cerrado**: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/download/277/t>> Acesso em: 15.dez.2010.

MARTHA JR., G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Pecuária brasileira: produtividade e efeito poupa-terra. **Perspectiva Pesquisa Agropecuária**, Brasília, n. 1, 2011.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, Washington, DC, v. 277, n. 5325, p. 504-509, 1997.

MARQUES, N. A. et al. Efeitos da ampliação das exportações agropecuárias e agroindustriais na balança comercial e (re) distribuição da renda: uma análise de equilíbrio geral. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 413-435, 2006.

MARSHALL, A. **Principles of Economics**: an introductory volume. 8th ed. London: Macmillan, 1920.

MAS-COLLEL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic Theory**. New York: Oxford University Press, 1995.

MELO FILHO, G. A. de. et al. **Sistema e custo de produção de gado de corte no estado de Rondônia**.. Campo Grande: EMBRAPA, 2005. (Comunicado Técnico Embrapa, n. 92)

MIT Dictionary of Modern Economics. Cambridge: MIT Press, 1995.

MUELLER, C. C. Impacts of the recent soybean boom on the Cerrados of Brazil's Center-West region. In: ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY FOR CONSERVATION BIOLOGY, 19., Brasilia, July 15-19, 2005. **Proceedings of...** Brasilia, 2005. Páginas?

MUELLER, C. C.; MARTHA JR., G. B. A agropecuária e o desenvolvimento sócio-econômico recente do cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, Brasília, 12-17 Outubro, 2008. **Anais**. Brasília, 2008. Páginas?

MUSTARD, J. F. et al. Land use and land cover change pathways and impacts. In: LAND change science: observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004.

OLIVEIRA, M. P. Programas agrícolas na ocupação do Cerrado. **Sociedade e Cultura**, Goiânia, v. 3, n. 1-2, p. 111-131, 2000.

OLIVEIRA, S. J. M.; FERREIRA FILHO, J. B. S. A expansão da União Européia em 2004 e seus impactos no agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 937-967, 2008.

PATTANAYAK, S. K. et al. Climate Change and Conservation in Brazil: CGE Evaluation of Health and Wealth Impacts. **The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy**, Berkeley, v. 9, n. 2, p. 36-56, 2009.

PAVÃO, R. **Teoria da Informação**. Disponível em <<http://www.ib.usp.br>> Acesso em 12.nov.2011

PEREIRA, M. A. et al. **Sistema e custo de produção de gado de corte no estado de Goiás**. Campo Grande: EMBRAPA, 2005. (Comunicado Técnico Embrapa n. 94)

PEREIRA, M. W. G. et al. Impactos da ALCA no setor de aço no Brasil. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 295-312, 2007.

PERSSON, A.; MUNASINGHE, M. Natural resource management and economywide policies in Costa Rica: a computable general equilibrium (CGE) modeling approach. **The World Bank Economic Review**, Oxford, v. 9, n. 2, p. 259-285, 1995.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 7. Ed. Prentice Hall, 2010.

PONGRATZ, J. et al. The impact of land cover change on surface energy and water balance in Mato Grosso, Brazil. **Earth Interactions**, Boston, v. 10, n. 19, p. 1-10, 2006.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Agricultural Technology Transfer: Perspectives and Case Studies Involving Livestock. In: AGRICULTURAL technology: policy issues for the international community. Cambridge: University Press, 1994.

REZENDE, G. C. de. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no Cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/2002/td_0913.pdf>. Acesso em: <14.mai.2010>

ROBINSON, S.; CATTANEO, A; EL-SAID, M. Estimating a social accounting matrix using cross entropy methods. **TMD Discussion Paper IFPRI**, Washington, D.C. n. 33 p. 1-35, 1998.

ROBINSON, S.; CATTANEO, A; EL-SAID, M. Updating and estimating a social accounting matrix using cross entropy methods. **Economic Systems Research**, Vienna, v. 13 n. 1 p. 47-64, 2001.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, Londres, v. 461, n. 7263, p. 472-475, 2009.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semi-detalhado do uso da terra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, Heidelberg, v. 166, n. 1-4, p. 113-124, 2010.

SANTOS, H. Prefácio de ao livro de Smith. **Inquérito sobre a natureza e as causas da riqueza das nações**. Lisboa: Fundacao Calouste Gulbenkian, 1987.

SANTOS, C. V.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Efeitos potenciais da política tributária sobre o consumo de alimentos e insumos agropecuários: uma análise de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 921-962, 2007.

SECEX. **Dados de comercio agrícola**. Disponível em:
<<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/ajuda/conheca.asp>> Acesso em: 31 ago. 2010.

SERÃO DA MOTA, R. **Indicadores ambientais no Brasil**: aspectos ecológicos de eficiência e distributivos. Rio de Janeiro: IPEA, 1996. Disponível em:
<http://www.ipea.gov.br/pub/td/1996/td_0403.pdf> Acesso em: 21. mai.2010.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, New York, v. 27, n.3, p. 379-423, 1948.

SHIKI, S. Sistema agroalimentar nos cerrados brasileiros: caminhando para o Caos? In: SHIKI, S., GRAZIANO DA SILVA, J. e ORTEGA, A. C. (org.) **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro**. Uberlândia: EDUFU, 1997. p.135-167.

SILVA, J. F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 536-548, 2006.

SMITH, A. **Inquérito sobre a natureza e as causas da riqueza das nações** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. v.1 e 2

SMITH, J. et al. Dynamics of the agricultural frontier in the Amazon and savannas of Brazil: analyzing the impact of policy and technology. **Environmental Modeling and Assessment**, Netherlands, v. 3, n. 1-2, pp. 31-46, 1998.

SMITH, J. et al. Land use change in soybean production systems in the Brazilian savanna: the role of policy and market conditions. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 15, n. 2-3, p. 95-117, 1999.

SCHULTZ, T. Declining importance of agricultural land. **Economic Journal**, Londres, v.61, n. 244, p. 725-740, 1951.

SHIKI, S.; GRAZIANO DA SILVA, J.; ORTEGA, A. C. (Org.). **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado brasileiro**. Uberlândia: CNPMA/EMBRAPA, 1997.

SOBRAL, F. Estado e pesquisa agrícola no Brasil. **Cadernos de Difusão Tecnológica**, Brasília, v. 5, n. 1-3, p. 119-130, 1988.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Boston, v.70, n.1, p. 65-94, 1956.

SOUZA, E. Q. de. **Panorama e desafios da caprinovinocultura**. Disponível em: <<http://www.pecnordeste.com.br>> . Acesso em: jun. 2011.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; CORREIA, J. R. Atributos físicos de solos e distribuição das fisionomias de Cerrado na Bacia Hidrográfica do Rio Jardim, DF. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Planaltina, DF, n. 146, 2005.

Mais de 3 autores usar 1 e et al.

THEIL, H. **Economics and information theory**. Amsterdam: North Holland, 1967.

THIRTLE, C. E.; BOTTOMLEY, P. Total productivity in UK agriculture, 1967-1990. **Journal of Agricultural Economics**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 381-400, 1992,

TIGRE, P. B. Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 187-223, 2005.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TILMAN, D. et al. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, Washington, DC, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001.

TILMAN, D. et al. Beneficial biofuels – the food, energy, and environment trilemma. **Science**, Washington, DC, v. 325, n. 5938, p. 270-271, 2009.

TURNER, B.L. II et al. **Land-Use and Land-Cover Change**. Stockholm: IGBP, Geneva: HDP, 1995. (IGBP Report No.35, HDP Report No.7)

TZOUVELEKAS, E. Approximation properties and estimation of the translog production function with panel data. **Agricultural Economics Review**, Thessaloniki, v. 1, n. 1, p. 33-48, 2000.

UZAWA, H. Production functions with constant elasticities of substitution. **The Review of Economic Studies**, Oxford, v. 29, n. 4, p. 291–299, 1962.

VAN TONGEREN, F.; VAN MEIJL, H.; SURRY, Y. Global models applied to agricultural and trade policies: a review and assessment. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 149-172, 2001.

VARGAS, Milton. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Porto Alegre: Globo, 1985.

VELDKAMP, A.; LAMBIN, E.F. Predicting land-use change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 85, n. 1-3, p. 1-6, 2001.

VOSTI, S. A.; WITCOVER, J; CARPENTIER, C. L. **Agricultural intensification by smallholders in the western Brazilian Amazon**: from deforestation to sustainable land use. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2002.

WEDEKIN, V. S. P.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, p. 123-31, 1994.

WISE, M. et al. Implications of limiting CO₂ concentrations for land use and energy. **Science**, Washington, DC, v. 324, n. 5931, p. 1183-1186, 2009.

APÊNDICE 1 – DETALHAMENTO DA DESAGREGAÇÃO REGIONAL UTILIZADA NO MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL

A nomenclatura utilizada nesta desagregação segue o IBGE.

AMAZÔNIA

- Estados incluídos em sua totalidade na região da Amazônia: AM (Amazonas), AC (Acre), AP (Amapá), PA (Pará), RO (Rondônia), RR (Roraima)
- Mesorregiões: residual do MT (Mato Grosso) = total MT – Mesorregiões Mato Grosso contidas no Cerrado

CERRADO

- Estados incluídos em sua totalidade na região do Cerrado: DF (Distrito Federal), GO (Goiás) e TO (Tocantins)
- **Mesorregiões do Cerrado (código e nome da mesorregião):**
 - São Paulo:** 3504 (Bauru); 3511 (Itapetininga); 3506 (Piracicaba); 3502 (Ribeirão Preto); 3501 (São José do Rio Preto)
 - Mato Grosso:** 5104 (Centro-Sul Mato-grossense); 5102 (Norte Mato-grossense); 5105 (Sudeste Mato-grossense)
 - Mato Grosso do Sul:** 5002 (Centro Norte de Mato Grosso do Sul); 5003 (Leste de Mato Grosso do Sul); 5004 (Sudoeste de Mato Grosso do Sul)
 - Minas Gerais:** 3106 (Central Mineira); 3107 (Metropolitana de Belo Horizonte); 3101 (Nordeste de Minas); 3102 (Norte de Minas); 3105 (Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba)
 - Bahia:** 2901 (Extremo Oeste Baiano)
 - Maranhão:** 2103 (Centro Maranhense); 2104 (Leste Maranhense); 2101 (Norte Maranhense); 2105 (Sul Maranhense)
 - Piauí:** 2203 (Sudoeste Piauiense)

NORDESTE

- Estados incluídos em sua totalidade na região Nordeste: AL (Alagoas), CE (Ceará), PB (Paraíba), PE (Pernambuco), RN (Rio Grande do Norte), SE (Sergipe)

- Mesorregiões:
residual da BA (Bahia) = total BA – Mesorregiões Bahia contidas no Cerrado
residual do MA (Maranhão) = total MA – Mesorregiões Maranhão contidas no Cerrado
residual do PI (Piauí) = total PI – Mesorregiões Piauí contidas no Cerrado

SUL/SUDESTE

- Estados incluídos em sua totalidade na região Sul/Sudeste: RS (Rio Grande do Sul), SC (Santa Catarina), PR (Paraná), ES (Espírito Santo), RJ (Rio de Janeiro)
- Mesorregiões:
residual de MG (Minas Gerais) = total MG – Mesorregiões Minas Gerais contidas no Cerrado
residual de SP (São Paulo) = total SP – Mesorregiões São Paulo contidas no Cerrado
residual de MS⁹ (Mato Grosso do Sul) = total MS – Mesorregiões Mato Grosso do Sul contidas no Cerrado

⁹ O valor residual do estado do Mato Grosso do Sul foi incluído na região sul/sudeste em virtude não fazer parte do bioma Cerrado e precisar ser alocada em outra região do modelo. Então, para fins de fechamento dos valores de produção do total brasileiro, a pequena produção agrícola desse valor residual foi alocada na região Sul/Sudeste.

APÊNDICE 2 – DESMATAMENTO NO CERRADO BRASILEIRO

Em 2009, o Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite (MMA/Ibama/PNUD) quantificou as áreas de desmatamento da vegetação nativa no bioma Cerrado. Segundo seus resultados, entre 2002 e 2008, o Cerrado teve a sua cobertura vegetal reduzida em 85.074 km², o que representa uma taxa, nesse período, de aproximadamente 14.200 km²/ano. Considerando a área original de 204 milhões de hectares, o bioma Cerrado já perdeu 47,84% de sua vegetação nativa (IBAMA, 2009). Segundo os dados desse mapeamento, verificou-se que os remanescentes de vegetação do Cerrado passaram de 55,73% em 2002 para 51,54% em 2008, tendo como base a área total do bioma de, aproximadamente, 204 milhões de hectares. Em números absolutos, o Cerrado teve sua cobertura vegetal original e secundária reduzida de 1.136.521 km² para 1.051.182 km². No tocante ao desmatamento, o Cerrado teve sua cobertura vegetal suprimida, entre 2002 e 2008, em 85.074,87 km², o que representa uma taxa anual naquele período de aproximadamente 14.200 km²/ano. Assim, o desmatamento no bioma Cerrado atingiu, em 2008, o total de 47,84% de sua área original. Se o desmatamento total, entre 2002-2008, foi de 85.074km², uma estimativa pode ser feita subtraindo o desmatamento em Unidades de Conservação, assentamentos e outros. Logo, o desmatamento em área privada no Cerrado, referente ao período 2002-2008, corresponde a 76.736 Km², ou seja, é responsável por aproximadamente 90% do desmatamento no Cerrado.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2010). Informações disponibilizadas pela Analista Ambiental Livia Marques Borges, Departamento de Políticas para o Combate ao Desmatamento, Ministério do Meio Ambiente, em 26 de agosto de 2010, e baseada em informações georreferenciadas do <http://siscom.ibama.gov.br/>

APÊNDICE 3 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (VBP) DOS BOVINOS DE CORTE (CARNE BOVINA DE BOVINOS NÃO CONFINADOS E CONFINADOS)

1 Bovinos abatidos

A partir da Tabela 927 (Efetivo de bovinos nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças em 31/12, total, confinados e que usam pastos comuns ou alugados fora do estabelecimento, por condição do produtor em relação às terras, finalidade da criação, grupos de cabeças e grupos de área de pastagem) do censo agropecuário (Sidra/IBGE) obteve-se o % de bovinos de corte nos estabelecimentos acima de 50 cabeças. Como o censo agropecuário não disponibiliza esse percentual (%) para estabelecimentos com qualquer número de cabeças, essas proporções foram aplicadas ao efetivo bovino (Tabela 922 - Efetivo de bovinos nos estabelecimentos agropecuários em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica, grupos de área de pastagem e grupos de área total) para a obtenção do número de bovinos de corte nos estabelecimentos com qualquer número de cabeças, totalizando os bovinos de corte no país.

Aplica-se então a taxa de abate de bovinos em 2006 fornecida no Anualpec 2009. Assim, se obtêm o total de **Bovinos abatidos**.

1.1 Bovinos abatidos – confinados

A Tabela 919 do SIDRA/IBGE (Confinamento de bovinos nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças de bovinos em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total) fornece os bovinos confinados. Aplica-se a taxa de abate de bovinos 2006 fornecida no Anualpec 2009 e se obtêm o número de **Bovinos abatidos – confinados**.

Para obter o VBP de **Bovinos abatidos – confinados** aplica-se a taxa de abate de fêmeas por estado em 2006 disponível no Anualpec 2009. Com o número de fêmeas abatidas multiplica-se pelo seu peso médio e preço por kilograma em 2006 para obter-se o VBP de fêmeas.

A diferença entre o total de bovinos abatidos confinados e fêmeas abatidas confinadas fornece o número de machos abatidos confinados, e é multiplicada pelo peso médio dos machos e o preço por kilograma em 2006 para obter o VBP machos.

VBP carne bovina produzida em confinamentos = VBP carne bovina fêmeas + VBP carne bovina machos

1.2 Bovinos abatidos – pastagens

Obtido pela diferença entre **Bovinos abatidos** e **Bovinos abatidos – confinados**.

Após, aplica-se a taxa de abate de fêmeas 2006 obtidas no Anualpec 2009. Com o número de fêmeas abatidas multiplica-se pelo seu peso médio e preço por kilo em 2006 para obter-se o VBP de fêmeas.

A diferença entre o total e fêmeas (machos) é multiplicada pelo peso médio dos machos e o preço por kilo em 2006 para obter o VBP machos.

VBP carne bovina produzida em pastagens = VBP carne bovina fêmeas + VBP carne bovina machos

A autora agradece os comentários do Dr. Fernando Paim, pesquisador da Embrapa Gado de Corte no desenvolvimento deste método de cálculo.

CARACTERÍSTICAS DE ABATE DOS BOVINOS NO BRASIL (PESO VIVO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA)

Estados / Características Abate Bovinos		Peso Vivo ao Abate - Machos (Kg)	Rendimento Carcaça - Machos	Peso Vivo ao Abate - Fêmeas (Kg)	Rendimento Carcaça - Fêmeas	Fonte
RO		480	-	375 Kg	-	Melo Filho et al. (2005)
MS	Campo Grande	490	53%	390 Kg	50%	Costa et al. (2005)
	Dourados	470	53%	360 Kg	50%	
GO		495	-	330 - 360 Kg	-	Pereira et al. (2005)
RS – Região da Campanha		480	-	400 Kg	-	Costa et al. (2005)
PA – Região de Paragominas		520	-	420 Kg	-	Corrêa et al. (2005)
MS – Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito (sistema melhorado)		480	53% (17@) ¹⁰	-	13 @	Corrêa et al. (2006)
MS (sistema melhorado)		490	53% (260 kg)	-	195 Kg	Corrêa et al. (2006)
MS - Predominante na Bacia do Rio Formoso, Bonito		480	16,6 @	390 Kg	12,7 @	Costa et al. (2007)
MS		490	53%	390 Kg	50%	Costa et al. (2008)
RO (Proposta de Sistema Melhorado)		480	53%	375 Kg	50%	Costa et al. (2009)

Fonte: Elaboração própria com base na literatura consultada.

A média de peso vivo das cabeças de bovinos machos e fêmeas, respectivamente, é de 488.12 Kg e de 385.62 Kg, respectivamente, quando se exclui os sistemas melhorados.

¹⁰ No Brasil, 1 @ equivale a 14,69 Kilogramas.

Assim, opta-se pela utilização dessa média dos sistemas predominantes, conforme informações da Embrapa Gado de Corte.

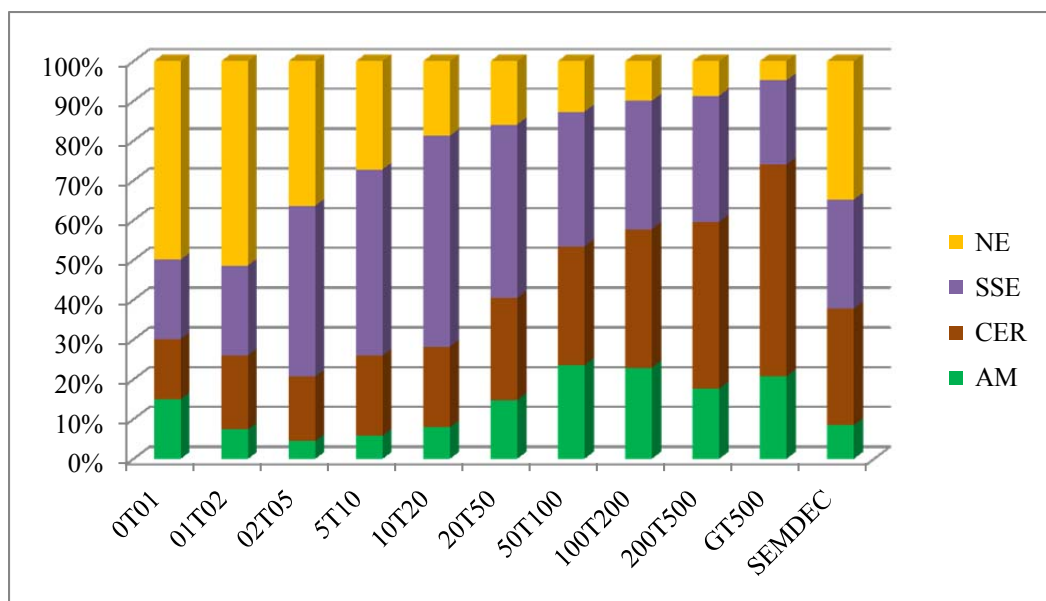
Como não se dispõe de informações para cada unidade da federação brasileira, bioma ou especificamente para as regiões em análise nesta pesquisa, opta-se pelo uso da média dos estados disponíveis, e como recomendado pela Embrapa Gado de Corte.

A determinação da quantidade de carne bovina e do seu valor bruto de produção nas regiões da Amazônia, Cerrado, Sul/Sudeste e Nordeste depende, assim, do número de cabeças abatidas, da proporção de machos e fêmeas abatidos e do preço de machos e fêmeas.

De acordo com Christofari et al. (2008), a unidade de medida do preço dos bovinos pode ser reais por Kilograma de peso vivo ou reais por Kg de rendimento de carcaça fria. Assim, nesta pesquisa opta-se pela unidade reais por Kilograma de peso vivo em virtude da disponibilidade de dados para o ano de 2006.

A fonte de dados do preço para os bovinos machos e fêmeas (cotação de boi gordo Kg vivo e vaca gorda Kg vivo) é o Agrolink, disponível em <<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Default.aspx>> sendo a média de 2006 correspondendo a, respectivamente, R\$ 1.78 e R\$ 1.57.

APÊNDICE 4 – VALOR DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE NÃO CONFINADOS EM R\$ 1000 (2006)

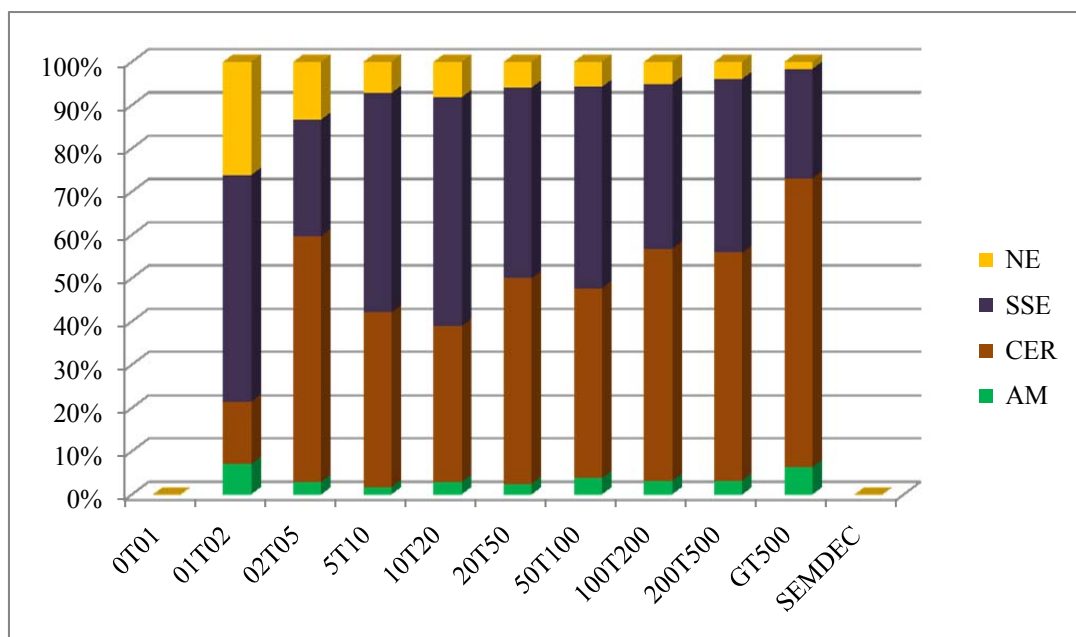


Fonte: Elaboração própria a partir do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

Tamanho propriedade / Regioes	AM	CER	SSE	NE
0T01	1,160	1,181	1,552	3,873
01T02	8,291	21,056	25,488	57,932
02T05	11,240	41,018	108,049	91,505
5T10	22,649	77,873	181,656	105,358
10T20	68,150	175,026	456,568	161,595
20T50	286,651	499,094	845,519	308,502
50T100	448,153	569,083	644,227	241,462
100T200	527,983	804,589	743,945	229,694
200T500	695,506	1,659,092	1,253,759	342,624
GT500	2,672,920	6,857,970	2,727,484	620,614
SEMDEC	4,804	16,768	15,610	19,833

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

APÊNDICE 5 – VALOR DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS EM R\$1000 (2006)



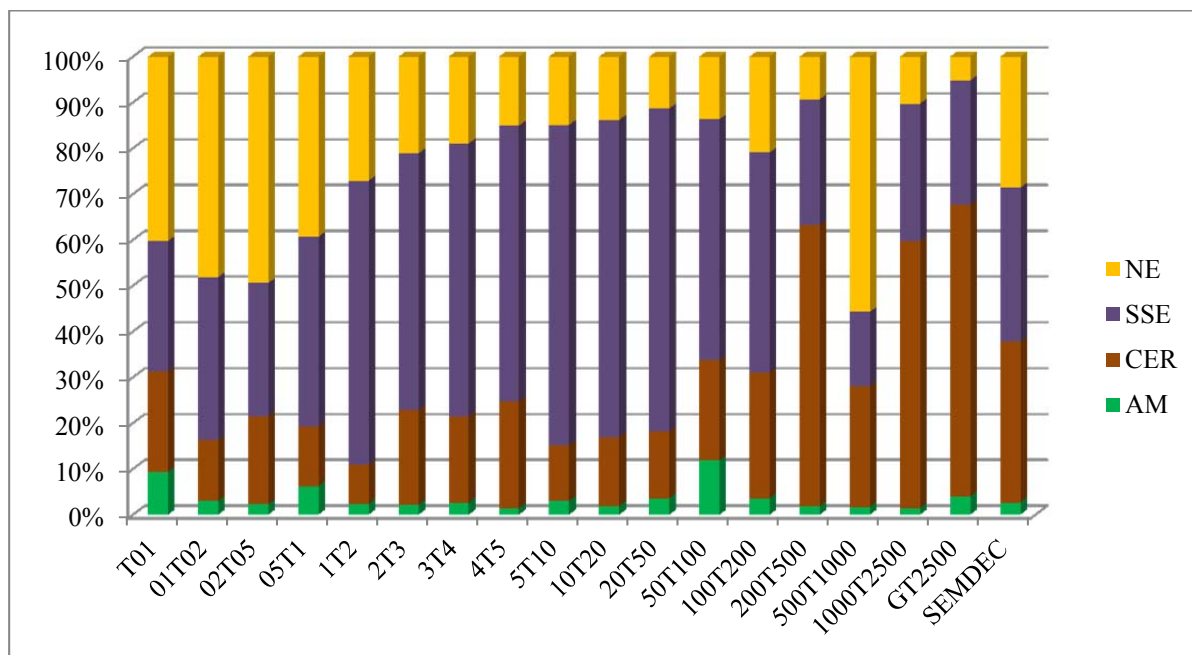
Fonte: Elaboração própria a partir do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

Tamanho propriedade / Regiões	AM	CER	SSE	NE
0T01	-	-	-	-
01T02	31	64	233	117
02T05	97	1,869	886	439
5T10	118	2,789	3,508	498
10T20	356	4,405	6,472	1,005
20T50	1,168	22,596	20,982	2,809
50T100	2,244	26,059	27,605	3,452
100T200	2,952	50,322	35,864	4,798
200T500	5,278	86,385	65,943	6,439
GT500	34,116	360,407	136,639	8,948
SEMDEC	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

APÊNDICE 6 – VALOR DA PRODUÇÃO DE AVES EM R\$ 1000 (2006)

A maior produção de aves e suínos no Brasil ocorre na região SSE, que corresponde à totalidade dos estados da região Sul e aos estados da região Sudeste excetuando-se as porções de cerrado dos mesmos estados – que são de São Paulo e Minas Gerais.



Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

Valor da produção de aves nas regiões brasileiras (2006)

Região	Valor da Produção de Aves (1000 R\$)	% Total
AM	362.033	3,43
CER	2.760.246	26,17
SSE	5.708.697	54,12
NE	1.717.356	16,28
Brasil	10.548.332	100,00

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

APÊNDICE 7 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS (CARNE SUÍNA)

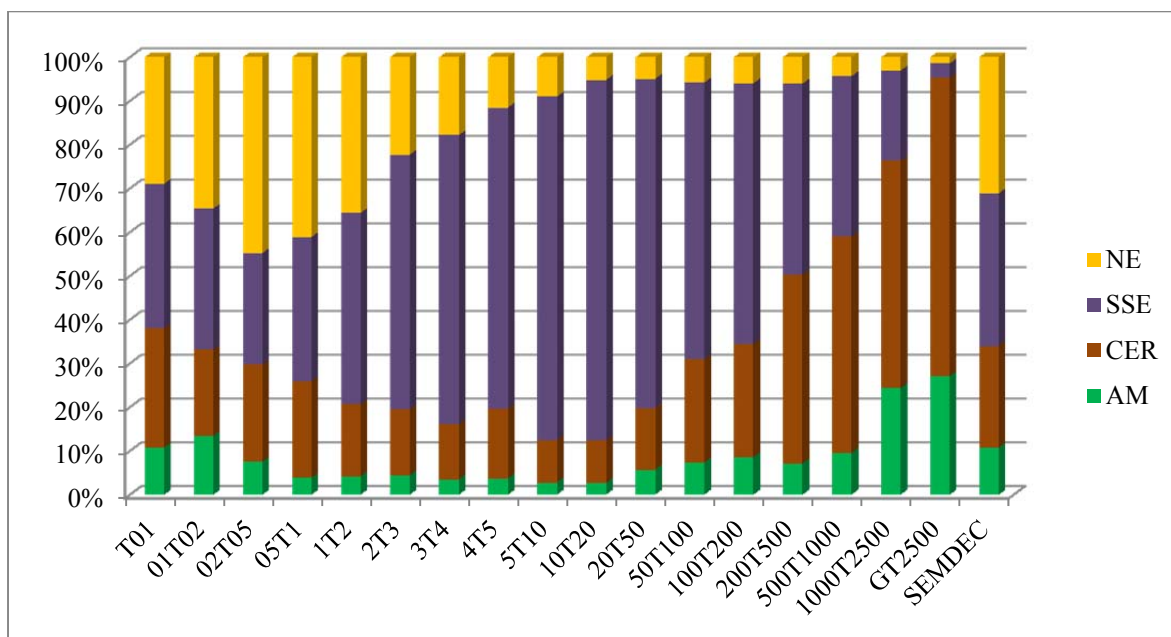
A Tabela 936 do SIDRA/IBGE (Efetivo de suínos em 31/12 e Número de porcas inseminadas no ano nos estabelecimentos agropecuários por composição do efetivo suíno, condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total) fornece o número de cabeças para engorda para o Brasil, Estados, Municípios, Mesorregiões. Assim, é possível calcular o VBP de carne suína a partir do número de animais para engorda fornecido pela tabela 936 (o qual corresponde ao número de animais abatidos em 2006 fornecido pela tabela 1093 da Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, disponível desde o trimestre janeiro-março/1997 a janeiro-março/2011).

Ambas as Tabelas do SIDRA/IBGE (números 936 e 1093) fornecem o abate de suínos fiscalizados no Brasil com SIF. Assim, para esta pesquisa, em função da compatibilidade com os demais valores produzidos pelas outras atividades agropecuárias, opta-se por utilizar o VBP com SIF.

- Peso médio de carcaça em 2006 (quilogramas/animal) = 80,5
Essa informação foi fornecida pela Embrapa Suínos e Aves em agosto de 2011.
- Preço (R\$/quilogramas) = 1.59
Essa informação foi também fornecida pela Embrapa Suínos e Aves em agosto de 2011. Esse valor é a média nacional dos estados e meses de 2006 para ser compatibilizado com as informações do Censo Agropecuário 2006 do IBGE.

A autora agradece os comentários do Dr. Marcelo Miele, Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves pelos comentários sobre o método de cálculo desenvolvido.

APÊNDICE 8 – VALOR DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS ABATIDOS EM R\$ 1000 (2006)



Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

Região	Valor Bruto da Produção (1000 R\$)	% Total
AM	216.369	6,39
CER	681.741	20,13
SSE	2.199.566	64,95
NE	288.689	8,53
Brasil	3.386.365	100,00

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

APÊNDICE 9 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE BUBALINOS (CARNE BUBALINOS)

A partir da Tabela 957 Efetivo de bubalinos nos estabelecimentos agropecuários em 31/12, por condição do produtor em relação às terras, grupos de cabeças, grupos de atividade econômica e grupos de área total) do censo agropecuário (Sidra/IBGE) o efetivo bubalino em 2006.

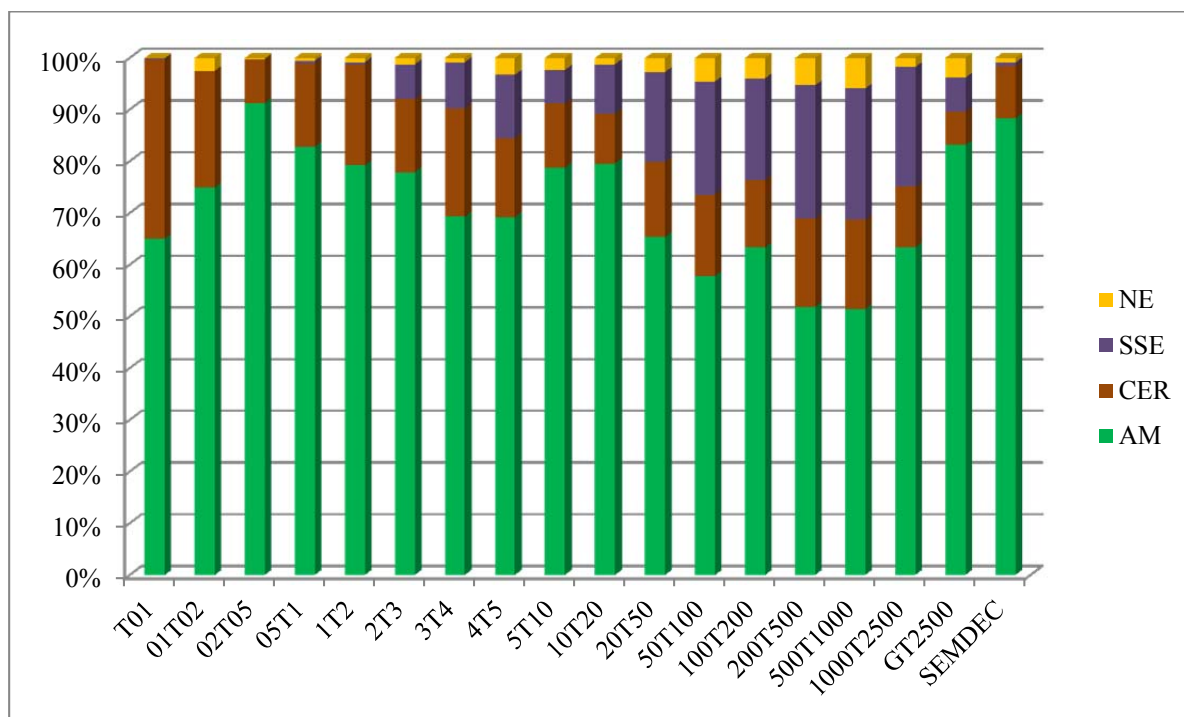
De acordo com Jorge (2005), na ausência de estatísticas brasileiras quanto à produção de carne bubalina, podem ser feitas estimativas utilizando o rebanho bubalino fornecido pelo Censo Agropecuário 2006 e então combinar com a taxa de abate de bovinos em 2006 fornecida pelo Anualpec 2009 (equivalente a 22.6%) para a obtenção do número de cabeças abatidas e, posteriormente para obter o VBP.

O peso vivo médio considerado para o abate é de 475 Kg (JORGE, 2005).

Com o número de cabeças abatidas, peso vivo médio ao abate e o preço por Kg vivo (bovino, pois não se dispõe de cotação para bubalinos) obtém-se o VBP de carne bubalina. A fonte de dados do preço para os bubalinos (cotação de boi gordo Kg vivo) é o Agrolink, disponível em <<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Default.aspx>> sendo a média de 2006 correspondendo a R\$ 1.78.

APÊNDICE 10 – VALOR DA PRODUÇÃO DE BUBALINOS DE CORTE EM R\$ 1000 (2006)

Bubalinos abatidos em 2006 (participação por região brasileira e tamanho de estabelecimento)



Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE).

Valor da Produção de Bubalinos (1000 R\$) em 2006

Região	Valor da Produção de Bubalinos (1000 R\$)	% Total
AM	114,071	67.4
CER	21,444	12.7
SSE	27,628	16.3
NE	5,996	3.5
Brasil	169,139	100

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE) e Jorge (2005).

APÊNDICE 11 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE CAPRINOS (CARNE CAPRINOS)

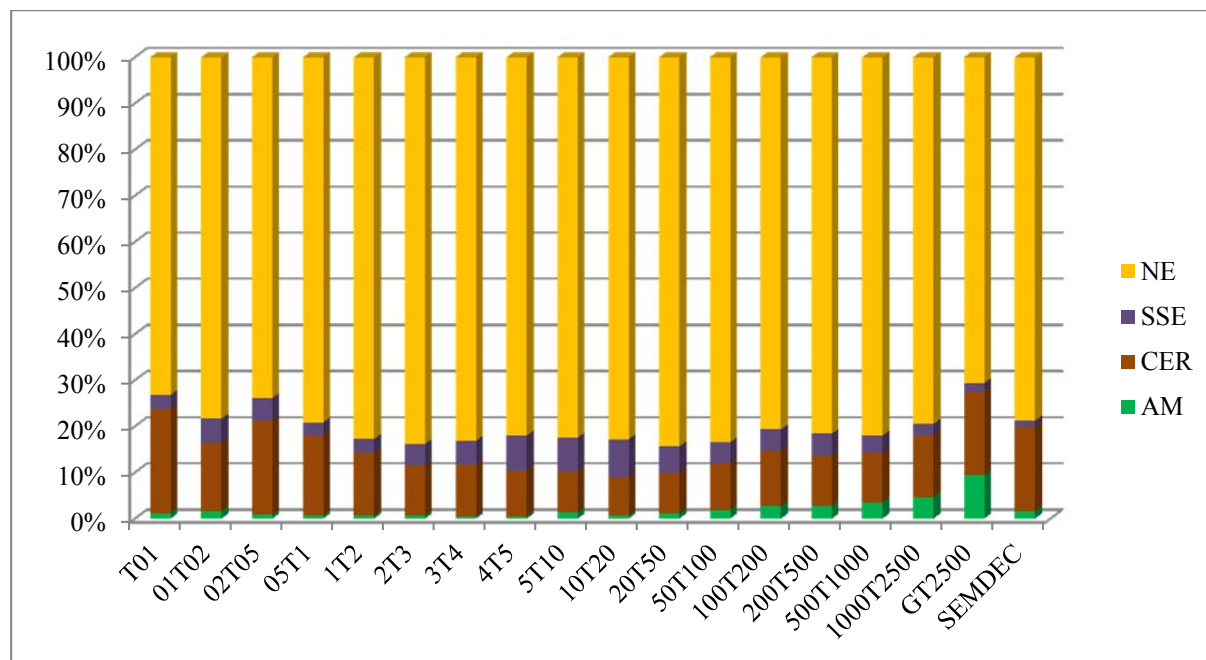
A Tabela 961 do SIDRA/IBGE (Efetivo de caprinos em 31/12 por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total) fornece o número de cabeças de caprinos para o Brasil, Estados, Municípios, Mesorregiões. Assim, é possível calcular o VBP de carne caprina a partir do efetivo fornecido pela tabela 961 e da taxa de abate de caprinos no Brasil, fornecida por Souza (2011) e equivalente a 25%.

O rendimento de carcaça fria dos caprinos é fornecido por Barros et al. (2009), sendo equivalente a 6,7 Kilogramas.

O preço da carne caprina em 2006 é equivalente a R\$ 6.16 / Kilograma. O valor fornecido por AGROLINK (<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/carnes/caprinos>) e deflacionado para o ano de 2006 de acordo com o IGP-DI fornecido pelo IPEADATA (<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>)

APÊNDICE 12 – VALOR DA PRODUÇÃO DE CAPRINOS DE CORTE EM R\$ 1000 (2006)

Caprinos abatidos em 2006 (participação por região brasileira e tamanho de estabelecimento)



Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

Valor da Produção de Caprinos (1000 R\$) em 2006

Região	Valor da Produção de Caprinos (1000 R\$)	% Total
AM	1,382	1.9
CER	8,106	11.0
SSE	3,680	5.0
NE	60,186	82.0
Brasil	73,355	100.0

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE) e Souza (2011).

APÊNDICE 13 – MÉTODO DE CÁLCULO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DE OVINOS (CARNE OVINA)

A Tabela 966 do SIDRA/IBGE (Efetivo de ovinos em 31/12 nos estabelecimentos agropecuários por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total) fornece o número de cabeças para engorda para o Brasil, Estados, Municípios, Mesorregiões. Assim, é possível calcular o VBP de carne ovina a partir do número de animais pela tabela 966 e da taxa de abate de ovinos no Brasil, fornecida por Souza (2011) sendo de 25%.

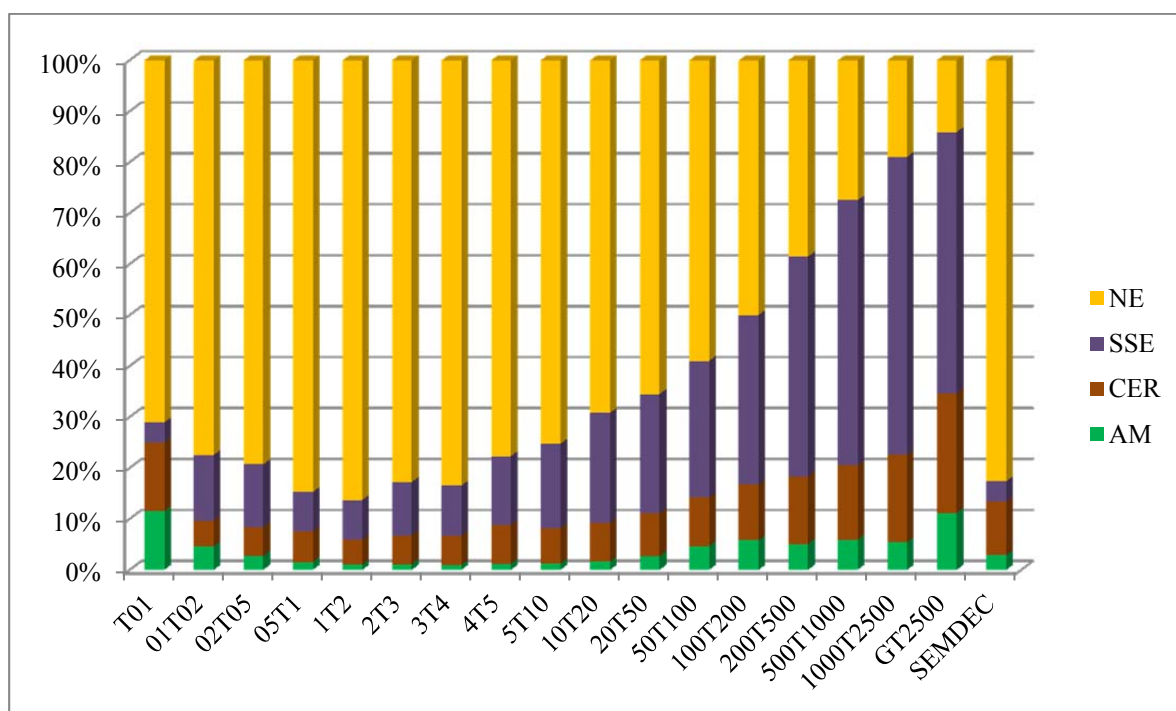
O Peso médio da carcaça resfriada de ovinos é equivalente a 14.44 Kilogramas, fornecido por Barros et al. (2009).

O preço médio de carne ovina em 2006 no Brasil é equivalente R\$ 8.58 / Kg de carcaça resfriada. As informações são da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos – ARCO (<http://www.arcoovinos.com.br/>).

De posse do número de cabeças abatidas, do peso médio da carcaça resfriada e do preço médio da carne ovina, todos em 2006, é possível então obter o valor bruto da produção de carne ovina nas regiões brasileiras multiplicando-se essas informações.

APÊNDICE 14 – VALOR DA PRODUÇÃO DE OVINOS DE CORTE EM R\$ 1000 (2006)

Ovinos abatidos em 2006 (participação por região brasileira e tamanho de estabelecimento)



Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

Valor da Produção de Ovinos (1000 R\$) em 2006

Região	Valor da Produção de Ovinos (1000 R\$)	% Total
AM	18,841	4.3
CER	49,579	11.3
SSE	144,224	32.9
NE	226,187	51.5
Brasil	438,831	100.0

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE) e Souza (2011).

APÊNDICE 15 – CARACTERÍSTICAS DE ABATE DOS BOVINOS NO BRASIL (PESO VIVO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA)

Estados / Características Abate Bovinos		Peso Vivo ao Abate - Machos (Kg)	Rendimento Carçaça - Machos	Peso Vivo ao Abate - Fêmeas (Kg)	Rendimento Carçaça - Fêmeas	Fonte
RO		480	-	375 Kg	-	Melo Filho et al. (2005)
MS	Campo Grande	490	53%	390 Kg	50%	Costa et al. (2005)
	Dourados	470	53%	360 Kg	50%	
GO		495	-	330 - 360 Kg	-	Pereira et al. (2005)
RS – Região da Campanha		480	-	400 Kg	-	Costa et al. (2005)
PA – Região de Paragominas		520	-	420 Kg	-	Corrêa et al. (2005)
MS – Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito (sistema melhorado)		480	53% (17@)	-	13 @	Corrêa et al. (2006)
MS (sistema melhorado)		490	53% (260 kg)	-	195 Kg	Corrêa et al. (2006)
MS - Predominante na Bacia do Rio Formoso, Bonito		480	16,6 @	390 Kg	12,7 @	Costa et al. (2007)
MS		490	53%	390 Kg	50%	Costa et al. (2008)
RO (Proposta de Sistema Melhorado)		480	53%	375 Kg	50%	Costa et al. (2009)

Fonte: Elaboração própria com base na literatura consultada.

APÊNDICE 16 – TAXA DE LOTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E FORMAÇÃO DE PASTAGENS NO BRASIL

Publicação	Estado	Taxa de lotação média (UA/ha/ano)	Formação das Pastagens
MELO FILHO, G. A. de. et al. Sistema e custo de produção de gado de corte no estado de Rondônia . Comunicado Técnico Embrapa , Campo Grande, n. 92, 2005.	RO	1.4	O processo de formação das pastagens constou, salvo algumas exceções, de derrubada e queima da floresta e plantio da forrageira. Atualmente, grande parte das pastagens apresenta mais de dez anos de utilização. Predomina <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (braquiara) que ocorre, como uma monocultura, em 90% da área ocupada por pastagem. A média anual é de 1.4 UA/ha/ano (p. 3).
COSTA, F. P. et al. Sistema e custo de produção de gado de corte em Mato Grosso do Sul – regiões de Campo Grande e Dourados. Comunicado Técnico Embrapa , Campo Grande, n. 93, 2005.	MS (Campo Grande e Dourados)	0.6 e 0.7	No Sistema de Campo Grande, as forrageiras cultivadas são <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> e <i>Brachiaria humidicola</i> . Em Dourados, além das braquiárias, há o capim-tanzânia e outras espécies nos solos de melhor fertilidade. Após mais de 20 anos de uso sem reposição de nutrientes, as pastagens apresentam baixo vigor e alta infestação de invasoras, o que explica as baixas capacidades de suporte (taxa de lotação). Para tentar controlar tais rebrotes, o produtor faz roçadas mecânicas periódicas em parte da área de pastagem, de forma rotativa (p. 3).
PEREIRA, M. A. et al. Sistema e custo de produção de gado de corte no estado de Goiás. Comunicado Técnico Embrapa , Campo Grande, n. 94, 2005.	GO	0.8	Dentre as principais espécies forrageiras utilizadas na região há predominância de braquiara que ocorre, como uma monocultura, em 60% da área ocupada por pastagem. Em menor proporção, aparecem as pastagens de <i>humidicola</i> e as de <i>andropogon</i> . A lotação anual média é de 0.8 UA/ha (p. 2).
COSTA, F. P. et al. Sistema e custo de produção de gado de corte no estado do Rio Grande do Sul – Região da Campanha. Comunicado Técnico Embrapa , Campo Grande, n. 95, 2005a.	RS	0.7	Campo natural: os pastos, em quase sua totalidade (93%) são constituídos de espécies nativas como <i>Paspalum notatum</i> (grama-forquilha) e <i>Paspalum dilatatum</i> (capim-melador), entre outras. Apenas 7% das pastagens são cultivadas, geralmente, sem adubação, e o azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) é o mais usado. A lotação dos pastos na fazenda modal é de 0.7 UA/ha/ano (p. 2).

<p>CORRÊA, E. S. et al. Sistema e custo de produção de gado de corte no estado do Pará – Região de Paragominas. Comunicado Técnico Embrapa, Campo Grande, n. 96, 2005.</p>	<p>PA - Paragominas</p>	<p>0.75</p>	<p>A formação das pastagens constou, geralmente, de derrubada e queima da floresta e plantio do capim-colonião. Posteriormente, o colonião foi substituído por <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (braquiarião) que, como uma monocultura, ocupa 90% da área de pastagem. As pastagens apresentam capacidade de suporte baixa, com média de 0.75 UA/ha/ano (p. 3).</p>
<p>CORRÊA, E. S. et al. Sistema e custo de produção melhorados de gado de corte na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito, MS. Comunicado Técnico Embrapa, Campo Grande, n. 99, 2006.</p>	<p>MS</p>	<p>Sistema Modal (0.7); Sistemas Melhorados (1-1.5)</p>	<p>Outra variável de grande impacto na produtividade de bovinos de corte é a taxa de lotação das pastagens, principalmente no período seco. Para o sistema Modal, no qual a única prática de manutenção das pastagens é a roçada periódica (não há reposição de nutrientes), a taxa de lotação na seca é de 0.7 unidade animal/hectare. Para os sistemas melhorados, essa lotação é de 1 UA/ha nas áreas ocupadas pela fase de cria e de 1,5 UA/ha nas áreas de recria e engorda. Para manter essas taxas de lotação ao longo dos anos, evitando o processo de degradação das pastagens, as áreas devem receber, além de práticas de conservação de solo, correções e adubações de formação e manutenção (p. 4).</p>
<p>CORRÊA, E. S. et al. Sistemas de produção melhorados para gado de corte em Mato Grosso do Sul. Comunicado Técnico Embrapa, Campo Grande, n. 102, 2006a</p>	<p>MS</p>	<p>Sistema Modal (0.6); Sistemas Melhorados (1-1.5)</p>	<p>Outra variável de grande impacto na produtividade de bovinos de corte é a taxa de lotação das pastagens, principalmente no período seco. Para o sistema Modal, no qual a única prática de manutenção das pastagens é a roçada periódica (não há reposição de nutrientes), a taxa de lotação na seca é de 0.6 UA/ha. Para os sistemas melhorados, esta lotação é de 1 UA/ha nas áreas ocupadas pela fase de cria e de 1.5 UA/ha nas áreas de recria e engorda. Para manter essas taxas de lotação ao longo dos anos, evitando o processo de degradação das pastagens, as áreas devem receber correções e adubações de formação e manutenção (p. 2).</p>
<p>COSTA, F. P. et al. Sistema e custo de produção de gado de corte predominante na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito, MS. Comunicado Técnico Embrapa, Campo Grande, n. 103, 2007.</p>	<p>MS (Bonito)</p>	<p>0.7</p>	<p>O processo de formação de pastagens constou, de modo geral, de destoca, enleiramento, gradagem e plantio. Hoje, após vários anos de uso sem reposição de nutrientes, aproximadamente 50% da área de pastagem encontra-se em processo de degradação, com baixo vigor e alta infestação de rebrote de cerrado. Isso resulta em uma capacidade de suporte média de 0.7 UA/ha (p. 3).</p>

<p>COSTA, F. P. et al. Custos de produção de gado de corte em Mato Grosso do Sul – Setembro de 2007. Comunicado Técnico Embrapa, Campo Grande, n. 111, 2008.</p>	MS	0.6	<p>As fôrrageiras cultivadas são <i>Brachiaria decumbens</i>, <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i>. As invernadas tem área entre 75 e 100 ha, sendo usadas cercas convencionais de arame liso. Após mais de 20 anos de uso sem reposição de nutrientes, as pastagens apresentam baixo vigor e alta infestação de rebrote, o que explica a baixa capacidade de suporte (taxa de lotação). Para tentar controlar tais rebrotes, o produtor faz roçadas mecânicas periódicas em parte da área de pastagem, de forma rotativa (p. 2).</p>
---	----	-----	---

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações citadas.

APÊNDICE 17 – ELASTICIDADES

TABLE ELASB(C,*)

	rhoc	rhot
CCAFE	3.00	1.25
CCACAU	3.00	1.25
CMILHO	3.00	1.25
CRICE	3.00	1.25
CFEIJAO	3.00	1.25
CMANDC	3.00	1.25
CPEREN	3.00	1.25
CANNUAL	3.00	1.25
CSUGAR	3.00	1.25
CSOJA	3.00	1.25
CHORTI	3.00	1.25
CLEITE	3.00	1.25
CBOVSU	3.00	1.25
CAVES	3.00	1.25
CEXTR	3.00	1.25
CLOG	3.00	1.25
CDEF	3.00	1.25
COTRAG	3.00	1.25
CPRCAFE	1.25	3.00
CPRGRAIN	1.25	3.00
CPRCARLT	1.25	3.00
CPRSUGAR	1.25	3.00
CPROLEOV	1.25	3.00
CPROTR	1.25	3.00
CMINPET	1.15	1.75
CINDUST	1.50	2.25
CCONST	0.50	0.50
CTRANTD	0.75	0.75
CSVC	0.65	0.65 ;

PARAMETER SIGMAP(a) sectoral elasticity ;

sigmap(iaglg) = 1.5 ;

sigmap(iagsm) = 0.9 ;

sigmap(ilogdef) = 0.5 ;

*sigmap(aperen) = 0.5 ;

*sigmap("adefl") = 1.1 ;

sigmap(iaga) $\$(iagaam(iaga)\$iagsm(iaga))$ = 0.4 ;

sigmap(iaga) $\$(iagaam(iaga)\$iaglg(iaga))$ = 0.8 ;

sigmap(iagan) = 0.5 ;

sigmap("asvc") = 1.5 ;

sigmap("aconst") = 1.5 ;

sigmap("atrand") = 0.9 ;

PARAMETER ELASAC(C) output aggregation elasticity for commodity C ;

ELASAC(iagc) = 12;

ELASAC(iagcn) = 4;

Fonte: Cattaneo (2002).

APÊNDICE 17 – FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DE ELASTICIDADE DE SUBSTITUIÇÃO CONSTANTE (CES)

Na economia, a elasticidade constante de substituição consiste em uma propriedade que algumas funções de produção e de utilidade possuem. Uma função de produção é do tipo CES quando a tecnologia de produção que ela indica possui a mudança percentual no fator de produção (trabalho, capital ou terra) em proporções constantes dada a mudança percentual em sua taxa marginal de substituição técnica (que consiste no decréscimo máximo possível na quantidade de um insumo quando uma unidade adicional de um outro insumo é utilizada, mantendo o produto constante) (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). A função de produção CES de dois fatores (capital e trabalho) foi introduzida por primeiramente por Solow (1956), conforme apresentado a seguir:

$$Q = F \cdot (a \cdot K^r + (1 - a) \cdot L^r)^{\frac{1}{s}}$$

Onde

Q = produto

F = produtividade do fator

a = parâmetro de participação

K, L = fatores de produção (capital e trabalho)

$$s = \frac{1}{(1 - r)} = \text{elasticidade de substituição}$$

$$r = \frac{(s - 1)}{s}$$

Como o nome sugere, a função de produção CES fornece a elasticidade de substituição constante entre capital e trabalho. As funções de produção dos tipos Lineares, Leontief e Cobb-Douglas são casos especiais da função de produção CES. Isto é, se $r = 1$ a função obtida é linear, se r se aproxima de zero a função obtida é Cobb-Douglas e se r se aproxima de um valor negativo e que tende ao infinito a função obtida é do tipo Leontief.

A forma geral de uma função de produção de elasticidade de substituição constante é apresentada a seguir:

$$Q = F \cdot \left[\sum_{i=1}^n a_i^{\frac{1}{s}} X_i^{\frac{(s-1)}{s}} \right]^{\frac{s}{(s-1)}}$$

Onde:

Q = produto

F = produtividade do fator

a = parâmetro de participação

X = fatores de produção ($i = 1, 2 \dots n$)

S = elasticidade de substituição

Uzawa (1962) demonstrou a função de produção com n fatores ($n > 2$). Isso somente é possível com elasticidades de substituição constantes parciais, onde cada par de fatores possua possibilidade de substituição igual ou, se diferente, as elasticidades devem ser iguais entre si e todas as elasticidades devem ser únicas. Essa condição procede para qualquer função de produção. Significa que o uso de uma função no formato CES para mais de dois fatores na maioria dos casos significa que não há elasticidade de substituição constante entre todos os fatores de produção.

Portanto, normalmente são encontradas *nested functions* (funções aninhadas, encapsuladas), nas quais diferentes níveis (*nests*) permitem a introdução de elasticidades de substituição apropriadas. Por fim, cabe considerar que a função CES é uma função de produção neoclássica.

APÊNDICE 18 – VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (VBP) DAS PRINCIPAIS
COMMODITIES

Essas informações foram extraídas do Censo Agropecuário (conforme detalhado no Capítulo 6) e agrupadas nas quatro regiões consideradas no Brasil, Amazônia (AM), Nordeste (NE), Cerrado (CER) e Sul/Sudeste (SSE).

ANEXO 1 – INDICADORES DA PECUÁRIA BRASILEIRA

Gráfico 1. Índice de crescimento relativo (1975 = 100) da produção de carne bovina, área de pastagem e produtividade

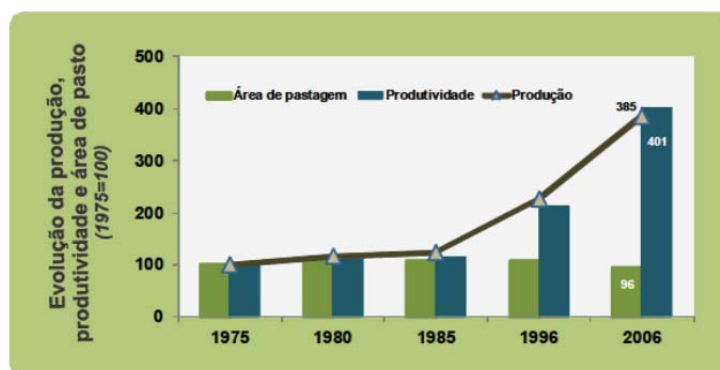


Tabela 1. Indicadores de produção, produtividade e área de pastagens da pecuária brasileira

Indicador	Unidade	1950	2006	Varição
Produção	1.000 t equivalente-carcaça	1.084	6.887	535%
Área de pastagem	Milhões de hectares	107,6	158,8	47%
Taxa de Lotação	Animais/ha	0,44	1,08	145%
Produtividade	kg equivalente-carcaça/ha	10,1	43,4	331%

Elaboração dos autores, a partir de dados do IBGE.

Fonte: Martha Jr., Alves e Contini (2011).