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

Mudanças nos usos da terra no Brasil entre 1995 e 2006

Luiza Carneiro Mareti Valente

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

**Piracicaba
2012**

Luiza Carneiro Mareti Valente
Médica Veterinária

Mudanças nos usos da terra no Brasil entre 1995 e 2006

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

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

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Valente, Luiza Carneiro Mareti
Mudanças nos usos da terra no Brasil entre 1995 e 2006 / Luiza Carneiro Mareti
Valente.- - Piracicaba, 2012.
179 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Biomas 2. Elasticidade-preço 3. Políticas públicas 4. Uso do solo I. Título

CDD 333.7313
V154m

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

À minha mãe, Maria, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro nos primeiros meses do curso.

À Coordenadoria de Capacitação Docente e Técnica da Universidade Federal Fluminense (UFF) pela concessão do auxílio qualificação.

Ao Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Agrossocioambiental Sustentável da UFF, na figura de seu chefe Prof. Danilo Chagas, por permitir minhas idas à Piracicaba para o desenvolvimento dessa tese.

Ao Prof. Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho pela orientação e pelos conselhos profissionais.

Aos demais professores do Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) por contribuírem, direta ou indiretamente na minha formação.

A Professora Cristiane do Instituto de Geociências da UFF por oferecer o curso de geoprocessamento e ao seu aluno Victor Falcão por esclarecer minhas dúvidas sobre o assunto.

Ao professor Franqueira, meu orientador na graduação e ao Antônio Cândido, meu orientador na Embrapa Gado de Leite, por me incentivarem a entrar no mestrado em Economia e, novamente ao Antônio Cândido, por estar sempre disposto a me aconselhar e apoiar.

Ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, por ter me aceito no seu curso de mestrado em Economia Aplicada e que, a partir daí, definiu grande parte da minha vida profissional. À todos os professores e amigos que lá conheci, principalmente ao Professor Maurinho Luis dos Santos, grande incentivador da minha carreira na Economia.

À todos os funcionários do LES, principalmente à Maielli, por ser sempre prestativa e disposta a ajudar no que fosse possível.

À minha mãe Maria, meu pai Jorge e minha irmã Liane, por me darem as bases para as conquistas de hoje.

Aos meus incomparáveis amigos de turma doutorado, sem os quais, a passagem por Piracicaba teria sido muito menos divertida.

À Andressa, Kalinca e Marcela que, junto comigo, cunharam o lema “Não convida não que agente vai”. Seja pelas viagens inesquecíveis, saídas, apoio mútuo nos momentos críticos de cada uma de nós ou, simplesmente, pelos momentos cotidianos que temos compartilhado por esses anos. Com certeza esse período não teria sido tão ímpar se não fosse pela presença de vocês.

Ao Alexandre, Fernanda, Ana Beatriz, Elisson, Cassiano, Jerônimo e Priscila pelas conversas, saídas em momentos tensos e alegres.

Aos amigos de departamento e de Viçosa: Giovanna, Gilberto e Marcos e ao Henrique, cujo maior defeito é não ter estudado em Viçosa, pelos momentos divertidos.

Aos amigos da UFF Raul, Eliana, Flávio e Alejandra.

À todos os amigos que fiz ao longo da vida, em especial à JoanNa, Christine e Flávia Calixto.

Aos eternos amigos Ana Luísa, Arthur, Illene, Livia e Patrícia , com os quais cresci, estudei, me diverti e sempre pude contar. Obrigada por estarem sempre comigo!

Às “coincidências” da vida que me fazem amadurecer e traçar os rumos do meu destino, muitas vezes de maneiras inesperadas.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
Referências	22
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS QUE INFLUENCIAM O USO DA TERRA	25
Resumo	25
Abstract	25
2.1 Introdução	26
2.2 Código Florestal Brasileiro	26
2.3 Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR)	31
2.3.1 Metodologia.....	35
2.3.2 Resultados	37
2.4 Políticas públicas de pagamentos por serviços ambientais.....	41
2.5 Considerações Finais	43
Referências	44
3 BIOMAS BRASILEIROS: CARACTERIZAÇÃO, MUDANÇAS NO USO DO SOLO E PRODUÇÃO AGRÍCOLA.	47
Resumo	47
Abstract	47
3.1 Introdução	47
3.2 Características dos biomas brasileiros	49
3.2.1 Bioma Amazônia	49
3.2.2 Bioma Cerrado	53
3.2.3 Bioma Caatinga	54
3.2.4 Bioma Mata Atlântica.....	56
3.2.5 Bioma Pantanal	57
3.2.6 Bioma Pampa.....	58
3.3 Metodologia.....	59
3.3.1 Uso da terra e produção agrícola	60
3.3.2 Áreas de Unidades de Conservação por bioma	61

3.4 Resultados.....	62
3.4.1 Uso de áreas	62
3.4.2 Expansão da produção agropecuária	68
3.5 Conclusões	75
Referências.....	77
4 DETERMINANTES DO USO DO SOLO NO BRASIL E BIOMAS BRASILEIROS EM 2006.	81
Resumo	81
Abstract.....	81
4.1 Introdução	81
4.2 Referencial teórico	85
4.3 Referencial analítico	88
4.3.1 Modelo proposto	88
4.3.2 Sistema de Equações Aparentemente Não Relacionadas (SUR)	90
4.3.3 Variáveis e Fonte de Dados.....	92
4.3.3.1 Uso da terra	92
4.3.3.2 Preço dos produtos.....	93
4.3.3.3 Preço dos insumos	94
4.3.3.4 Área das propriedades.....	95
4.3.3.5 Outras variáveis	96
4.4 Resultados.....	98
4.4.1 Usos da terra no Brasil, grandes regiões e estados brasileiros	98
4.4.2 Resultados estimados para o Brasil.....	106
4.4.3 Resultados estimados por biomas	110
4.4.4 Elasticidades.....	128
4.4.4.1 Elasticidades área preço para o Brasil.....	128
4.4.4.2 Elasticidades área preço para os biomas brasileiros.	130
4.5 Conclusões	132
Referências.....	134
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
APÊNDICE	139
ANEXOS.....	145

RESUMO

Mudanças nos usos da terra no Brasil entre 1995 e 2006

As mudanças nos usos da terra no Brasil têm sido muito discutidas atualmente, principalmente por causar desmatamento, degradação do solo, redução da biodiversidade e aumento da emissão de gases de efeito estufa, influenciando nas mudanças climáticas. Entretanto, a atividade agropecuária é importante para a economia brasileira por ser grande geradora de emprego e renda. Dessa forma, é necessário que o governo brasileiro, por meio de políticas agrícolas e ambientais, consiga regular a interação entre o meio ambiente e a produção agrícola de modo a gerar os maiores benefícios possíveis para a sociedade tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiental. Para contribuir nessa discussão esse trabalho é composto por três artigos. O primeiro discutiu a evolução recente das políticas e instrumentos de políticas públicas que atuam diretamente nos usos das terras agrícolas privadas: o Código Florestal Brasileiro, o Importo Territorial Rural além de políticas públicas mais recentes de pagamentos por serviços ambientais. Concluiu-se que a pouca fiscalização prejudica a efetividade das políticas e, consequentemente, não induz ao comportamento esperado dos produtores. Entretanto, as políticas de pagamentos por serviços ambientais e a criação da cota de reserva ambiental tem grande potencial de influenciar os produtores em direção a atitudes mais responsáveis ambientalmente. O segundo artigo discutiu as mudanças no uso do solo e a evolução da produção agrícola abordando o Brasil e cada um dos biomas brasileiros separadamente. Observou-se que as lavouras tem se expandido sobre as áreas de pastagens e florestas. Assim, é necessário aumentar a fiscalização e controle das atividades agrícolas de modo a direcionar a pressão para as áreas de pastagens, estimulando a intensificação da bovinocultura. Além disso, é necessário o desenvolvimento de alternativas específicas para a região da caatinga, visando melhorar a produção agrícola desse bioma. O terceiro e último artigo estudou os principais determinantes do uso do solo no Brasil e nos biomas. Identificou-se grande influência da mecanização em todos os usos de solo e, para o caso da cana-de-açúcar, da presença de usinas no município. Ainda, no modelo para o Brasil, as *dummies* de biomas e as variáveis de altitude, precipitação e temperatura apresentaram influencia significativa. Ainda, as elasticidades área preço calculadas identificaram pouca influência dos preços sobre as áreas plantadas, principalmente relacionados às áreas de pastagens e florestas. Concluiu-se que os resultados do modelo estimado podem não refletir adequadamente as pressões para as alterações nos usos da terra e diversas melhorias são sugeridas. Finalmente, conclui-se que é necessária uma abordagem interdisciplinar para compreender e abordar adequadamente as mudanças do uso do solo no Brasil.

Palavras-chave: Políticas públicas; Biomas; Determinantes do uso do solo; Elasticidade área preço do uso do solo

ABSTRACT

Land use changes in Brazil between 1995 and 2006

Changes in the land use in Brazil have been much discussed today, mainly for causing deforestation, soil degradation, decrease of biodiversity and increased emission of greenhouse gases, influencing the climate change. The agricultural activity, however, is important for the Brazilian economy as it is a great generator of employment and income. Thus, it is necessary that the Brazilian government, through agricultural and environmental policies, gets to regulate the interaction between the environment and agricultural production in order to generate the greatest possible benefits to society not only from the economic but also from the environmental point of view. This work consists of three articles to contribute to this discussion. The first discussed the recent development of the public policies and policy instruments that act directly on the uses of private agricultural land: the Brazilian Forestry Code, the Rural Land Tax besides the latest public policies on payments for environmental services. It was concluded that little oversight undermines the effectiveness of policies and therefore does not lead to the expected behavior of producers. However, the policies of payments for environmental services and the creation of environmental reserve quota has great potential to influence attitudes towards producing more environmental responsibility. The second article discussed the changes in land use and the development of agricultural production in Brazil and each of the Brazilian biomes separately. It was observed that crops have expanded over the grazing areas and forests. Thus, it is necessary to increase the supervision and control of agricultural activities in order to direct the pressure to grazing areas, encouraging intensification of livestock production. Moreover, it is necessary to develop specific alternatives to the caatinga region, to improve agricultural production in this biome. The third and final article studied the main determinants of land use in Brazil and its biomes. A major influence of mechanization was identified in all land use and, for the sugar cane, the presence of industrial plants in the county also influenced its area. Still, in the model for Brazil, the dummies of biomes and the variables of altitude, rainfall and temperature had significant influence. Still, the area price elasticities calculated identified little influence of the prices on the areas planted, mainly related to grazing areas and forests. It was concluded that the results of the estimated model may not accurately reflect the pressures for changes in land uses and several improvements are suggested. Finally, it is concluded that an interdisciplinary approach is required to understand and properly deal with the changes of land use in Brazil.

Keywords: Public policies; Biomes; Determinants of land use; Area price elasticity of land use

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação do ITR na Receita Administrada pela Receita Federal e Arrecadação total do ITR no período de 1995 a 2011	34
Figura 2 – Mapa dos Biomas Brasileiros	49
Figura 3 – Biomas e estados pertencentes à Amazônia Legal.....	51
Figura 4 – Participação e Composição das lavouras temporárias em 1995/1996.....	74
Figura 5 – Participação e Composição das lavouras temporárias em 2006.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cálculo da arrecadação de Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural, por hectare de área tributável, com dados referentes ao ano de 1996 ..	38
Tabela 2 – Cálculo da arrecadação de Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural, por hectare de área tributável, com dados referentes ao ano de 2006 ..	39
Tabela 3 – Variação dos usos da terra por bioma brasileiro	63
Tabela 4 – Número e áreas das Unidades de Conservação por Esfera Administrativa e Data de Criação.	65
Tabela 5 – Quantidade produzida de produtos selecionados por bioma brasileiro ...	70
Tabela 6 – Comparação da utilização de terras, variação percentual e participação na área total para Brasil, Regiões Geográficas e Unidades da Federação para 1996 e 2006	100
Tabela 7 – Área das Terras Índigenas e de Unidades de Conservação e estabelecimentos agropecuários, contidos em terras indígenas ou unidades de conservação, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - 2006	101
Tabela 8 – Comparação de área colhida e produção na área total de lavouras entre os anos de 1996 e 2006, para soja em grão e cana-de-açúcar	104
Tabela 9 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006.	107
Tabela 10 – Coeficientes estimados para o bioma Amazônia, 2006.....	113
Tabela 11 – Coeficientes estimados para o bioma Mata Atlântica, 2006.	117
Tabela 12 – Coeficientes estimados para o bioma Cerrado, 2006.....	120
Tabela 13 – Coeficientes estimados para o bioma Caatinga, 2006.	123
Tabela 14 – Coeficientes estimados para o bioma Pampa, 2006.	127
Tabela 15 – Elasticidades área preço entre os usos de terra selecionados.....	129
Tabela 16 – Elasticidades área preço entre os usos de terra selecionados para os biomas brasileiros, 2006.	131
Tabela 17 – Alíquotas para os demais municípios brasileiros determinadas pela Lei n.8.847, de 28 de jan. de 1994.....	147
Tabela 18 – Alíquotas para os municípios do Polígono da Seca e da Amazônia Oriental determinadas pela Lei n.8.847, de 28 de jan. de 1994.	147
Tabela 19 – Alíquotas para os municípios do Amazônia Ocidental e do Pantanal Matogrossense determinadas pela Lei n.8.847, de 28 de jan de 1994	148
Tabela 20 – Alíquotas determinadas pela Lei n.9.393, de 19 de dez. de 1996.....	148
Tabela 21 – Correspondência entre os tipos de solos e o nome da variável utilizada.	149
Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006.	151
Tabela 23 – Coeficientes estimados para a Amazônia em 2006.....	158
Tabela 24 – Coeficientes estimados para a Mata Atlântica em 2006.....	162

Tabela 25 – Coeficientes estimados para o Cerrado em 2006.....	167
Tabela 26 – Coeficientes estimados para a Caatinga em 2006.....	172
Tabela 27 – Coeficientes estimados para o Pampa em 2006.....	175
Tabela 28 – Área total média das propriedades agrícolas por Grandes Regiões Brasileiras em 2006.	178
Tabela 29 – Cargas fatoriais e comunicações do fator geral para o modelo Brasil, 2006.....	178
Tabela 30 – Cargas fatoriais e comunicações do fator geral para o bioma Cerrado, 2006.....	178
Tabela 31 – Cargas fatoriais e comunicações do fator geral para o bioma Caatinga, 2006.....	178
Tabela 32 – Cargas fatoriais e comunicações do fator geral para o bioma Mata Atlântica, 2006	179
Tabela 33 – Cargas fatoriais e comunicações do fator geral para o bioma Pampa, 2006.....	179
Tabela 34 – Cargas fatoriais e comunicações do fator geral para o bioma Amazônia, 2006.....	179

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de produtos agropecuários. De acordo com dados da Food and Agriculture Organization (FAO), em 2010, o país foi o quinto maior produtor de cereais e o segundo maior de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. Outra cultura de destaque é a cana-de-açúcar. Para ela, no mesmo ano, o Brasil foi o maior produtor mundial, produzindo duas vezes e meia a mais que a Índia, segundo lugar no ranking. Tratando-se de produtos de origem animal, o desempenho brasileiro não é diferente. Em 2010, o Brasil foi o segundo maior produtor de carne bovina produzindo quase sete milhões de toneladas, o terceiro maior produtor de carne de frango, produzindo 10,692 milhões de toneladas, e o quinto maior produtor de carne suína.

Graças a esse desempenho, segundo Santos (2011), o país registrou em 2010, exportações recordes no setor agropecuário, com US\$ 76,4 bilhões, valor que supera em US\$ 4,6 bilhões 2008, o melhor ano até então, para as vendas externas do agronegócio. Os itens mais exportados pelo país foram em primeiro lugar a soja, seguida do açúcar e das carnes. Dessa forma, em 2010, o complexo sucroalcooleiro tornou-se o segundo no ranking exportador, com 18% das exportações totais, ocupando o lugar das carnes, que têm 17,8% das vendas externas.

Esse desempenho só é possível graças ao imenso estoque de recursos naturais do país. O Brasil é o quinto maior país do mundo em tamanho e tem a quarta maior área agrícola, com 264,5 milhões de hectares. Além disso, possui vegetação e recursos florísticos bastante variados, abrigando uma das floras mais ricas do mundo, com 32,364 espécies de plantas vasculares conhecidas e catalogadas, sendo 56% delas endêmicas (FORZZA et al., 2010), assim como recursos hídricos abundantes e um terço das florestas tropicais do planeta. Entretanto, todo esse estoque deve ser administrado com extrema cautela para evitar que o consumo supere a taxa de reposição dos recursos naturais renováveis.

Historicamente, a dinâmica de usos da terra no Brasil já apresentava padrões semelhantes aos de hoje. Furtado (1959) descreve a inserção da atividade pecuária como secundária à atividade açucareira no Nordeste no século XVII. Esta atividade era necessária por prover alimentos e fornecer animais de tiro para os engenhos. Com a alta lucratividade das terras do litoral, a pecuária foi sendo

deslocada para o interior do país. Tal atividade era extensiva, e a princípio, itinerante, devido à baixa capacidade de suporte das pastagens da época. Dessa forma, iniciava-se o desmatamento para a abertura de pastagens.

Diante de tal contexto, atualmente, um dos grandes debates se desenvolvem em torno das mudanças no uso da terra de forma a evitar que a área de produção agropecuária invada as áreas de floresta, polua os estoques de água ou degrade o solo. Isso porque as produções agrícolas modernas têm se apoiado no uso de defensivos agrícolas e fertilizantes químicos. Da mesma forma, a produção animal tem se tornado cada vez mais intensiva, fato que pode gerar impactos ambientais importantes como as emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT (BRASIL, 2010) ao contrário do que ocorre em países desenvolvidos, nos quais as emissões provenientes da queima de combustíveis se sobressaem, no Brasil, a maior parte das emissões é proveniente da agricultura e das mudanças no uso da terra e de florestas. Na agricultura, as principais emissões são devidas à queima da cana-de-açúcar, que emitiu, em 2005, 6,75% do total de emissões de monóxido de carbono (CO), e à fermentação entérica, principalmente de bovinos, emitindo no mesmo ano, 63,44% do total de metano (Brasil, 2010). Já as mudanças do uso da terra e de florestas emitiram 75,9% do dióxido de carbono (CO₂) e 64,4% do CO total emitido em 2005 pelo Brasil. Essas emissões consideram tanto o desmatamento e as queimadas para a abertura de novas terras agrícolas como o uso de calcário para correção do solo. Ainda, as emissões de CO₂ devido a mudanças no uso da terra foram estratificadas por biomas, dessa forma, a Amazônia emitiu 51% e o Cerrado 16,8% de todas as emissões de CO₂ brasileiras (BRASIL, 2010).

Por isso, o governo brasileiro tem um papel fundamental ao estabelecer limites e normas sobre o uso da terra de forma a evitar que a área de produção agropecuária invada as áreas de matas brasileiras. De acordo com Sparovek et al. (2011), o Código Florestal é o principal instrumento legal capaz de regular a proteção e a restauração da vegetação natural, por abranger inclusive a proteção de terras privadas. Isso porque são em áreas privadas que está a maior parte da vegetação natural ainda existente nas seguintes proporções: Cerrado 87%, Mata Atlântica 92%, nos Pampas, 99%, e na Caatinga, 98%. O Bioma Amazônia foi excluído da análise por apresentar grandes áreas de terras públicas não destinadas e por “insegurança jurídica” sobre a posse das terras. Assim, segundo esses

autores, tal fato “justifica a manutenção do Código Florestal como instrumento essencial ao equilíbrio entre o interesse privado da produção agrícola e o interesse coletivo da preservação ambiental e seu aprimoramento”.

Além disso, iniciativas que unem os setores público e/ou privado visando aliar a preservação ambiental e a produção agrícola também são necessárias. Alguns exemplos já existem, principalmente, relacionados à certificação de produtos agropecuários. No entanto, tais iniciativas não serão analisadas neste trabalho.

Um ponto específico do debate é a questão da expansão da área de pastagens em direção às áreas de florestas existentes, principalmente nos biomas Cerrado e amazônico. Estima-se que esse movimento aconteça, pois as áreas antes utilizadas como pastagens, devido às técnicas de fertilização química, irrigação e o desenvolvimento de espécies adaptadas às condições climáticas e do solo, têm se tornado atrativas para atividades agrícolas, principalmente a plantação de grãos no Centro-Oeste. Nesse sentido, o estudo da World Wildlife Fund Brasil (WWF Brasil) de 2009, estima que existam pelo menos 70,8 milhões de hectares que podem ser destinados à exploração agrícola sem que os produtores precisem avançar sobre aqueles biomas. A maior parte dessa área é formada por pastos degradados localizados em regiões agrícolas já consolidadas.

Outro ponto é a expansão de áreas destinadas à produção de combustíveis renováveis, principalmente o etanol. Para outros países, essa discussão atinge a questão da substituição da produção de alimentos pela produção de combustíveis. Entretanto, Bacha (2011), ao analisar os impactos das fontes energéticas agrícolas, concluiu que não aconteceu escassez de alimentos no Brasil, pois as produções per capita de frutas, matérias-primas agrícolas, alimentos e bebidas aumentaram. Nesse sentido, Camargo et al. (2008), ao estudarem a expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo no período de 2001 a 2006, concluíram que a expansão dessa lavoura tem determinado novas configurações regionais, principalmente na região Oeste do estado, o que no geral, pouco afetou a produção de alimentos. Com relação à influência dessa cultura nas florestas, estudo de Sparovek et al. (2009) sobre a expansão de cana-de-açúcar no Brasil entre de 1996 a 2006, indica que a expansão não contribuiu para o desmatamento. Segundo esse autor, a quantidade de florestas nas propriedades na área de agrícola tradicional, foi menor que o mínimo estabelecido por lei durante todo o período. A cana-de-açúcar apenas levou à redução de pastagens e, conseqüentemente, do rebanho bovino. Não pode ser

estabelecido se esse movimento induziu a expansão de pastagens sobre outras áreas, o que possivelmente levaria ao desmatamento indireto. Observou-se também que, em menores taxas, a expansão de cana-de-açúcar na região Nordeste e no Amazonas estava diretamente relacionada ao desmatamento e à competição por culturas alimentares.

De forma a evitar tais conflitos, foi elaborado o Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar, visando fornecer subsídios técnicos para indicar as melhores áreas para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar, com base nos fatores físicos, bióticos, socio-econômicos e jurídico institucionais do território nacional. Essa iniciativa é diferente do tradicional zoneamento agrícola de risco climático utilizado para atender ao seguro rural, já que, segundo Manzatto et al. (2010), “seu objetivo é fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas, visando à expansão e produção sustentável da cana-de-açúcar brasileira”. Os resultados desse trabalho mostram que existem aproximadamente 64 milhões de hectares de áreas para potencial expansão dessa cultura, sendo que destas, 37 milhões são áreas que, em 2002, eram ocupadas com pastagem. Dessa forma, os autores acreditam que não há a necessidade de competição da produção de bicompostíveis com a agricultura e nem há incentivo à expansão da cultura em áreas na Amazônia ou no Pantanal.

Outra cultura de grande importância para o agronegócio brasileiro e que tem se expandido muito nos últimos anos é a cultura da soja. A soja é a principal fonte de óleo para a crescente produção nacional de biodiesel. Em novembro de 2010, de acordo com ANP (2010), o óleo de soja correspondeu a 82,62% de toda a matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel. Além de ser utilizada também na alimentação humana, a soja é uma das mais utilizadas fontes de proteínas das rações animais, atendendo tanto ao mercado interno quanto ao externo, seja em estado natural ou por meio dos seus produtos processados (DALL’AGNOL et al. 2010).

Barona et al. (2010) sugerem que a soja esteja deslocando as pastagens em direção ao Norte do país. Segundo esses autores, o desmatamento é predominantemente resultado da expansão das pastagens. Seus resultados sugerem que existam relações indiretas entre a plantação de soja no Mato Grosso e o desmatamento na Amazônia brasileira, embora não permitam afirmar tal hipótese.

Visando evitar esse tipo de associação e com o objetivo de melhorar a imagem da soja brasileira frente aos compradores internacionais, a Associação Brasileira de Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE) e a Associação Nacional de Exportadores de Cereais (ANEC) assumiram o compromisso de implementar um programa de governança, cujo objetivo era não comercializar, (a princípio por dois anos) soja produzida em áreas desmatadas a partir de 24 julho de 2006, no bioma Amazônia (ABIOVE, 2008). Esse acordo previa monitoramento das áreas do bioma amazônico pela interpretação de imagens aéreas e identificação da área de plantio de soja. Assim, foi formado o Grupo de Trabalho da Soja (GTS), unindo representantes de empresas do setor da soja e da sociedade civil. Em 2008, o Ministério do Meio Ambiente se uniu ao GTS.

Dessa maneira, o compromisso (conhecido como Moratória da Soja) foi sendo renovado anualmente e seu monitoramento foi aumentando em área e número de polígonos, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (ABIOVE, 2010). De acordo com Rudorff et al. (2011), ao analisar os resultados do monitoramento 2009/2010, ainda é prematuro afirmar que as recentes baixas nas taxas de desmatamento na Amazônia são resultado da Moratória da Soja, mas ela certamente teve efeito inibitório na expansão da fronteira agrícola da soja nesse bioma.

Pelo exposto, pretende-se avaliar as mudanças no uso das terras privadas brasileiras ocorridas entre 1995 e 2006. Serão analisadas a variação e os determinantes das áreas de pastagens, matas e florestas e áreas de cultivo de cana e soja, calculando-se as elasticidades área preço diretas e cruzadas desses usos para o Brasil e para os biomas brasileiros em 2006.

Para tanto, este trabalho está dividido em outros quatro capítulos além desta introdução. O primeiro apresenta e discute as políticas e instrumentos públicos capazes de influenciar as decisões relacionadas ao uso das terras privadas que atuam na interação entre produção agropecuária e preservação dos recursos naturais. Nele, são abordadas a evolução do código florestal brasileiro e do imposto territorial rural, além de políticas públicas de pagamentos por serviços ambientais adotadas mais recentemente nos âmbitos federal e estadual.

O segundo capítulo tem o objetivo de mostrar que características diferenciadas de ocupação e estoque de recursos naturais foram capazes de delinear e definir as vocações de cada um dos biomas brasileiros. Para isso, foi

realizada uma pequena revisão sobre as atividades produtivas e, utilizando-se dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006, avaliou-se a evolução no uso da terra e na produção agropecuária nos biomas. Para complementar essa análise, foi incluída na discussão a criação de Unidades de Conservação e a sua evolução em número e área antes, durante e após o período dos censos.

O terceiro capítulo pretende explicar o uso do solo em 2006, no âmbito geral do território brasileiro e segundo cada um dos biomas constituintes e avaliar quais os fatores que podem influenciar a alocação dos usos de terras selecionados. Foi utilizado o modelo Regressões Aparentemente Não Relacionados, e a partir dos coeficientes estimados, foram calculadas as elasticidades-preço direta e cruzadas para o preço dos produtos obtidos pelos demais usos selecionados. Nesse contexto também são discutidas as principais dificuldades encontradas no trabalho empírico.

O quarto e último capítulo traz as considerações finais, relacionando os resultados e conclusões dos capítulos anteriores, evidenciando as principais contribuições do trabalho para a discussão sobre as dinâmicas da produção agropecuária e a preservação ambiental.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Boletim mensal de biodiesel**, dezembro/2010. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: 24 jan. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS – ABIOVE. **Moratória da Soja foi renovada e utilizará nova ferramenta de monitoramento desenvolvida pelo INPE**. 2010. 2p. Disponível em: <www.abiove.com.br>. Acesso em: 10 nov.2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE ÓLEOS Vegetais – ABIOVE. **Moratória da Soja: avanços e próximos passos**. 2008. 5p. Disponível em: <www.abiove.com.br>. Acesso em: 10 nov.2011.

BACHA, C. J. C. The impacts of agriculture-based energy sources on land use in Brazil. In: AMANN, E.; BAER, W.; COES, D.V.. (Org.). **Energy, Bio Fuels and Development**. New York: Routledge, 2011. v. 1, p. 236-255.

BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O.T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**; Bristol v.5, n.2, 2010. 9p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. **Segunda comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudanças do clima**. Coordenação-geral de mudanças globais do clima. Brasília: MCT, 2010. 280p.

CARMARGO, A.M.M.P.; CASER, D.V.; CAMARGO, F.P.; OLIVETTE, M.P.A.; SACHS, R.C.C.; TORQUATO, S.A. Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.38, n.3, p.47-66. 2008.

DELL'AGNOL, A.; LAZOROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. **Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 19p. (Circular Técnica, 74)

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Estatistical databases**. Disponível em: <www.fao.org/> Acesso em: 9 jun. 2012.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P.M.; COSTA, A.; CARVALHO JÚNIOR, A.A.; PEIXOTO, A.L.; WALTER, B.M.T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D.P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H.D.; PRADA, J.; STEHMAN, J.R.; BAUMGRATZ, J.F.A.; PIRANI, J.R.; SYLVESTRE, L.S.; MALA, L.C.; LOHMANN, L.G.; PAGANUCCI, L. SILVEIRA, M.; NADRUZ, M.; MAMEDE, M.C.H.; BASTOS, M.N.C.; MORIM, M.P.; BARBOSA, M.R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T.; SOUZA, V.C.. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. V.1, 871p.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura. 1959. 291p.

MANZATO, C.V.; BACA, J. F. M.; PEREIRA, S. E, M.; ASSAD, E.D.; MEIRELLES, M. S. P.; BACA, A. F. M.; NAIME, U. J.; MOTTA, P. E. F. da. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: abordagem metodológica para integração temática de grandes áreas territoriais. In: PRADA, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de (Org.) **Manejo e Conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 486p.

RUDORFF, B.F.T.; ADAMI, M.; AGUIAR, D. A.; MOREIRA, M. A.; MELLO, M.P.; FABIANI, L.; AMARAL, D.F.; PIRES, B.M. The soy moratorium in the amazon biome monitored by remote sensing images. **Remote Sensing**, Basel, v.3, p.185-202, 2011.

SANTOS, E. **Exportações batem US\$ 76 bi e alcançam maior valor da história. Notícias**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br> . Acesso em: 10 jan. 2011

SPAROVEC, G.; BARRETTO, A.; KLUNG, I.; PAPP, I.; LINO, J. A revisão do código florestal brasileiro. **Novos Estudos**, São Paulo, v.89, p.111-135, 2011.

SPAROVEK, G.; BARETTO, A.; BERNDES, G.; MARTINS, S.; MAULE, R. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996-2006. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, Heidelberg, v.14 p.285-298. 2009.

WORLD WILDLIFE FUND BRASIL -WWF Brasil. Programa de Agricultura e Meio Ambiente. **O impacto do mercado mundial de biocombustíveis na expansão da agricultura brasileira e suas consequências para as mudanças climáticas**. Documento para consulta e debate. Brasília: WWF Brasil, 2009. 66 p.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS QUE INFLUENCIAM O USO DA TERRA

Resumo

O objetivo desse trabalho é avaliar se as políticas públicas existentes atualmente são capazes de regular adequadamente a interação entre a produção agrícola e a proteção da vegetação nativa. Para isso, esse trabalho discutiu a evolução recente do Código Florestal Brasileiro e do Imposto Territorial Rural (ITR). Ainda, políticas públicas de pagamento por serviços ambientais implantadas recentemente foram brevemente abordadas. Observou-se que a criação da Cota de Reserva Ambiental (CRA) pelo novo Código Florestal Brasileiro possibilitará a geração de renda nas áreas preservadas, o que pode mudar o paradigma dos produtores que atualmente consideram essas áreas improdutivas. Com relação ao ITR, observou-se que a média brasileira de arrecadação se reduziu, passando de R\$ 2,41/ha em 1996 para R\$ 1,92/ha em 2006 e que o número de estados que arrecadaram menos de um real por hectare passou de 4 em 1996 para 11 em 2006, demonstrando graves problemas de evasão. Concluiu-se que as políticas de comando e controle vigentes por não serem adequadamente fiscalizadas, não geram o comportamento esperado dos produtores. Entretanto, a criação da CRA e as políticas de pagamento por serviços ambientais podem estimular a manutenção e a recomposição das áreas de preservação mínimas exigidas por lei.

Palavras-chave: Imposto territorial rural; Código florestal; Políticas públicas de pagamento por serviços ambientais

Abstract

This study aims to evaluate whether the current public policies are able to properly regulate the interaction between agricultural production and the protection of native vegetation. For this, it was discussed the recent developments in the Brazilian Forest Code and the Rural Land Tax (ITR). Recent public policies of payment for environmental services were briefly discussed. It was observed that the creation of the Environmental Reserve Quota (CRA) by the new Brazilian Forest Code will enable income generation of preserved areas, which can change the paradigm of producers who consider these as unproductive areas. Regarding the ITR, it was observed that the average ITR Brazilian revenues decreased from R\$ 2.41/ha in 1996 to R\$ 1.92/ha in 2006 and that the number of states that collected less than one real per hectare increased from 4 in 1996 to 11 in 2006, showing serious problems of tax evasion. It was concluded that the existing command and control policies by not being properly supervised, do not generate the expected behavior of producers. However, the creation of CRA policies and the payment for environmental services can stimulate the maintenance and restoration of the minimum native vegetation required by law.

Keywords: Rural land tax; Brazilian forest code; Public policies of payment for environmental services

2.1 Introdução

As decisões de como alocar as terras privadas são tomadas diretamente por quem utiliza a propriedade (seja o proprietário ou arrendatário). Entretanto, de acordo com as políticas públicas vigentes nos diferentes momentos de tomada de decisão, os produtores vão escolher como alocar a terra que têm disponível de forma a maximizar o seu lucro frente às regulações impostas.

Dessa forma, o estabelecimento de políticas com objetivos claros e de execução eficiente são fundamentais para determinar como ocorrerá a interação entre a produção agrícola e a proteção da vegetação nativa. Essa regulação é importante, pois embora a produção agropecuária brasileira seja de grande relevância na economia nacional, as áreas de vegetação nativas têm tido sua importância cada vez mais destacada por diversos fatores, entre eles a regulação do clima, a manutenção da biodiversidade e a proteção do solo.

Nesse contexto, este capítulo tem o objetivo de discutir a evolução e a eficiência do Código Florestal Brasileiro e de um de seus instrumentos, o Imposto Territorial Rural, discutindo como eles têm influenciado a conversão entre os usos de terra selecionados. Ainda, Políticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) implantadas mais recentemente são brevemente abordadas.

Para tanto, este capítulo está dividido em outras quatro partes além desta introdução. A primeira parte traz uma discussão sobre a evolução do Código Florestal Brasileiro. A segunda aborda o Imposto Territorial Rural e faz uma breve análise sobre a arrecadação proveniente deste imposto nos anos de 1996 e 2006 ao cruzar dados da Receita Federal e dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006. A terceira parte traz as políticas de PSA adotadas nos âmbitos federais e estaduais. A quarta apresenta as conclusões.

2.2 Código Florestal Brasileiro

Após longas discussões entre senadores e deputados federais e reuniões de ministros com a Presidente Dilma Roussef, foi aprovado, em 25 de maio de 2012, a Lei número 12.652 que trata do novo Código Florestal Brasileiro, em vigor desde então. Para chegar a esse resultado, a presidente vetou 12 pontos do Código enviado para sanção pelo Congresso Nacional e fez modificações em 32 pontos por meio da medida provisória número 571 de mesma data. A alteração dessa lei estava em discussão desde 1999 e vinha causando muitas controvérsias, pois havia a

necessidade de coordenar os interesses da produção agropecuária e da proteção dos recursos naturais brasileiros. Nesse sentido, ainda são esperadas mudanças nos textos publicados até o momento, pois apenas 11 dias após a publicação da lei, 620 emendas já haviam sido propostas (ANGELO E MATOS, 2012).

O Código Florestal Brasileiro anterior havia sido instituído em 15 de setembro de 1965, entretanto, como ressalta Sparovec et al.(2011), “vários dispositivos foram inseridos diretamente na mencionada Lei por meio de medidas provisórias, sucessivamente reeditadas que vigiam como MP 2.166-67”. O mesmo autor lembra que diversos atos normativos também foram publicados para complementar o Código, por meio de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Cabe salientar que o Código Florestal de 1965 era o segundo existente, pois desde 1934 já havia um Código Florestal. No entanto, segundo Bacha (2004), o modelo político desenvolvimentista vigente na época do primeiro código transferia recursos da agropecuária para a indústria e atividades urbanas e, por isso, não alocou recursos para cumprir aquela legislação já que a expansão da agropecuária era fonte de recursos do governo.

Quando o segundo Código Florestal foi implantado, a execução da política florestal ficou a cargo do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Segundo Bacha (2004), apesar do código ser mais rigoroso, suas medidas foram pouco aplicadas e não condiziam com outras adotadas pelo governo federal na época, tais como: facilidade de crédito e política de garantia de preços para expansão agropecuária, que duraram da década de 1970 até a primeira metade da década de 1980; ampliação da malha rodoviária; incentivos econômicos para projetos agropecuários na Amazônia e no Nordeste, além de conflitos com outras legislações federais.

Mais recentemente, com o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, maior demanda de produtos ecologicamente corretos e a criação da lei de crimes ambientais, houve por parte dos órgãos responsáveis, maior fiscalização, o que gerou insatisfação dos produtores rurais.

Nesse contexto, foi proposta a revisão do Código Florestal. O principal argumento em favor de um novo Código era que o de 1965 restringia o desenvolvimento do setor agropecuário. Entretanto, Sparovec et al. (2011) contestam tal argumento, afirmando que apenas com a intensificação da produção de bovinos de 1,14 para 1,50 cabeças por hectare e o aumento do desfrute do

rebanho de 22% para 30% (o que é facilmente alcançável com as tecnologias existentes hoje) o País conseguiria ter a mesma produção de carne bovina, liberando 69 milhões de hectares (área maior do que a soma de todos os outros usos agrícolas). De toda a pastagem existente atualmente, os autores afirmam que 61 milhões de hectares apresentam elevada ou média aptidão para lavoura. Apenas essa conversão abriria espaço para atender à demanda crescente de produtos agrícolas, sem que fosse necessária a expansão sobre áreas de florestas. Assim, os autores sugerem que a conversão de florestas em pastagens não ocorre pela real necessidade de terra para a produção agropecuária.

O primeiro artigo do Código Florestal vigente afirma que “as florestas existentes em território nacional e as demais formas de vegetação, (...) são bens de interesse comum a todos os habitantes do País”. Nesse instante, ao reconhecer as florestas como bens públicos, cabe ao Governo instituir meios de prover a sociedade uma quantidade que traga o maior benefício social possível, mesmo que apenas os instrumentos de mercado não sejam capazes de ofertá-la. Nesse sentido, a versão vigente traz os princípios: “VI - fomento à inovação para o uso sustentável, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa; e VIII - criação e mobilização de incentivos jurídicos e econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa, e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis” (BRASIL, 2012), reconhecendo a necessidade da criação de novos instrumentos.

Sendo assim, instituíram-se novos procedimentos, como a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), da Cota de Reserva Ambiental (CRA) e a obrigatoriedade do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) para os estados. Dessa maneira, o CAR passa a ser um registro público eletrônico de âmbito nacional, que tem como objetivo “integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais para compor bases de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento” (BRASIL, 2012), exceto para os casos em que o proprietário já tenha averbado a Reserva Legal no registro de imóveis. Os proprietários tem um ano, prorrogável por mais um para realizá-lo. Esse cadastro gerará uma importante base de dados para pesquisas futuras, principalmente, se também incluir informações sobre os outros usos de solo existentes na propriedade.

A Cota de Reserva Ambiental é correspondente a um hectare de área com vegetação nativa primária, secundária ou de área de recomposição, mediante reflorestamento com espécies nativas, que poderá ser utilizada para compensar áreas de Reserva Legal de imóveis rurais no mesmo bioma. A emissão deve ser feita mediante requerimento do proprietário e laudo comprobatório emitido pelo órgão ambiental ou entidade credenciada, ficando, o proprietário, responsável pela manutenção das condições de conservação da vegetação nativa da área que deu origem ao título. A CRA se torna, então, um instrumento transacionável, que possibilita a geração de renda nas áreas preservadas, o que pode mudar o paradigma dos produtores que atualmente veem tais áreas como improdutivas. Dessa forma, essa cota tem o potencial de facilitar a compensação de outras propriedades embora se deva considerar que, se o órgão ambiental não tiver estrutura para arcar com a responsabilidade de emití-las ou se forem criados muitos custos ou burocracia para sua emissão, esse mecanismo pode não atingir seus objetivos.

Finalmente, estabeleceu-se o prazo de cinco anos para os estados elaborarem seus zoneamentos ecológico-econômicos, os quais devem guiar as mudanças nos usos do solo futuramente.

Apesar de alterações pontuais, o Código vigente continua estabelecendo dois tipos de áreas, além das áreas de produção: as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal. As APP têm “a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Essas áreas são as florestas e demais tipos de vegetação com comprimento mínimo de 30 metros, localizada nas margens dos rios, entorno de lagos e reservatórios de água, nascentes e olhos d'água perenes. Também são consideradas APP topos de morros, encostas com declividade superior a 45°, restingas, manguezais, veredas, bordas de tabuleiros ou chapadas e todas as áreas em altitudes superiores a 1800 metros. Caso tenha havido supressão da vegetação nessas áreas, o proprietário fica obrigado a recompor a vegetação, exceto nos casos permitidos na lei.

Nas áreas de APP é permitido o acesso de pessoas e animais para obtenção de água e realização de atividades de baixo impacto ambiental, como trilhas para ecoturismo e educação ambiental. Cabe lembrar que as Áreas de Preservação

Permanentes não podem ser compensadas com a CRA e devem ser recuperadas em todas as propriedades rurais.

Sobre as áreas de Reserva Legal, elas são “necessárias ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas”. Sua localização, de acordo com o novo Código, deve levar em consideração o plano de bacia hidrográfica, o Zoneamento Ecológico-Econômico, a formação de corredores ecológicos com outras áreas de preservação, a área de maior importância para a preservação da biodiversidade e a de maior fragilidade ambiental. O órgão ambiental competente deve aprovar a localização da reserva legal após a inclusão dela no CAR, dessa maneira, a averbação em cartório deixará de ser obrigatória. A exploração econômica dessas áreas é admitida sob manejo sustentável. Para uso eventual sem propósito comercial e para consumo no próprio imóvel pode ser realizada extração de até dois metros cúbicos por hectare por ano, sem a necessidade de autorização. Já a extração com propósitos comerciais depende de uma autorização simplificada do órgão ambiental competente.

As áreas de Reserva Legal devem ser de no mínimo oitenta por cento da área do estabelecimento rural localizado na Amazônia Legal, trinta e cinco por cento da área do estabelecimento rural localizado no Cerrado dentro da Amazônia Legal e, vinte por cento da área daqueles localizados nas demais regiões do país. Para pequenas propriedades, “podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais” (BRASIL, 2012).

Após a definição da localização e, caso tenha havido supressão da vegetação nas áreas, a recomposição da Reserva Legal deve ser iniciada no máximo em dois anos e concluída nos prazos estabelecidos pelo Programa de Regularização Ambiental.

As áreas de APP e Reserva Legal continuam podendo ser deduzidas da base do cálculo do imposto territorial rural, como uma forma de estímulo à manutenção das mesmas. Embora, como discutido a seguir, esse incentivo até o momento, tenha sido pouco eficaz.

2.3 Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR)

O ITR é um imposto baseado no princípio usuário pagador e foi criado pelo Estatuto da Terra em 1964, visando estimular o uso econômico da terra com a racionalização da atividade, dentro dos princípios de conservação dos recursos naturais renováveis. Desde então, o texto original vem sofrendo alterações e a redação vigente é da Lei n. 9.393 de 19 de dezembro de 1996, já alterada por algumas leis mais recentemente.

Ao analisar a aplicação do ITR no período de 1964 a 1979, Oliveira e Costa (1979), apud Oliveira (1993), já detectavam graves problemas de evasão e dificuldades na atualização do valor da terra nua, um dos valores base para cálculo do imposto. Assunção e Moreira (2000), referindo-se a década de 1980, afirmam que a produtividade (cujo valor era utilizado no cálculo do imposto), em alguns casos aceitos pelo INCRA, era dez vezes superior ao valor esperado calculado pelo IBGE. Outros problemas observados pelos mesmos autores eram que o percentual de valor da terra nua (VTN) declarado em relação ao preço real da terra, variava de 20% nas propriedades com menos de 10 hectares e 1,2% naquelas com mais de 10 mil hectares e, ainda, que a área declarada aproveitável era muito menor que a real, com os maiores produtores declarando em torno de 50% e os menores, 94%.

Em 1994, os critérios do ITR foram modificados pela Lei n. 8.847 de 28 de janeiro de 1994. Segundo Homma et al. (1998), as principais mudanças foram a eliminação dos módulos rurais, a mudança no sistema de descontos e a eliminação dos descontos de produtividade. Nessa versão, ainda foi mantida a determinação de que o valor da terra nua seria calculado por órgãos públicos responsáveis.

A mesma lei trazia três tabelas de alíquotas diferenciadas para municípios localizados no polígono das secas e Amazônia Oriental, na Amazônia Ocidental e Pantanal Mato-grossense e outra para os demais municípios. A intenção dessas tabelas era considerar as desigualdades regionais do país. Ainda, eram isentos do imposto imóveis rurais oriundos de reforma agrária quando explorados pelos assentados sob a forma de associação ou cooperativa de produção e imóveis considerados pequenas glebas¹, desde que esses fossem explorados apenas pela

---

¹ Imóveis eram considerados pequenas glebas caso tivesse área inferior a 80 hectares se localizados em municípios da Amazônia Ocidental ou Pantanal Mato-grossense, 40 hectares nos municípios no Polígono das Secas e Amazônia Oriental e 25 hectares nos demais municípios brasileiros.

família do proprietário e o mesmo não tivesse imóvel urbano. As áreas isentas, dentro das propriedades rurais eram as de preservação permanente, as de reserva legal, as de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas, assim declaradas pelo órgão competente, e as reflorestadas com florestas nativas.

Homma et al. (1998), ao avaliar essas mudanças considerando principalmente o uso do solo na Amazônia, concluiu que a eliminação dos descontos por produtividade simplificaram os cálculos, mas tiveram impactos negativos, pois não beneficiavam os produtores que intensificam suas atividades, além de não considerar o fator sustentabilidade, entendido como a manutenção da produtividade por longo período de tempo. O mesmo autor afirmava que apesar de ser positiva a simplificação dos cálculos, não foi introduzida nenhuma inovação que beneficiasse os sistemas produtivos com melhor manejo ou redução do imposto para proprietários que mantivessem a cobertura vegetal (essas terras eram consideradas não produtivas, penalizando os proprietários que as mantivessem). Dessa forma, concluiu, ainda, que continuava o estímulo as atividades de baixa produtividade na Amazônia.

Em 1997, foi lançada a Lei n. 9.393 de 19 de dezembro de 1996, em vigor até o presente momento. Sua idéia básica, de que os produtores rurais paguem mais impostos quanto menos produtiva for a terra e quanto maior for a área total da propriedade foi mantida, mas algumas mudanças foram feitas: houve aumento das alíquotas, principalmente para os imóveis grandes, que passou de 4,5% para 20% em alguns casos; redução do número de faixas de cobrança, simplificando o cálculo; fim da diferenciação regional das alíquotas; e o contribuinte passou a prestar as informações necessárias ao cálculo do ITR, inclusive o valor correspondente ao seu imóvel rural.

A Receita Federal pode, por meio de convênios, delegar a fiscalização das informações ao INCRA e esse, ao IBAMA, Funai e Secretarias Estaduais de Agricultura. Para tentar evitar declarações de valores muito abaixo dos valores reais, o valor declarado serve para fins de desapropriação e cálculo da indenização. Dessa forma, eliminaram-se os problemas de levantamento de preços da terra nua, destacados anteriormente.

Outra alteração importante foi de que a Secretaria da Receita Federal passou a poder delegar a cobrança e lançamento do ITR para as prefeituras por meio de convênios. Nesse caso, os municípios puderam dispor da totalidade do imposto

arrecadado. Assim, tentou-se reduzir a inadimplência e aumentar a fiscalização do pagamento.

Entretanto, tais mudanças não surtiram efeitos no valor arrecadado, o que pode ser observado na Figura 1. O eixo vertical, à esquerda, se refere à participação percentual do ITR na arrecadação administrada pela Receita Federal (RFB). De acordo com dados da RFB, o percentual arrecadado de ITR, em relação à Receita Administrada pela RFB, utilizando-se dados de 1989 a 2011, foram inferiores a 0,2%, excetuando-se os anos de 1995 e 1996 (em que a participação foi de 1,2% e 0,28%, respectivamente). Comparando esses valores com o IPI cobrado, em 1996, apenas sobre o fumo, que foi de 7,1%, e as bebidas, de 4,4%, pode-se observar quão baixos são os valores arrecadados referentes a esse imposto.

Na mesma figura, o eixo vertical, à direita, está expresso em reais. Os valores foram deflacionados pelo IGP-DI. Observa-se que no período de 1995 a 2011, a arrecadação total vem caindo, embora, a partir de 2004, os dados estejam apresentando uma tendência de crescimento. Embora, o valor arrecadado ainda seja muito baixo.

Figura 1 – Participação percentual do ITR na Receita Administrada pela Receita Federal e Arrecadação total do ITR (em milhões de reais) no período de 1995 a 2011

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados da Receita Federal.

Ao considerar que a isenção do ITR às Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal é utilizada como estímulo para que os proprietários mantenham tais áreas, valores tão baixos impedem qualquer efetividade que esse instrumento possa ter. Nesse ponto, é válido investigar se essa baixa arrecadação tem ocorrido em todos os estados ou se em alguns, esse instrumento tem maior eficiência. Para isso, calculou-se o valor arrecadado desse imposto por hectare de área tributável, o que permite que se observe as diferenças entre os estados. Assim, os subitens seguintes trazem a metodologia e os resultados de uma breve análise realizada, cruzando-se os dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006 com aqueles de arrecadação do ITR por estado, obtidos da Receita Federal.

Cabe destacar que esses cálculos usam fontes diferentes das utilizadas pela Receita Federal. Entretanto, procurou-se ao máximo obter estimativas conservadoras, de forma a reduzir as chances de obter-se valores sobre-estimados.

2.3.1 Metodologia

Para obter o valor médio arrecadado de ITR por hectare de área tributável, foram calculadas as áreas tributáveis para cada estado e, tais valores, utilizados para dividir o valor arrecadado com o ITR. Essas áreas foram calculadas utilizando-se dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006, de acordo com o que estabeleciam as leis vigentes durante o período de coleta dos dados censitários.

Para 1995/1996, de acordo com a Lei n.8.847 de 28 de janeiro de 1994, poderiam ser isentas, as áreas de até:

- 40 hectares, localizadas nos municípios do Polígono das Secas e Amazônia Oriental;
- 80 hectares, aquelas localizadas na Amazônia Ocidental ou no Pantanal Mato-grossense; e
- 25 hectares, se localizadas em outras regiões do país.

Entretanto, essa isenção dependia do proprietário não possuir imóvel urbano e explorar a áreas apenas com sua família. Como no censo de 1995/1996 não foi pesquisado se o produtor usava mão de obra familiar ou não e como as áreas das propriedades estão estratificadas de acordo com valores pré-estabelecidos pelo IBGE, optou-se por considerar como áreas isentas todas aquelas de até:

- 100 hectares, localizadas nos estados de Roraima, Rondônia, Acre e Amazônia e Mato Grosso.
- 50 hectares, localizadas nos estados do Pará, Amapá, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.
- 20 hectares, localizadas nos demais estados.

Ainda, eram consideradas áreas aproveitáveis aquelas passíveis de exploração agropecuária e florestal, excluídas aquelas: ocupadas por benfeitorias úteis e necessárias, de preservação permanente, de reserva legal, de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas, as reflorestadas com essências nativas ou exóticas e as comprovadamente imprestáveis para qualquer exploração agropecuária e florestal.

Dessa forma, foram consideradas como área total não isenta (ATNI) a área total, excluídas as áreas isentas, e como área tributável (AT) a ATNI, excluindo-se ainda as áreas de matas e florestas naturais e as terras inaproveitáveis.

A alíquota era definida considerando-se a área total da propriedade, sua localização e o percentual de utilização efetiva da área aproveitável. Esse percentual era calculado por meio da divisão da área efetivamente utilizada pela área aproveitável do imóvel. As tabelas de alíquotas estão apresentadas no anexo A deste trabalho.

Em 2006, a legislação em vigor era a Lei n.9.393 de 19 de dezembro de 1996. De acordo com ela, o cálculo do ITR é feito a partir do valor da terra nua. Esse é o valor de mercado do imóvel, excluídos o valor das culturas e/ou construções existentes. Ainda, definiu-se como área tributável a área total da propriedade, descontando-se as áreas de Reserva Legal, Preservação Permanente, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), servidão florestal, de interesse ecológico para proteção dos ecossistemas e áreas comprovadamente imprestáveis para a atividade rural, declaradas de interesse ecológico mediante ato do órgão competente.

A isenção para pequenas glebas rurais exploradas pelo proprietário e sua família, nos casos em que o proprietário não possua outro imóvel, continuou existindo. Como o Censo Agropecuário de 2006 levantou as áreas das propriedades rurais pertencentes à agricultura familiar, todas essas áreas foram excluídas da área total, obtendo-se a Área Total não familiar.

Assim, a área tributável foi calculada como sendo a Área Total não familiar, excluindo-se delas as terras inaproveitáveis e as áreas de matas e florestas naturais (fossem elas destinadas ou não à preservação permanente ou Reserva Legal). Desta forma, a área tributável calculada será menor do que a real, já que para que as áreas de Reserva Legal sejam isentas do imposto, essas deveriam estar averbadas à margem da inscrição de matrícula do imóvel, conforme exigido em 2006. Da mesma forma, as terras inaproveitáveis devem ser declaradas pelo órgão ambiental como de interesse ecológico para fazer jus à isenção. Essas opções foram tomadas de forma a manter sempre a análise conservadora e impedir valores muito acima dos reais.

O cálculo do imposto é feito multiplicando-se o Valor da Terra Nua Tributável (VTNT) pela alíquota de grau de utilização², determinado conforme a Tabela 20 do

---

² O grau de utilização é a relação percentual entre a área efetivamente utilizada pela propriedade rural e a área aproveitável do imóvel.

Anexo A. O VTNT é calculado como valor da terra nua, multiplicado pelo quociente entre a área tributável e a área total.

Os valores arrecadados com o ITR por unidade da Federação, para os anos de 1996 e 2006, foram obtidos do site da Receita Federal. Os valores de 1996 foram deflacionados, utilizando-se o IGP-DI com base em dezembro de 2006, de forma a tornar os resultados comparáveis.

2.3.2 Resultados

As Tabelas 1 e 2 a seguir apresentam os resultados obtidos para os anos de 1995/1996 e 2006, respectivamente. Pode-se observar que a média brasileira de arrecadação foi reduzida, passando de R\$ 2,41/ha em 1996 para R\$ 1,92/ha em 2006. Em 1996, os estados com menor arrecadação foram Roraima, Tocantins, Maranhão e Pará, todos arrecadando menos de um real por hectare. A maior arrecadação ocorreu no estado de São Paulo, com R\$ 7,45/ha, seguido pelos estados do Amazonas, Rio de Janeiro, Paraná e o Distrito Federal. O estado do Amazonas aparece em segundo lugar, pois para o cálculo foram descontadas as áreas de Matas e Florestas naturais totais. É importante lembrar que, naquele ano, apenas o fração das que correspondessem à APP e Reserva Legal é que realmente poderiam ser excluídas. De acordo com Homma et al. (1998), as demais áreas contribuiriam para a redução do percentual de utilização efetiva, o que levaria a um aumento da alíquota cobrada para essas propriedades. Esse fato também pode ser apontado como um dos motivos para esse resultado.

Tabela 1 – Cálculo da arrecadação de Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural, por hectare de área tributável, com dados referentes ao ano de 1996

	Área Total não isenta (ATNI)	Área Tributável (AT)	(AT)/(ATNI)	Arrecadação do ITR* (B)	(B)/ (AT)
Brasil	321206643	224678792	0.6995	542493189	2.4145
Acre	2509505	578615	0.2306	608918	1.0524
Alagoas	1581006	1377548	0.8713	1817223	1.3192
Amapá	684453	379331	0.5542	419475	1.1058
Amazonas	2178914	587270	0.2695	2887483	4.9168
Bahia	23847464	16943738	0.7105	25543796	1.5076
Ceará	6985948	4226014	0.6049	5559191	1.3155
Distrito Federal	235838	191726	0.8130	777350	4.0545
Espírito Santo	3143912	2671673	0.8498	7187882	2.6904
Goiás	27235627	22245384	0.8168	44365529	1.9944
Maranhão	11051160	8010860	0.7249	5299580	0.6615
Mato Grosso	48214821	24924590	0.5169	45142757	1.8112
Mato Grosso do Sul	30830735	23796613	0.7718	50561713	2.1247
Minas Gerais	38914804	31385145	0.8065	69245582	2.2063
Pará	20363422	9059655	0.4449	7337362	0.8099
Paraíba	3168291	2389939	0.7543	3449193	1.4432
Paraná	13921123	11391396	0.8183	51000839	4.4771
Pernambuco	3949599	2750424	0.6964	5029865	1.8288
Piauí	8398968	4730171	0.5632	5513760	1.1657
Rio de Janeiro	2208023	1804639	0.8173	8545797	4.7355
Rio Grande do Norte	3112551	1990359	0.6395	3068977	1.5419
Rio Grande do Sul	19420834	16850754	0.8677	62995809	3.7385
Rondônia	6982423	2563117	0.3671	7035985	2.7451
Roraima	2798225	1760760	0.6292	713361	0.4051
Santa Catarina	5410096	3810180	0.7043	10820506	2.8399
São Paulo	16441924	14471573	0.8802	107851760	7.4527
Sergipe	1187220	1042593	0.8782	2294423	2.2007
Tocantins	16429756	12744727	0.7757	7419074	0.5821

Fonte: Cálculos da autora a partir de dados do Sistema ANGELA e do Censo Agropecuário de 1995/1996.

* Valores em Reais deflacionados pelo IGP-DI, com base em dezembro de 2006.

Tabela 2 – Cálculo da arrecadação de Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural, por hectare de área tributável, com dados referentes ao ano de 2006

Brasil e Unidades da Federação	Área Total	Área	Arrecadação		
	não familiar (ATNF)	Tributável (AT)	AT/ ATNF	do ITR (B)	(B)/ (AT)
Brasil	249690940	178277245	0.7140	343961702	1.9294
Acre	1996859	767423	0.3843	389792	0.5079
Alagoas	1425745	1238089	0.8684	1801814	1.4553
Amapá	743019	414981	0.5585	584544	1.4086
Amazonas	2157265	1107891	0.5136	804031	0.7257
Bahia	19224996	12721294	0.6617	12065655	0.9485
Ceará	4429366	3048592	0.6883	3486415	1.1436
Distrito Federal	240453	178805	0.7436	5340046	29.8652
Espírito Santo	1871381	1582037	0.8454	3968763	2.5086
Goiás	22353918	17408798	0.7788	19972053	1.1472
Maranhão	8472143	6038047	0.7127	2897818	0.4799
Mato Grosso	42921302	25453334	0.5930	17069819	0.6706
Mato Grosso do Sul	28866741	22652789	0.7847	19568893	0.8639
Minas Gerais	23801664	18573497	0.7803	38580541	2.0772
Pará	15556870	9662615	0.6211	4691906	0.4856
Paraíba	2186605	1551450	0.7095	1240663	0.7997
Paraná	11036652	8886162	0.8052	41928568	4.7184
Pernambuco	2867000	2211598	0.7714	4386436	1.9834
Piauí	5745291	2791501	0.4859	1797778	0.6440
Rio de Janeiro	1578752	1322068	0.8374	12025090	9.0957
Rio Grande do Norte	2141771	1481937	0.6919	1093544	0.7379
Rio Grande do Sul	14027867	12531865	0.8934	32379150	2.5837
Rondônia	5026364	3024535	0.6017	1545027	0.5108
Roraima	1061871	668492	0.6295	410825	0.6146
Santa Catarina	3395046	2367088	0.6972	8037554	3.3955
São Paulo	14195353	12458734	0.8777	103815241	8.3327
Sergipe	768926	681476	0.8863	1348969	1.9795
Tocantins	11597722	7452150	0.6426	2730766	0.3664

Fonte: Cálculos da autora a partir de dados do Sistema SIADI e do Censo Agropecuário de 2006.

Já para 2006, observa-se que a arrecadação por hectares de área tributável foi mais alta no Distrito Federal, ficando em torno de 30 reais por hectare. Outros estados que se destacaram na arrecadação foram Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, com R\$ 9,09/ha, R\$ 8,33/ha e R\$ 4,71/ha, respectivamente. Por serem os mesmos que apareciam em 1996 como maiores arrecadadores, aparentemente, esses conseguem impor uma melhor fiscalização e conseqüentemente, há um menor grau de inadimplência. Cabe destacar, nesse ponto, que se a propriedade não estiver em dia com o pagamento do ITR ela não pode solicitar incentivos fiscais e crédito rural, o que pode ser mais um motivo para a alta arrecadação, principalmente de São Paulo que é um estado tradicional na produção agrícola.

O valor mais baixo foi calculado para o estado do Tocantins, onde o imposto arrecadado é de R\$ 0,36 por hectare tributável, seguido do Maranhão, Pará, Acre e Rondônia. Os valores mais baixos foram encontrados praticamente nos mesmos estados nos dois anos analisados. Entretanto, o número de estados que arrecadou menos de um real por hectares passou de quatro em 1996 para 11 em 2006, o que demonstra que os graves problemas de evasão, descritos por Oliveira e Costa (1979) apud Oliveira (1993), para o período de 1964 a 1979, ainda estão presentes.

Para o estado de São Paulo, a divulgação do preço da terra é feita pelo Instituto de Economia Agrícola, e sua série histórica está disponível. Assim, para esse estado, realizou-se uma breve simulação. Considerando-se o preço médio por hectare mais baixo, apurado em 2006, de R\$4.746,42, referente ao preço de campo para junho de 2006, pode-se estimar que, se todas as propriedades declaradas tivessem até 50 hectares e seu grau de utilização fosse maior que 80%, gerando a menor alíquota possível (0,03%), o valor por hectares arrecadado deveria ser de R\$ 1,24. No outro extremo, caso todas as propriedades declaradas fossem maiores que cinco mil hectares e o seu grau de utilização fosse menor que 30%, seria gerada a maior alíquota possível (20%), o valor arrecadado por hectare seria de R\$ 833,15. Teoricamente, os valores arrecadados por hectare deveriam variar entre esses dois extremos. Calculando-se qual a alíquota seria correspondente à arrecadação média por hectare, chega-se ao valor de 0,2%, que só é obtida em propriedades de até 50 hectares e grau de utilização maior que 65% ou de até 1000 hectares com grau de utilização maior que 80%. De acordo com dados do Censo Agropecuário de 2006, o tamanho médio das propriedades para esse estado é 73,38 hectares.

Esses cálculos, novamente, indicam que, mesmo para um dos estados de maior arrecadação, o ITR não é adequadamente recolhido pelos produtores e, conseqüentemente, não exerce sua função de induzir os proprietários rurais a utilizar intensivamente sua propriedade e manter as áreas de APP e Reserva Legal.

Ao tratar dos desmatamentos da Amazônia, Homma et al.(1998) afirmam que o processo de intensificação de uso da terra no estado, no contexto histórico, tende a ocorrer apenas quando esse recurso se torna escasso. Para esses autores, seria necessária uma política capaz de promover a escassez artificial das terras, que poderia atuar pela proibição de desmatamento e sua fiscalização – o que não tem resultados satisfatórios - ou pela criação de um imposto capaz de tornar positivo o preço da terra a ser desmatada. O ITR, se efetivamente aplicado, poderia servir a esse fim.

Segundo Assunção e Moreira (2000), a assimetria de informação existente entre os produtores e o governo pode ser a origem dos problemas na aplicação do ITR. Eles demonstram que perante a existência de terra ociosa, apenas o ITR não é capaz de levar a uma situação ótima e propõem o retorno da responsabilidade do ITR para os estados, o que facilitaria o cruzamento das informações de ambos os impostos. Entretanto, os autores alertam que a estrutura teórica utilizada é muito simples e que seria imprescindível uma análise empírica cuidadosa e detalhada para determinar uma nova reformulação do ITR.

2.4 Políticas públicas de pagamentos por serviços ambientais

Outras políticas têm sido propostas mais recentemente, visando o uso sustentável dos recursos naturais, principalmente, nos âmbitos estadual e federal. Um exemplo é o Bolsa Floresta, programa instituído em junho de 2007 pelo governo do estado do Amazonas, voltado para moradores de unidades de conservação que assumirem compromisso de desmatamento zero. De acordo com Viana (2008), o programa Bolsa Floresta é uma compensação financeira pelos serviços de conservação das florestas prestados pelas populações tradicionais e indígenas do Amazonas, que tem como pilares a educação ambiental e o apoio a organizações de base comunitária. Nesse programa, cada família pode receber um pagamento anual de até R\$ 1360,00, dividido em quatro componentes: Bolsa Floresta Familiar, Bolsa Floresta Renda, Bolsa Floresta Social e Bolsa Floresta Associação.

Com base nessa iniciativa, o governo federal lançou em setembro de 2011, o programa Bolsa Verde que incluirá também moradores de assentamentos de reforma agrária, e requer que os beneficiários atendam aos critérios do Programa Bolsa Família e respeitem o plano de manejo ou plano de uso das áreas que exploram. O Bolsa Verde prevê pagamentos trimestrais de R\$ 300,00 totalizando R\$ 1200,00 por família, por ano, por dois anos, renováveis por mais dois. Espera-se que ao final do período, os beneficiários alcancem um novo patamar socioeconômico, fruto da inclusão produtiva, tornando desnecessária a continuidade do programa (VIANA, 2011).

Outro exemplo de política estadual é o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais do governo do estado do Espírito Santo (Lei n.8995 de 29/09/2008). Esse programa tem como objetivo recompensar financeiramente o proprietário rural do Espírito Santo, em função do valor econômico dos serviços ambientais prestados por sua área destinada à cobertura florestal. São previstas quatro modalidades de serviços ambientais: conservação e melhoria da qualidade e da disponibilidade hídrica; conservação e incremento da biodiversidade; redução dos processos erosivos; fixação e sequestro de carbono para fins de minimização dos efeitos das mudanças climáticas globais. O valor máximo para pagamento desses serviços ambientais é de quinhentos e dez Valores de Referência do Tesouro Estadual, por hectare, por ano.

Semelhante a esse, é o programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA). O Programa, de adesão voluntária, prevê o apoio técnico e financeiro à execução de ações de conservação da água e do solo e também o pagamento de incentivos aos produtores rurais que comprovadamente, contribuam para a proteção e recuperação de mananciais, gerando benefícios para a bacia e a população. Entretanto, o pagamento desse programa é feito aos produtores participantes através dos agentes responsáveis (entidades federais, estaduais, municipais, prefeituras, ONG's entre outros), que devem firmar convênios com a ANA, após a aprovação de projetos de conservação de solos e revitalização de bacias hidrográficas nos chamamentos públicos da Agência. Ainda, a concessão dos incentivos ocorre somente após a implantação, parcial ou total, das ações previamente contratadas, e os valores a serem pagos são calculados de acordo com os resultados. Espera-se que esse programa estimule a recomposição de áreas de Reserva Legal e Preservação Permanentes. O pagamento estimado

desse programa fica em torno de R\$ 160,00, por hectare, por ano (Brasil, 2009; Furbina, 2011). Sendo assim, os programas citados neste item têm o objetivo de remunerar as externalidades positivas advindas da preservação ou restauração florestal.

2.5 Considerações Finais

Com o exposto, fica claro que apesar da necessidade de políticas públicas para regular a interação entre produção agropecuária e preservação ambiental, elas nem sempre funcionam. Isso porque as políticas de comando e controle vigentes por não serem adequadamente fiscalizadas, não geram o comportamento esperado dos produtores.

A tentativa de mudança do tradicional princípio poluidor-pagador ou usuário pagador (como ocorre com o ITR) para o de provedor-recebedor (no caso dos PSA) tem potencial de trazer maiores benefícios sociais. Sobretudo porque os PSA são os únicos que geram recurso financeiro para as áreas de preservação permanente, já que a Cota de Reserva Ambiental ou a extração de madeira sustentável não são permitidas para essas áreas.

Um problema destacado é que após anos sem a fiscalização adequada, foram realizados grandes desmatamentos nas áreas de deveriam ser APP e Reservas Legais. Assim, para adequar as propriedades ao Código Florestal são necessários orientação e gastos do produtor rural, que muitas vezes, já não é o mesmo que causou os desmatamentos. Um ponto positivo é que, após a discussão recente envolvendo o Código Florestal e o aumento da fiscalização (que tem utilizado inclusive imagens de satélite), os novos compradores têm se preocupado em não adquirir propriedades com exploração em áreas irregulares.

Para amenizar os gastos necessários à recomposição das áreas de vegetação, as políticas de pagamento por serviços ambientais e a criação da Cota de Reserva Ambiental são boas opções. Entretanto, o ideal seria que tais políticas remunerassem ao menos o custo de oportunidade médio dos produtores da região.

Finalmente, também é importante que os problemas de informação sejam eliminados, isto é, os produtores devem ter acesso às informações sobre os programas de pagamentos por serviços ambientais e sobre a comercialização da Cota de Reserva Ambiental.

Referências

ANGELO, C.; MATOS, K. **Ministra não vê derrota na MP do Código Florestal no Congresso**. Folha.com, 05 de jun. de 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/poder/1100616-ministra-nao-ve-derrota-na-mp-do-codigo-florestal-no-congresso.shtml>> Acesso em: 17 jun. 2012

ASSUNÇÃO, J. J.; MOREIRA, H. **ITR sem mentiras**: uma comentário sobre a taxa de terras com informação assimétrica. Texto para discussão n. 439, 2000. Disponível em: <<http://www.econ.puc-rio.br/pdf/td439.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

BACHA, C.J.C. O uso dos recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras – Uma visão histórica e Parcial de um Processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, São Paulo, 2004, v.34, n. 2, p.393-426.

BRASIL, Decreto n. 4.382 de 19 de setembro de 2002. Regulamenta a tributação, fiscalização, arrecadação e administração do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR. **Diário Oficial da União**. Brasília, 20 set. 2002. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/Decretos/2002/dec4449.htm>> Acesso em: 18 jan. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Programa produtor de água**: manual operativo. Brasília: ANA;SUM, 2009. 67p.

BRASIL. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996 e 11.428 de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965 e 7.754 de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de maio de 2012, p.1-8.

FURBINA, Z. Quanto maior o benefício do produtor ao meio ambiente maior é o rendimento com a conservação. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 20 jun.2011. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2011/06/20/internas_economia,235052/pagamento-pelo-uso-da-agua-tem-beneficios-para-o-meio-ambiente-e-produtor.shtml>. Acesso em: 17 jan. 2012

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R.T.; SCATENA, F.N.; CONTO, A.J. de; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C.A.P.; SANTOS, A.I.M. dos. Redução dos desmatamentos da Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: HOMMA, A.K.O. [Ed.] **Amazônia**: meio ambiente e desenvolvimento agrícola . Brasília: Embrapa- SPI; Belém: Embrapa CPATU, 1998. 412p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 1995/96**. Várias tabelas. Disponível em <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2011.

_____. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE. 2009. 777p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Várias tabelas. **Anuário IEA 2006**. São Paulo: IEA v.18, n.1, 2007. 126p.

OLIVEIRA, J.T. O imposto sobre a Propriedade Territorial Rural 1964-1992. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.23, p. 209-224, 1993.

RECEITA FEDERAL. Sistema Angela. **Arrecadação dos Impostos/ Contribuições federais administrados pela RFB – Período 1994 a 2002**. Todos os estados. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Historico/Arrecadacao/PorEstado/HistAnual94a01/>> Acesso em: 17 jun. 2012.

Receita Federal. Sistema SIADI. **Arrecadação das receitas federais por unidade da federação**, período Janeiro a Dezembro de 2006. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/publico/arre/2006/PorEstado/ArrecadacaoUFJanDez06.xls>> Acesso em: 17 jun. 2012.

SPAROVEC, G.; BARRETTO, A.; KLUNG, I.; PAPP, I.; LINO, J. A revisão do código florestal brasileiro. **Novos Estudos**, São Paulo, v.89, p.111-135, 2011.

VIANA, V.M. **Bolsa Floresta e Bolsa Verde: semelhanças, diferenças e desafios**. Página 22. 2011. Disponível em: <<http://pagina22.com.br/index.php/2011/10/bolsa-floresta-e-bolsa-verde-semelhancas-diferencas-e-desafios/>>. Acesso em: 18 Nov. 2011.

_____. Bolsa Floresta: um instrumento inovador para a promoção da saúde em comunidades tradicionais na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22 n.64 p. 143-153, 2008.

3 BIOMAS BRASILEIROS: CARACTERIZAÇÃO, MUDANÇAS NO USO DO SOLO E PRODUÇÃO AGRÍCOLA.

Resumo

Este artigo tem o objetivo de analisar a produção agrícola e as mudanças no uso do solo ocorridas nos biomas brasileiros. Para isso são utilizados dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006. Os resultados indicam que, com exceção da Caatinga, todos os biomas apresentaram aumento percentual tanto para lavouras temporárias quanto para permanentes, em detrimento de ambos os tipos de pastagens e das florestas naturais. A produção de madeira para papel passou a ser oriunda da silvicultura e da madeira em toras de origem extrativa foi reduzida em todos os biomas, exceto na caatinga. Já a de origem na silvicultura apresentou aumento em todos os biomas exceto na Mata Atlântica. Conclui-se que é necessário aumentar a fiscalização e o controle das atividades agrícolas nas áreas de florestas de modo a direcionar a pressão da expansão da agropecuária para as áreas de pastagens, estimulando a intensificação da pecuária. Finalmente, é necessário o desenvolvimento de alternativas produtivas para a região da Caatinga, considerando as especificidades locais de modo a melhorar os índices produtivos da região.

Palavras-chave: Área lavouras; Expansão agropecuária; Extração vegetal; Silvicultura

Abstract

This article aims to analyze the agricultural production and the land use changes in the Brazilian biomes. For this data from Agricultural Censuses of 1995/1996 and 2006 were used. The results indicate that, except for Caatinga, all biomes showed increased percentage both for temporary and for permanent crops, at the expense of natural forests and grasslands. Other results show that the production of wood for paper is now derived from forestry and roundwood extraction was reduced in all biomes except in the Caatinga. The production of roundwood from forestry has raised in all biomes except in the Atlantic Forest. The conclusion is that it is necessary to increase the surveillance and control of agricultural activities in forest areas driving the pressure from agriculture expansion to pasture areas, leading to better livestock production indexes. Finally, it is necessary to develop productive alternatives for the Caatinga, considering the local characteristics in order to improve the production of the region.

Keywords: Agriculture expansion; Cropland; Forestry, Wood extraction

3.1 Introdução

Em 2004, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) lançou o Mapa de Biomas do Brasil (em

escala de 1:5.000.000). Nele o IBGE define um bioma como “um conjunto de vida – vegetal e animal – constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria”. O Mapa traz a área aproximada de cada bioma, sua descrição e a proporção de sua presença nas 26 unidades da federação e o Distrito Federal (IBGE, 2004).

Ainda de acordo com o IBGE (2004), a importância desse mapa está em constituir uma base sistematizada e uniforme de informações que pode servir como referência para o estabelecimento de políticas públicas diferenciadas para cada bioma; acompanhar das ações a serem implementadas pela sociedade; analisar de cenários e tendências para cada um desses conjuntos, entre outros. Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente tem usado os biomas como escala de planejamento de suas políticas públicas.

Contudo, poucos são os trabalhos com enfoque econômico que utilizam essa divisão em suas análises. O principal motivo se deve à dificuldades de se encontrar dados econômicos separados entre os biomas existentes. Entretanto, essa abordagem é capaz de identificar características que não seriam consideradas ao utilizar apenas a divisão político-administrativa brasileira. Outro ponto é que as características típicas de certos biomas podem influenciar nas decisões dos agentes econômicos e, em análises tradicionais, tais decisões podem ser atribuídas a outros fatores ou à parte não explicada das análises.

Com isso em vista, este artigo tem o objetivo de analisar a produção agrícola e as mudanças no uso do solo ocorridas nos biomas brasileiros utilizando dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006. Para complementar as análises, também é discutida a evolução das áreas das unidades de conservação (UC) brasileiras, sejam elas federais, estaduais ou municipais. Assim, o artigo está dividido em outras quatro partes além desta introdução. Na parte seguinte é feita uma breve revisão sobre a abrangência e importância de cada um dos biomas no território nacional e as características de sua produção agrícola. Em seguida, são apresentadas a metodologia e os resultados encontrados. A parte final deste artigo apresenta as principais conclusões do trabalho.

3.2 Características dos biomas brasileiros

O território brasileiro pode ser dividido em seis grandes biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, excluindo-se aí o ambiente marinho, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Mapa dos Biomas Brasileiros
Fonte: IBGE, 2004.

3.2.1 Bioma Amazônia

A Amazônia ocupa uma área de 7,01 milhões de km² distribuídos por nove países: Brasil, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Bolívia. Com uma área aproximada de 4.196.943 km², 63% dele situa-se em território brasileiro, o que o torna o maior bioma continental do país. Ocupando 49,29% do território nacional, está presente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (BRASIL, 2006; IBGE, 2004).

Na bacia hidrográfica amazônica, fluem cerca de 20% da água doce do planeta e 80% da água disponível no Brasil. Ainda, a Amazônia brasileira é a floresta tropical com a maior biodiversidade do mundo. Considerando-se o bioma como um todo, ocorrem na região pelo menos 40 mil espécies de plantas, 425 de

mamíferos, 1.300 de aves, 371 de répteis e 427 de anfíbios, além de 2.500 espécies de peixes de água doce conhecidas (BRASIL, 2006; IPEA, 2010).

Segundo dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC/MMA), o bioma Amazônia é o que possui a maior proporção de sua área protegida por Unidades de Conservação (UC) (27%). São 78 UC federais e estaduais de proteção integral (40 milhões de ha) e 173 UC de uso sustentável (72 milhões de ha) (BRASIL, 2009 apud IPEA, 2010).

A maior parte dos dados disponíveis sobre a Amazônia se refere à Amazônia Legal, e não apenas ao bioma Amazônia. Isso porque esse recorte foi estabelecido pela Lei nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953 e se tornou a referência para as ações do governo brasileiro. Conforme apresentado na figura 3, a Amazônia Legal engloba todo o bioma amazônico e partes dos biomas Cerrado e Pantanal, correspondendo à totalidade dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, e à porção do estado do Maranhão a Oeste do meridiano 44°. Por esse motivo, os dados apresentados a seguir são referentes à Amazônia Legal e não exclusivamente ao bioma amazônico (BRASIL, 2008).

Figura 3 – Biomas e estados pertencentes à Amazônia Legal.
 Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do IBGE (2004).

Nessa região, em 1980, o desmatamento totalizava 300 mil km² ou 6% do território amazônico. Até julho de 2007, a área total desmatada tinha crescido para 732 mil km² (quase 15% da área total). Entretanto, desde 2004, tem sido verificada queda consistente do desmatamento, quando foi criado pelo governo federal o Plano para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM). Outro motivo foi a criação no mesmo ano, do sistema de detecção de desmatamento em tempo real (DETER) pelo INPE, permitindo aos órgãos de fiscalização tomar ações rápidas e eficazes de combate ao corte ilegal. Cabe ainda ressaltar que cerca de 80% do total desmatado se localiza em um grande arco que se estende do Leste do Maranhão e Oeste do Pará até o Acre, passando pelo Sudeste do Pará, Norte do Tocantins, Norte do Mato Grosso e Rondônia, região também conhecida como arco do povoamento adensado ou arco do desmatamento (BRASIL, 2008; INPE, 2010).

Outro fator importante para o aumento da proteção do bioma foi a estratégia do governo de fazer uso de UC para criar uma barreira ao avanço do desmatamento. Assim, foram criadas oito UC federais na região da BR-163 (Cuiabá-Santarém), no Oeste do Pará, em 2006, perfazendo uma área de 6,5

milhões de ha e, na região da BR-319 (Manaus-Porto Velho), cinco UCs federais em 2008 e seis estaduais em 2009, ao longo do traçado da rodovia no estado do Amazonas, totalizando 7,8 milhões de ha (IPEA, 2010).

Os principais produtos agrícolas da região são soja, milho, arroz, feijão, algodão em caroço, além da banana e mandioca. Comparando-se o período entre 1990 e 2006, a produção de grãos cresceu de 6,16 milhões de toneladas para 28,0 milhões de toneladas, indo de menos de 10% da produção nacional para quase 25%. O Mato Grosso produziu quase 80% do total regional e os estados do Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão, juntos, respondem por 19% da produção regional. Os demais estados amazônicos (Acre, Amazonas, Roraima e Amapá) produziram 1,3% do total da Amazônia (BRASIL, 2008).

Um ponto destacado por Xavier et al. (1999) é que apesar da evolução da produção e área colhida dos cultivos de arroz, milho, feijão e soja produzidos no estado do Amazonas, esses importantes produtos da dieta básica da população estadual apresentam déficit de produção em relação ao consumo local. Nesse sentido, Homma (2005) ao discutir as relações de troca na Amazônia, afirma que “os benefícios advindos da implantação da Zona Franca de Manaus foram no sentido de transformar Manaus em um polo industrial, tendo efeito positivo na redução dos desmatamentos nos estados do Amazonas e do Amapá, pela drenagem da população rural, mas provocou o aumento de importações de alimentos e matérias-primas de estados vizinhos provenientes de áreas desmatadas ou importados de locais distantes”. Assim, segundo dados do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE (2011), Manaus tem uma das cestas básicas mais caras do Brasil, com preços próximos aos valores de São Paulo e Porto Alegre.

Outra atividade importante na região é a pecuária bovina. Nessa área, entre 1990 e 2005, a pecuária bovina foi responsável por mais de 90% do crescimento do rebanho amazônico e por mais de 70% do crescimento do efetivo da pecuária nacional (BRASIL, 2008). Os maiores rebanhos estão no Mato Grosso, com 26,65 milhões; Pará, com 18,06 milhões; Rondônia, com 11,35 milhões; Tocantins, com 7,96 milhões; e Maranhão, com efetivo de 6,45 milhões de cabeças. Cabe destacar que 80% do rebanho regional está situado na fronteira do Cerrado com a Floresta Amazônica, 59 milhões de cabeças em 2005.

Alguns dos motivos para esse desempenho são apresentados por Láu (2006), ao descrever a pecuária no estado do Pará. Segundo esse autor, as pastagens nativas de várzea têm elevado potencial forrageiro e valor nutritivo. A principal limitação dessas é a dificuldade de manejo dos rebanhos na época das inundações. Já as pastagens plantadas são grandes determinantes da expansão da pecuária no estado do Pará, pois as condições agroecológicas locais garantem produção forrageira durante todo o ano. Apesar da baixa fertilidade, os solos da região possuem condições de sustentar a produtividade dos pastos, permitindo a alimentação do rebanho, sem déficit forrageiro durante alguns meses, como ocorre no Cerrado brasileiro.

3.2.2 Bioma Cerrado

O Bioma Cerrado faz fronteira com todos os demais biomas brasileiros, excetuando-se o Pampa. De acordo com IBGE (2004), esse bioma tem área aproximada de 2.036.448 km² ocupando 23.92% do território brasileiro. É importante destacar que cerca de 14% (280.000 km²) do que foi considerado área de vegetação nativa pelo IBGE (2004), foi registrado no Censo Agropecuário 1995/1996 como pastagem nativas devido a diferenças nos critérios de classificação (IPEA, 2010).

O Cerrado está presente nos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rondônia, São Paulo, Tocantins e no Distrito Federal. Ao contrário do que se pensava, esse bioma também apresenta elevada biodiversidade, com estimativas que indicam a presença de 12.356 espécies de plantas, 191 de mamíferos, 837 de aves, 184 de répteis e 113 de anfíbios (IPEA, 2010).

A ocupação em larga escala do bioma iniciou-se entre os anos de 1950 e 1960, com a construção e posterior inauguração de Brasília, o que levou a um rápido crescimento populacional, principalmente por imigrantes de outras partes do país. Como consequência disso, em 2002, o bioma apresentava 60,5% da cobertura vegetal nativa, que antes de 1950, estava praticamente intocada (IPEA, 2010).

Apenas a partir de 2009, os biomas extra-amazônicos passaram a ser oficialmente monitorados pelo governo brasileiro. O primeiro relatório desse monitoramento se refere ao período entre 2002 e 2008 e aponta um desmatamento de 85.074 km² (4,17% da área total do bioma), o que reflete uma taxa média anual

de 14.200 km² ou 0,69% do bioma ao ano. Assim, em 2008, a área de vegetação nativa tinha caído para 51,54% da área total (CRS/IBAMA, 2009).

Com relação ao potencial agrícola dos Cerrados, alguns entraves para a agricultura na região são: a baixa fertilidade dos solos com níveis tóxicos de alumínio e deficientes em cálcio no subsolo, estação seca com duração de cinco a seis meses e baixa capacidade de retenção de água, principalmente nos solos mais arenoso (LOPES; DAHER, 2008). Nesse cenário, incentivos governamentais, principalmente nas décadas de 1970 e 1980, em capacitação técnica, pesquisa e geração de tecnologias adaptadas ao Cerrado brasileiro foram determinantes na expansão agrícola e no aumento da produtividade da região. Atualmente, o cerrado é responsável por cerca de 1/3 da produção de grãos do país, metade da produção de carnes e a maior parte do algodão (GOEDERT; WAGNER; BARCELLOS, 2008).

Os investimentos em infra-estrutura na região têm ocorrido desde a década de 1950 (mais recentemente, associados à expansão da agropecuária). Entretanto, um dos grandes gargalos enfrentados pelos produtores da região é a deficiência em infraestrutura de transportes, que aumenta os custos de produção e reduz sua competitividade em relação à produção do Sul e do Sudeste (MUELLER; MARTHA JÚNIOR, 2008).

No período de 1999 a 2005, a agricultura comercial (principalmente da soja, milho, algodão e cana-de-açúcar) teve forte expansão no cultivo, seja em substituição a pastagens degradadas ou incremento de áreas em novas regiões. Com relação à pecuária bovina, os sistemas de produção mais adotados são os extensivos, baseados em forrageiras adaptadas e no uso limitado de insumos. Contribuíram para esse modelo a disponibilidade de terras baratas, os programas de ocupação de terras na fronteira e de desenvolvimento regional, entre outros. Dessa forma, o aumento de produção de carne bovina na região se deu basicamente mediante a abertura de novas áreas em regiões de fronteiras agrícolas (MUELLER; MARTHA JÚNIOR, 2008).

3.2.3 Bioma Caatinga

O bioma Caatinga é o único cujos limites estão inteiramente restritos ao território brasileiro. Com uma área aproximada de 844.453 km², esse bioma ocupa 9,92% do território brasileiro e abrange parte dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. O

conhecimento a respeito de sua biodiversidade ainda é limitado, embora já tenham sido catalogadas 932 espécies de plantas, 143 de mamíferos, 510 de aves, 167 de répteis e anfíbios e 240 de peixes (IPEA, 2010).

Apesar de ser o quarto bioma brasileiro em extensão, é o menos estudado e o menos protegido de todos. Suas unidades de conservação cobrem menos de 2% do seu território (LEAL et al., 2003) e entre 2002 e 2008, foi registrado um desmatamento médio de 2.763 km² (0,33%) ao ano (CRS/IBAMA, 2010a).

Segundo IPEA (2010), na Caatinga, também está a população mais pobre da região Nordeste. As condições sociais tendem a ser piores nas áreas mais secas, pois essas áreas tendem a ter menos capacidade de manter atividades econômicas sustentáveis. Tal contexto leva a uma grande dependência da população aos recursos naturais.

As condições para produção agropecuária nesse bioma são complexas. Ao mesmo tempo em que a Caatinga dispõe de abundante intensidade luminosa durante todo o ano e temperaturas com médias anuais entre 25 e 30 graus, a disponibilidade hídrica é o seu principal elemento limitante. O semi-árido apresenta chuvas erráticas e concentradas em poucos meses do ano. Além disso, ocorrem anos chuvosos e de secas, alternados irregularmente. Essas características favoreceram a substituição de quase toda a vegetação nativa de áreas úmidas por plantações e pastagens. A agricultura itinerante, que ocupava as encostas mais secas, está em declínio por sua baixa produtividade e por não conseguir competir com a produção de outras regiões do país. A baixa produtividade é acentuada pelo manejo inadequado do solo, com alta erosão e falta de reposição de nutrientes (SAMPAIO, 2010).

A criação de bovinos está bastante presente, porém em lotação excessiva, pois apesar da vegetação da Caatinga servir de pastagem natural, ela tem baixa capacidade de suporte. Contraditoriamente, deve-se à pecuária a preservação de grande parte do que ainda resta de vegetação nativa. Isso porque os pastos nativos competem com os pastos plantados, por seu baixo custo de implantação e manutenção, além de grande resiliência nas épocas secas. Nos estados mais ao Sul, a área de pastos plantados vem crescendo lentamente e já ocupa 15% a 20% das propriedades no Semiárido como um todo (PAUPITZ, 2010; SAMPAIO, 2010).

O extrativismo, incluindo a produção de mel, mantém algumas áreas de vegetação nativa, principalmente no Piauí e no Ceará. Já a lenha, deixou de ser um

subproduto da abertura de pastagens e se tornou uma atividade independente, próximo aos grandes centros consumidores. A produção de lenha e carvão vegetal é importante para a sobrevivência dos pequenos produtores rurais, especialmente durante as secas e períodos prolongados de estiagem, que afetam a capacidade de produção de alimentos e a sobrevivência das famílias rurais. Nos anos em que a produção das lavouras é afetada pelas secas, a produção de lenha e carvão vegetal oriunda da reserva florestal e a venda de mão de obra para outros produtores são as opções restantes (PAUPITZ, 2010).

3.2.4 Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é o mais ameaçado dos biomas brasileiros e foi classificado como o ecossistema mais devastado e ameaçado do planeta. Com uma área aproximada de 1.110.182 km², a Mata Atlântica ocupa 13,49% do território brasileiro e se estende pelo litoral brasileiro desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, além de parte dos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (IBGE, 2004; IPEA, 2010).

Esse bioma apresenta níveis extremamente elevados de biodiversidade, já tendo sido catalogadas 20 mil espécies de plantas, 263 de mamíferos, 936 de aves, 306 de répteis, 475 de anfíbios e 350 de peixes de água doce. Um dos motivos atribuídos a isso é a gama de latitudes que esse bioma ocupa, o que permite grandes variações de altitudes (do nível do mar a 2700 metros) e de regimes climáticos (IPEA, 2010).

Entretanto, a Mata Atlântica está localizada na área de ocupação antrópica intensa mais antiga do Brasil (mais de cinco séculos de ocupação). Dessa forma, até 2002, estima-se que em torno de 75% da área original tenha sido desmatada. Nas avaliações realizadas pelo CRS/IBAMA, no período de 2002 a 2008, esse bioma apresentou redução de 2.742 km², o que indica uma taxa de desmatamento de 457 km² ao ano ou 0,04%. Os estados que mais desmataram esse bioma no período, foram Bahia, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina (CRS/IBAMA, 2010d).

Ao longo dos séculos de ocupação, a Mata Atlântica passou pelos diversos ciclos agropecuários (cana-de-açúcar, café, ouro entre outros), que promoveram a exploração insustentável dos seus recursos naturais. Esse processo de ocupação também resultou em elevada ocupação populacional. Em 2007, a Mata Atlântica tinha 61% da população brasileira. Nesse bioma, também estão presentes as duas

idades mais populosas do país (Rio de Janeiro e São Paulo). Dessa forma, as maiores áreas remanescentes de floresta localizam-se na Serra do Mar, no Planalto de Paranapiacaba e nas serras do Leste catarinense. Isso porque essas áreas apresentam condições topográficas desfavoráveis a ocupação antrópica e importantes Unidades de Conservação estaduais e federais (IPEA, 2010).

3.2.5 Bioma Pantanal

Com uma área aproximada de 150.355 km², esse bioma ocupa 1,76% do território brasileiro e está presente nos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul. Outras pequenas porções, ainda não bem delimitadas, estão presentes na Bolívia e no Paraguai. Uma característica desse bioma são as inundações anuais, que ocupam cerca de 80% do Pantanal durante o primeiro semestre (IPEA, 2010). Outra característica é que mais de 90% de sua área é constituída por propriedades particulares que ocupam grandes extensões de terra (SANTOS et al., 2008).

O desmatamento registrado referente ao período entre 2002 e 2008, foi de 4.279 km² (3% da área total do bioma), o que reflete uma taxa média anual de 713 km² ou 0,47% da cobertura vegetal nativa ao ano (CRS/IBAMA, 2010b). Sendo que 98,1% das áreas desmatadas foram realizados, sobretudo, para o estabelecimento de pastagens plantadas (IPEA, 2010).

A biodiversidade do Pantanal ainda não é muito bem conhecida, mas já foram identificadas 1900 espécies de plantas, 263 de peixes, 41 de anfíbios, 113 de répteis, 463 de aves e 132 de mamíferos, embora esses números possam ser ainda maiores (IPEA, 2010).

A criação extensiva de gado de corte é uma das atividades mais apropriadas para o Pantanal, pois a região é considerada área agrícola marginal e apresenta como limitações para a agricultura as inundações periódicas, solos de baixa fertilidade, dificuldades de acesso, entre outras. Assim, nas propriedades pantaneiras, a principal atividade econômica é a pecuária bovina de corte, realizada de forma extensiva em pastagens naturais há cerca de 200 anos. Essa atividade provoca baixo impacto ambiental e contribuiu de forma decisiva para a conservação da biodiversidade animal e vegetal na região.

Estima-se que menos de 10% do rebanho bovino dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, aproximadamente 3,5 milhões de cabeças, estejam presentes no Pantanal. Entretanto, a redução do tamanho médio das propriedades e

o alto custo de produção têm levado à redução da viabilidade econômica dessa atividade. Por isso, pesquisadores têm estudado novas técnicas de manejo, visando otimizar a produção. Para eles, nesse bioma, uma produção ótima não significa a obtenção de altos índices zootécnicos, como os alcançados em outras regiões do Brasil, e sim produzir dentro das limitações impostas pelo meio ambiente (REIS, 2006; SANTOS, 2008; SANTOS et al. 2008).

3.2.6 Bioma Pampa

No Brasil, este bioma está basicamente restrito ao Sul do Rio Grande do Sul, porém engloba outras partes do Uruguai, Argentina e Paraguai. Com uma área aproximada de 176.496 km², esse bioma ocupa 2,07% do território brasileiro e 63% da área do Rio Grande do Sul (IBGE, 2004). Existem poucos trabalhos restritos ao bioma Pampa pois a maioria se refere aos campos sulinos que é a vegetação campestre do Sul do Brasil, que engloba tanto o bioma Pampa quanto o bioma Mata Atlântica e ocupa partes dos estados de Santa Catarina e Paraná. Como a maioria das pesquisas sobre essa região se refere aos campos do Rio Grande do Sul (que tem 75% da área total dos campos), esta revisão também englobará essa área (OVERBACK et al., 2009).

O desmatamento registrado, referente ao período entre 2002 e 2008, foi de 2.179 km², o que indica uma taxa média anual de 363 km² ou 0,2% da cobertura vegetal nativa ao ano. Entretanto, apenas 20 municípios concentram 37% da supressão da vegetação nativa no bioma (CRS/IBAMA, 2010c).

Tratando-se da biodiversidade dessa região, estima-se que existam três mil espécies de plantas campestres no Rio Grande do Sul, além de 150 espécies de peixes, 476 de aves e 102 de mamíferos. Não existem estimativas sobre o número total de anfíbios e répteis (IPEA, 2010).

Segundo Overback et al. (2009), a expansão da produção agrícola levou a uma redução de 25% na área de campos naturais no Sul do Brasil nos últimos 30 anos. Apenas no Rio Grande do Sul, sete milhões de ha (um quarto da área total do estado) foram usados para a produção de soja em 2000 e 2001. Os três estados do Sul do Brasil produzem atualmente 60% do arroz brasileiro, sendo 50% apenas no Rio Grande do Sul, totalizando 6,5 milhões de hectares em área. A intensificação da produção pecuária tem levado ao aumento da área de pastagens cultivadas, isso

porque as pastagens naturais apresentam sazonalidade, levando a ciclos de abundância e carência alimentar.

No entanto, essa expansão tem trazido sérias ameaças ao bioma. Um estudo tri-lateral entre o Brasil, Uruguai e Argentina (BILENCA; MIÑARRO, 2004 apud CARVALHO et al. 2006) revelou que dois são os fenômenos mais preocupantes e ameaçadores ao bioma Pampa. Um deles é a expansão da fronteira agrícola, representada particularmente pelos cultivos agrícolas anuais como a soja, bem como pela silvicultura e o plantio de pastagem. O outro é o excesso de lotação normalmente empregado no manejo das pastagens naturais e a substituição dessas pastagens pelas plantadas. Por exemplo, em 1996, sete milhões de hectares na região Sul do Brasil eram destinados à pastagem, principalmente com espécies exóticas. Algumas dessas espécies tornaram-se invasoras, espalhando-se rapidamente pela região, impactando ainda mais a biodiversidade nativa (OVERBACK et al., 2009). Outro exemplo é a arenização, que, apesar de ser considerada um fenômeno natural, tem aumentado fortemente a partir da metade do século XX. Práticas agrícolas não sustentáveis, como o preparo inapropriado do solo e o superpastejo, têm contribuído para aumentar a taxa na qual o processo avança, atingindo 5.200 hectares em dez diferentes microrregiões (SUERTEGARAY et al., 2001 apud CARVALHO et al., 2006). A arenização pode ser prevenida pelo uso adequado dos campos, de forma que mantenha a cobertura vegetal natural, protegendo o solo dos processos erosivos, hídrico e eólico (TRINDADE, 2003 apud CARVALHO et al. 2006). Sendo assim, a compatibilização da produção agropecuária com a manutenção do bioma só será possível mediante a adoção de prática sustentáveis adaptadas às características dessa região.

3.3 Metodologia

Para calcular as variações nas áreas dos usos do solo e da produção agrícola de itens selecionados, para os biomas brasileiros, entre os anos de 1995/1996 e 2006 foram utilizados dados municipais disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), provenientes do Censo Agropecuário de 1995/1996 e do Censo Agropecuário 2006 (IBGE,2009).

A divisão dos dados municipais entre os biomas, foi realizada sobrepondo-se o mapa de biomas brasileiros (disponibilizado pelo IBGE) à malha de municípios de 2005. Assim, foi criada uma variável *dummy* para cada bioma e o município recebeu

valor um caso tivesse áreas daquele determinado bioma, e zero no caso contrário. Nas situações em que o município tinha a presença de mais de um bioma em seu território, as áreas e produções referentes àquele município foram divididas igualmente entre os biomas existentes³. O detalhamento dos cálculos realizados para identificar cada uso da terra e produção agrícola nos biomas, assim como, aqueles realizados para separar as áreas das Unidades de Conservação entre os biomas são apresentados nos dois itens a seguir.

3.3.1 Uso da terra e produção agrícola

Os usos da terra selecionados foram áreas colhidas de soja, cana, milho e as áreas mais agregadas: lavouras temporárias, lavouras permanentes, florestas naturais, florestas plantadas, pastagens naturais, pastagens plantadas e área total da propriedade. As variáveis referentes a cada um desses usos foram construídas a partir dos dados dos Censos Agropecuários 1995/96 e 2006. Como no Censo de 2006 houve um maior detalhamento nos dados referentes à utilização das áreas das propriedades agrícolas, os dados utilizados para compor as variáveis são definidos de acordo com as notas metodológicas do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), da seguinte forma:

Lavouras temporárias

1995/1996: soma das áreas de lavouras temporárias e áreas de lavouras temporárias em descanso.

2006: soma das áreas de lavouras temporárias, área plantada com forrageiras para corte e área para cultivo de flores.

Lavouras permanentes:

1995/1996 e 2006: áreas de lavouras permanentes.

Florestas Naturais

1995/1996: soma das áreas de matas e florestas naturais e terras produtivas não utilizadas⁴.

---

³ Esse método foi escolhido pois não era possível identificar exatamente em qual bioma ocorreu a produção já que os dados disponibilizados são agregados para o município. Cabe ressaltar que para o bioma pantanal, devido à sua pequena extensão e grande interface com o bioma Cerrado, os dados atribuídos a ele podem estar sobre-estimados.

⁴ Optou-se por adicionar as áreas produtivas não utilizadas às áreas de florestas pois estas correspondem às áreas que estão fora de uso por período superior à quatro anos.

2006: soma das áreas de matas e florestas naturais destinadas à Preservação Permanente ou Reserva Legal e matas e florestas naturais, excluindo-se as áreas destinadas à Preservação Permanente ou Reserva Legal.

Florestas Plantadas:

1995/1996 e 2006: áreas de florestas plantadas.

Pastagens Naturais:

1995/1996: área de pastagens naturais.

2006: soma da área de sistemas agroflorestais e área de pastagens naturais.

Pastagens Plantadas:

1995/1996: pastagens plantadas (artificiais).

2006: soma das áreas de pastagens plantadas degradadas e pastagens plantadas em boas condições.

Área total: soma das áreas lavouras temporárias e permanentes, pastagens naturais e plantadas, florestas naturais e plantadas e terras inaproveitáveis.

Para cada uso e bioma, calculou-se a variação percentual entre os anos censitários analisados.

3.3.2 Áreas de Unidades de Conservação por bioma

As áreas de Unidades de Conservação por bioma foram calculados a partir dos dados obtidos pelo Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, disponibilizados no site do Ministério do Meio Ambiente (CNUC/MMA). A área contabilizada foi a área do último documento citado. Nos casos em que a área do documento não estava disponível, foi utilizada a área do *shape*⁵. Assim, as áreas e número das unidades de conservação foram somados de acordo com o bioma declarado pelo órgão gestor. Ainda, a data do documento de criação da Unidade de Conservação foi usada para dividir os dados de cada uma delas entre os períodos analisados.

---

⁵ Um arquivo *shape* é aquele que representa um elemento gráfico. Nesse caso, o arquivo *shape* continha os mapas de cada Unidade de Conservação, assim como, suas áreas e outras informações relevantes.

3.4 Resultados

3.4.1 Uso de áreas

A tabela 3 apresenta a variação da área total e dos usos de terra selecionados por bioma brasileiro. Tratando-se das áreas totais, todos os biomas apresentaram redução percentual, e as maiores ocorreram na Mata Atlântica e no Cerrado. A explicação do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009) é dada pela criação de Unidades de Conservação (UC) e terras indígenas. Assim, a tabela 4 apresenta as áreas de UC criadas, nas três esferas administrativas públicas, até 31/07/1996 (data referência do Censo Agropecuário 1995/1996),

Tabela 3 – Variação dos usos da terra por bioma brasileiro

(continua)

1996											
Usos de Áreas Seleccionados (ha)											
Bioma	Número de Municípios	Área Total	Lavouras Temporárias	Lavouras Permanentes	Florestas Naturais	Florestas Plantadas	Pastagens Naturais	Pastagens Plantadas	Área Colhida de Cana	Área Colhida de Soja	Área Colhida de Milho
Pantanal	25	8691508	166376	6502	2157006	1995	3490386	2183346	8077	74497	16643
Pampa	141	12856343	2407737	47015	900274	348752	7666440	852903	13073	444849	314240
M. Atlântica	2792	85671777	16843729	4232237	12372597	2651531	20409471	25420861	2461007	4575344	5001729
Cerrado	1214	130699623	12553796	1148708	33357291	1896592	27865846	47753040	1605587	3644420	2761738
Caatinga	1070	44828459	7212260	1272181	16543773	199547	12449658	5052911	154995	532	1788021
Amazônia	455	70853501	3379394	826513	39924971	297520	6166653	18388916	75837	499559	565526
2006											
Usos de Áreas Seleccionados (ha)											
Bioma	Número de Municípios	Área Total	Lavouras Temporárias	Lavouras Permanentes	Florestas Naturais	Florestas Plantadas	Pastagens Naturais	Pastagens Plantadas	Área Colhida de Cana	Área Colhida de Soja	Área Colhida de Milho
Pantanal	27	7999100	295171	23168	1880091	3548	2942656	2547354	21756	123468	32795.33
Pampa	177	11900047	2743272	72646	863277	477991	6476934	688229	8722	940950	280608.5
M. Atlântica	3030	77525804	17976889	5597928	12232894	2255048	15393948	20671265	2928012	6634981	5238673
Cerrado	1387	119772433	16297681	2202582	31051467	1114222	20178070	44813773	2222516	6272873	2847877
Caatinga	1217	41565829	5998677	1649459	11172774	121290	14169409	5829160	128578	24642	2529064
Amazônia	555	70714588	4899582	2052025	28555776	245704	6298900	26850730	51529	1491493	787237.8

Tabela 3 – Variação dos usos da terra por bioma brasileiro

(conclusão)

Variação (%)										
Bioma	Área Total	Lavouras Temporárias	Lavouras Permanentes	Florestas Naturais	Florestas Plantadas	Pastagens Naturais	Pastagens Plantadas	Área Colhida de Cana	Área Colhida de Soja	Área Colhida de Milho
Pantanal	-7.97	77.41	256.34	-12.84	77.82	-15.69	16.67	169.36	65.74	97.06
Pampa	-7.44	13.94	54.52	-4.11	37.06	-15.52	-19.31	-33.28	111.52	-10.70
M. Atlântica	-9.51	6.73	32.27	-1.13	-14.95	-24.57	-18.68	18.98	45.02	4.74
Cerrado	-8.36	29.82	91.74	-6.91	-41.25	-27.59	-6.16	38.42	72.12	3.12
Caatinga	-7.28	-16.83	29.66	-32.47	-39.22	13.81	15.36	-17.04	4532.43	41.44
Amazônia	-0.20	44.98	148.27	-28.48	-17.42	2.14	46.02	-32.05	198.56	39.20

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006.

Tabela 4 – Número e áreas das Unidades de Conservação por Esfera Administrativa e Data de Criação

Esfera Administrativa	Data de Criação					
	Até 31/07/1996		De 31/07/1996 a 31/12/2006		Após 31/12/2006	
	Número	Área Total	Número	Área Total	Número	Área Total
Federal	233	29 444 846	486	41 015 524	165	6 204 528
Amazônia	49	23 674 475	124	4 505 451	9	5 757 032
Pantanal	2	20 816	10	1 231 305	1	13 323
Mata Atlântica	93	2 316 712	209	17 309 753	112	105 511
Cerrado	48	2 149 632	73	12 244 442	25	25 027
Caatinga	17	448 924	35	5 523 436	13	33 804
Pampa	8	389 475	12	86 045	0	0
Marinho	16	444 812	23	115 092	5	269 831
Estadual	254	27 619 633	251	44 902 071	126	4 945 450
Amazônia	53	16 260 120	68	33 589 406	11	2 997 988
Pantanal	0	0	3	287 262	0	0
Mata Atlântica	149	4 425 588	71	2 326 694	91	457 820
Cerrado	42	4 072 749	71	4 676 013	14	316 188
Caatinga	3	169 990	34	3 652 833	4	48 222
Pampa	3	8 388	1	2 543	0	0
Marinho	4	2682 798	3	367 320	6	1 125 232
Municipal	28	70 933	34	761 043	30	29 320
Amazônia	1	391	0	0	2	10 715
Pantanal	0	0	0	0	0	0
Mata Atlântica	26	23 223	30	373 997	27	18 548
Cerrado	0	0	2	386 369	0	0
Caatinga	0	0	0	0	0	0
Pampa	0	0	1	510	0	0
Marinho	1	47 319	1	167	1	57
Brasil	515	57 135 412	771	86 678 638	321	11 179 298

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – Ministério do Meio Ambiente (CNUC/MMA).

Nota: As áreas totais estão expressas em hectares.

após 31/12/2006 (data referência do Censo Agropecuário 2006) e no período intercensitário. Nela, observa-se que foram criados no período, 41 milhões de hectares de UC federais, 44 milhões de hectares de estaduais e 761 mil de municipais. A criação das UC estaduais se concentraram no bioma Amazônia, com 33 milhões de hectares. As maiores criações de UC federais ocorreram justamente nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, com 17,3 e 12,2 milhões de hectares respectivamente. Essas áreas são maiores que as reduções de áreas ocorridas, indicando que além de terras agrícolas privadas, também foram utilizadas terras públicas na formação dessas UC.

Os dados de áreas de lavouras mostram que, com exceção da Caatinga, todos os biomas brasileiros apresentaram, no período, aumento percentual, tanto para lavouras temporárias quanto para permanentes, em detrimento de ambos os tipos de pastagens e das florestas naturais. Em termos percentuais, o bioma Pantanal foi o que apresentou o maior aumento. Entretanto, devido a pouca extensão desse bioma, verificou-se que o maior aumento de área ocorreu no Cerrado, com um aumento de 4,7 milhões de hectares. Os maiores aumentos de áreas foram nos biomas Cerrado e Amazônia, que tiveram aumento de 1,053 e 1,236 milhões de hectares de lavouras permanentes e 3,743 e 1,520 milhões de hectares de lavouras temporárias, respectivamente. Na Amazônia, esse aumento está concentrado na região do arco do desmatamento, principalmente nos estados do Amapá, Pará, Amazonas e Mato Grosso.

O bioma Caatinga foi o único bioma que apresentou redução da área de lavouras temporárias (-16,8%). Tal comportamento pode se dever ao clima seco e chuvas concentradas em apenas três meses do ano. Nessa região, as condições sociais são piores e o ambiente apresenta menor capacidade de atrair e manter atividades agropecuárias economicamente sustentáveis. Ainda, as áreas de florestas, sejam elas naturais ou plantadas também foram reduzidas, aumentando as de ambos os tipos de pastagens e lavouras permanentes. De acordo com Cavalcanti e Araújo (2008), a lenha é uma importante fonte de energia para a população nordestina e é obtida principalmente pela extração da vegetação nativa, assim como, é utilizada para a produção de carvão vegetal. Dessa forma, praticamente todo o desmatamento na Caatinga é atribuído a tais fatores.

Apenas a Caatinga e a Amazônia apresentaram aumento das áreas de pastagens. Para a Amazônia, o mais preocupante é que os únicos usos de áreas

que apresentaram reduções foram as florestas, indicando a forte pressão que as áreas de florestas têm sofrido para a expansão das atividades agropecuárias.

No bioma Pampa, houve aumento tanto das áreas de lavouras quanto das de florestas plantadas, em detrimento às áreas de pastagens e florestas naturais. Para as florestas plantadas, a causa é o aumento de áreas para silvicultura. Carvalho et al. (2006) destacam que, em 2005, as indústrias de celulose anunciaram investimentos, com objetivos de plantarem um milhão de hectares de *Eucalyptus spp.* e *Acacia spp.* nos anos seguintes. Nesse bioma, a expansão da área de colheita da soja também tem destaque, apresentando um aumento de 496.101 hectares (111,52%) no período analisado. Estima-se que a soja tenha ocupado, apenas em 2002, 250.000 ha de pastagens naturais (CARVALHO et al. ,2006).

Na Mata Atlântica, observou-se aumento percentual na área de lavouras, em detrimento aos outros usos. É nesse bioma também que estão as maiores áreas colhidas de cana, milho e de soja em 2006. Como a Mata Atlântica é área tradicional de cultivo, o aumento percentual das lavouras temporárias foi de apenas 6,73%, pequeno se comparado aos outros biomas. Os cultivos na Mata Atlântica ocorrem desde a época colonial e a região praticamente não tem novas áreas a serem abertas. Cabe observar que a redução das áreas de pastagens e florestas foi de 10 milhões de hectares, enquanto o aumento das lavouras foi de apenas 2,49 milhões, o que indica a destinação dessas áreas para outros usos, além dos agropecuários. Já foi discutido que parte dessas áreas se tornaram UC, mas outra importante influência nessa região, é a especulação imobiliária. Assim, áreas de pastagens, mesmo com baixa produtividade, por se localizarem relativamente próximas ao litoral e das grandes cidades, são mantidas como formas de investimento, já que essas terras tendem a aumentar de preço a medida que os grandes centros urbanos se aproximam delas. Young (2005) também destaca o papel dos empreendimentos de infraestrutura, que estimulam a especulação imobiliária e finalmente o desmatamento. Assim, a construção de rodovias, principalmente no Sul e Sudeste, ao facilitar o acesso a regiões anteriormente remotas, criam a expectativa de elevação do preço da terra, incitando o ciclo da especulação imobiliária e levando ao desmatamento.

Ainda, tratando-se das áreas colhidas analisadas, a região do Pantanal apresentou grandes aumentos percentuais nas áreas das três culturas. Entretanto, esse resultado deve ser analisado com cuidado, pois o Pantanal é um bioma

pequeno que engloba apenas 27 municípios, dos quais 19 fazem fronteira com o Cerrado. De acordo com o descrito na metodologia, nos casos em que um município apresentava dois ou mais biomas, as áreas de produção agrícola eram divididas igualmente entre eles, já que não era possível localizar exatamente em que bioma a produção estava ocorrendo. Dessa forma, os municípios do Cerrado podem estar aumentando artificialmente os valores obtidos para o Pantanal.

3.4.2 Expansão da produção agropecuária

A produção agropecuária nos biomas brasileiros foi estudada utilizando-se os seguintes produtos pré-selecionados: lenha, madeira para papel, madeira em toras, bovinos vendidos e abatidos, cana, soja e milho. Os dados de lenha, madeira em toras e madeira para papel foram separados de acordo com sua origem: extração vegetal ou da silvicultura. Cabe ressaltar que, conforme explicado na metodologia, os dados de produção dos municípios que tinham mais de um bioma foram divididos igualmente entre os biomas presentes. Assim, as quantidades produzidas e a suas variações entre os anos estudados são apresentadas na tabela 5.

Tratando-se primeiramente dos produtos madeireiros, observa-se que, no bioma Pantanal, para ambas as origens, a produção desses é irrelevante. Em contrapartida, a produção de cana e soja apresentou aumento de 187% e de 49%, respectivamente, o que significou um aumento da área plantada de 11 mil e 48 mil hectares, respectivamente. Entretanto, é possível que essa produção esteja localizada nos municípios de interface com o bioma Cerrado, já que as condições de alagamentos cíclicos do Pantanal são desfavoráveis a ambas as culturas.

Outro ponto, é que a produção de madeira em toras para papel é praticamente toda oriunda de silvicultura. Este comportamento está de acordo com Brasil (2007), que ao tratar do setor de papel e celulose, afirma que “os produtos brasileiros são produzidos, exclusivamente, a partir de madeira de florestas plantadas, em especial, de eucaliptos e pinus”. De acordo com a mesma publicação, as florestas plantadas que abastecem o setor de papel e celulose ocupam 1,6 milhão de hectares e sua composição é 75% de florestas de eucalipto, 24% de pinus e 1% de outras espécies. O setor também mantém, como contribuição ao aspecto ambiental, 2,6 milhões de hectares de florestas nativas preservadas. Com relação à sua localização, os dados mostram que em 2006, essa produção se concentrou na Mata Atlântica e no Cerrado, praticamente encerrando-se às silviculturas destinadas

a esse fim que existiam no bioma Amazônia, em 1996. Nesse ponto, Brasil (2007) afirma que as indústrias de papel e celulose estão concentradas basicamente nas regiões Sul e Sudeste do país. Afirma também, que a partir de 2003,

Tabela 5– Quantidade produzida de produtos selecionados por bioma brasileiro

Quantidade Produzida em 1996										
Bioma	Extração Vegetal			Silvicultura			Bovinos vendidos e abatidos	Cana (ton)	Soja (ton)	Milho (ton)
	Lenha (mil m3)	Madeira para papel (mil m3)	Madeira em Toras (mil m3)	Lenha (mil m3)	Madeira para papel (mil m3)	Madeira em Toras (mil m3)				
Pantanal	94	0	1	53	0	0	631555	690894	200533	36875
Pampa	806	0	34	2648	807	620	1845637	235681	704537	489373
M. Atlântica	13264	6	1597	11695	17467	21324	11443350	147135864	10945892	14575602
Cerrado	7539	0	845	10763	6490	3281	12378948	105703751	8460363	8579099
Caatinga	12468	0	789	186	153	37	1880339	7256269	610	1108150
Amazônia	8317	2	8545	44	3009	53	3284320	4832705	1273343	721896

Quantidade Produzida em 2006										
Bioma	Extração Vegetal			Silvicultura			Bovinos vendidos e abatidos	Cana (ton)	Soja (ton)	Milho (ton)
	Lenha (mil m3)	Madeira para papel (mil m3)	Madeira em Toras (mil m3)	Lenha (mil m3)	Madeira para papel (mil m3)	Madeira em Toras (mil m3)				
Pantanal	19	0	1	33	0	0	699926	1987979	299894	94691
Pampa	1697	0	3	10184	141	2058	1575073	204607	1847159	877268
M. Atlântica	7463	20	302	54549	10934	17897	9145077	189459565	16658130	22821379
Cerrado	6401	20	369	22408	2150	8992	11706534	169464619	17078349	12318590
Caatinga	10174	9	2497	15826	0	11236	1201722	6191789	64451	3680723
Amazônia	9289	17	2435	6601	11	2752	6648124	2624549	4340253	2479644

Variação (%)										
Bioma	Extração Vegetal			Silvicultura			Bovinos vendidos e abatidos	Cana (ton)	Soja (ton)	Milho (ton)
	Lenha (mil m3)	Madeira para papel (mil m3)	Madeira em Toras (mil m3)	Lenha (mil m3)	Madeira para papel (mil m3)	Madeira em Toras (mil m3)				
Pantanal	-80.32	0.00	-50.00	-38.68	0.00	0.00	10.83	187.74	49.55	156.79
Pampa	110.48	0.00	-91.18	284.66	-82.52	231.85	-14.66	-13.18	162.18	79.26
M. Atlântica	-43.74	225.00	-81.09	366.43	-37.40	-16.07	-20.08	28.77	52.19	56.57
Cerrado	-15.09	-	-56.33	108.20	-66.88	174.01	-5.43	60.32	101.86	43.59
Caatinga	-18.40	-	216.48	8400.70	-100.00	30470.22	-36.09	-14.67	10466.16	232.15
Amazônia	11.68	750.00	-71.51	14901.14	-99.63	5141.90	102.42	-45.69	240.85	243.49

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados dos Censos Agropecuários de 1996 e 2006.

o Ministério do Meio Ambiente passou a implantar ações mais abrangentes ao combate ao desmatamento na Amazônia e à corrupção dos órgãos ambientais. Tais ações, juntamente com a preocupação crescente dos mercados internacionais com a origem da madeira utilizada nos produtos exportados, podem ter influenciado o comportamento observado.

Tratando-se da madeira em toras, sua produção de maneira extrativa foi reduzida em todos os biomas, exceto na Caatinga. Já a de origem na silvicultura, apresentou aumento em todos os biomas exceto na Mata Atlântica. O caso mais relevante foi o do bioma Amazônia, que em 1996 produzia quase unicamente de forma extrativa. Em 2006, a produção de madeira em toras total foi reduzida em cerca de 40%, e 53% da quantidade produzida foi oriunda da silvicultura. Esse comportamento também pode ter sido influenciado pelas ações do Ministério do Meio Ambiente citadas anteriormente.

Homma (2012), ao estudar as opções entre o extrativismo vegetal e o plantio na Amazônia afirma que “as reservas extrativistas estão sendo consideradas como solução para se evitar o desmatamento da Amazônia, melhor opção de renda e emprego, proteção da biodiversidade e, mais recentemente, como mecanismo de aplicação do Reduced Emissions for Deforestation and Degradation (REDD)”. Entretanto, o autor conclui que, apesar da ênfase no manejo, a exploração de muitos recursos extrativos tende a levar à sua exaustão e à destruição da floresta. O extrativismo justifica-se como uma maneira de “comprar tempo” enquanto não surgirem alternativas para evitar o êxodo rural ou até quando existirem grandes estoques. Assim, a formação de um parque produtivo com plantas extrativas domesticadas é a melhor garantia para evitar a biopirataria na Amazônia e dos países vizinhos e de gerar renda e emprego. Dessa forma, o aumento da silvicultura na Amazônia, detectado em 2006, pode trazer benefícios sociais, principalmente se forem destinados recursos à pesquisa, visando à domesticação de espécies de alto valor.

Tratando-se da produção de lenha de extração vegetal, verificou-se redução em todos os biomas, exceto no Pampa e na Amazônia. Quanto à produção de silvicultura, observou-se aumento em todos os biomas, exceto no Pantanal. Os dois biomas que apresentaram maior aumento de lenha de silvicultura foram a Caatinga e a Amazônia. A Caatinga em 2006, foi o segundo maior bioma produtor, atrás apenas do Cerrado.

Riegelhaupt e Pareyn (2010), ao estudarem a questão energética principalmente na Caatinga, afirmam que de 1990 até o final da década de 2000, o crescimento da indústria da construção civil e a entrada de siderúrgicas na região aumentaram a demanda por lenha e carvão vegetal. A expansão da indústria de construção civil levaria à maior atividade das indústrias de materiais de construção (cerâmica vermelha, cal, gesso e cimento) que utilizam principalmente lenha como combustível. Ainda, usando dados do estudo de CEDEC (2005), Riegelhaupt e Pareyn (2010) afirmam que, para o Rio Grande do Norte, a lenha representa 53,4% do consumo de energia residencial, 47,4% do industrial e 33,3% do comercial. Outro dado apresentado é que o consumo residencial rural é dez vezes maior que o consumo urbano. Como o custo de transporte da lenha é alto em relação ao valor do produto, só é viável o transporte até no máximo 300 quilômetros do local de produção. Dessa forma, a lenha demandada deve ser produzida no entorno dos centros de consumo. Como apenas 6% da demanda é atendida por manejo florestal sustentável, os autores afirmam que o desmatamento é fonte de 80% da lenha e carvão produzidos no Nordeste. Entretanto, os dados aqui encontrados apontam um comportamento contrário, indicando que o aumento da produção ocorreu principalmente em função da criação de plantações para produção de lenha que, em 1996, não existiam e, em 2006, produziram 60,86% de toda a lenha da caatinga.

Além da silvicultura, outra possibilidade apontada para a produção de lenha é o manejo sustentável da área de vegetação nativa existente na Caatinga, isso porque existem ainda 6,3 milhões de hectares que podem ser manejados de forma sustentável para fins produtivos, e essa área teria capacidade de suprir duas vezes a demanda comercial atual da região. Finalmente, na perspectiva de desenvolvimento das tecnologias de biocombustíveis de segunda geração (a partir de fontes celulósicas) o manejo florestal seria uma das melhores alternativas para fornecer madeira de baixo custo para tal atividade (RIEGELHAUPT E PAREYN, 2010).

A produção de lenha, na Mata Atlântica, apresentou comportamento semelhante ao da Caatinga. A produção de lenha de silvicultura aumentou 367% enquanto a extração de lenha foi reduzida em 43,74%. Dessa forma, em 2006, a lenha oriunda da extração vegetal representou apenas 12,06% de toda a lenha produzida na Mata Atlântica. Esses dados são, atualmente, contrários à afirmação de Young (2005), de que a maioria dos produtos florestais da Mata Atlântica são

extraídos com métodos não sustentáveis, embora tal fato tenha sido verdade na época do Censo Agropecuário de 1995/96. Entretanto, o autor afirma que mesmo quando a extração é feita a partir do plantio, há pressão para conversão das áreas de florestas para atividades agropecuárias.

Tratando-se da produção de bovinos, no bioma Amazônia, essa atividade apresentou incremento de 102,42% no número de bovinos vendidos e abatidos, enquanto os outros biomas, com exceção do Pantanal, apresentaram redução na produção de bovinos. Esse aumento se deve a dois principais fatores: aumento das áreas de pastagens e aumento da produtividade. Assim, a produção de bovinos passou de 0,13 para 0,20 cabeças por hectare. Como o maior aumento ocorreu nas pastagens plantadas, esse resultado é facilmente explicado pelo uso de forrageiras mais produtivas que as pastagens naturais, aliado ao clima favorável da região.

No bioma Pampa, a produção animal é, historicamente, uma das principais atividades econômicas, uma vez que as pastagens naturais cobrem aproximadamente 95% da região. Entretanto, entre 1995 e 2006, o número de bovinos vendidos e abatidos foi reduzido em 14,66%, acompanhando a redução das áreas de pastagens citadas anteriormente. Isso ocorre, pois essa atividade tem sido substituída pela silvicultura e pela produção de soja. Pode-se observar que a produção de madeira em toras, da silvicultura, aumentou 1,430,000 m³ (231,85%) e a de soja 1.204.974 toneladas (162,18%), e espera-se que a produção de madeira aumente ainda mais nos próximos anos devido a investimentos que vêm sendo feitos na região para a implantação do polo de produção de celulose, que envolverá o estado do Rio Grande do Sul e partes do Uruguai e Argentina (SUERTEGARAY; SILVA, 2009).

No Cerrado, tanto a produção quanto as áreas de pastagens diminuíram. Entretanto, foi observado aumento da produtividade, já que a produção caiu apenas 5% enquanto as áreas de pastagens foram reduzidas em 27% (naturais) e 6% (plantadas). Isso é explicado pela substituição ter ocorrido em sua maioria nas pastagens naturais, que são menos nutritivas e, por isso, tem menor capacidade de suporte. Cabe ressaltar que a produtividade das pastagens aqui calculada não considera a produção de leite. Dessa forma, a produtividade por hectare é mais baixa, já que as áreas destinadas à produção de leite não puderam ser separadas das destinadas à produção de bovinos de corte e de dupla aptidão.

Com relação aos produtos das lavouras temporárias, a cana, soja e milho foram os produtos escolhidos, pois eram os de maior área e importância econômica do Brasil. Em 2006, esses produtos utilizavam respectivamente 11,12%, 32,12% e 24,30% de toda a área de lavouras temporárias. Observa-se que essas três lavouras têm a produção concentrada, em ambos os períodos analisados, em apenas dois biomas: a Mata Atlântica e o Cerrado. Conforme já discutido, a Mata Atlântica é área tradicional de produção agrícola e o Cerrado vem se destacando na produção nos últimos 20 anos, o que se atribui, principalmente, aos resultados da pesquisa brasileira que desenvolveu variedades adaptadas à região e à modernização da agricultura nas décadas de 70 e 80, estimulada por subsídios financeiros e incentivos governamentais.

Na Caatinga, embora a variação na produção de soja calculada tenha sido de 10466%, isso ocorreu, pois em 1996, a quantidade produzida foi muito pequena. Dessa forma, embora tenha ocorrido esse grande aumento percentual na produção, o bioma continua sendo, em 2006, o de menor produção de soja no Brasil.

Para ilustrar essa discussão, as Figuras 4 e 5 a seguir, apresentam a evolução das áreas de lavouras temporárias com relação à área total das propriedades e à composição dessas lavouras, para cada bioma nos anos de 1995/1996 e 2006, respectivamente.

Figura 4 – Participação e Composição das lavouras temporárias em 1995/1996

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do Censo Agropecuário de 1995/1996.

Figura 5 – Participação e Composição das lavouras temporárias em 2006
 Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do Censo Agropecuário de 2006.

Observa-se que, no período analisado, as lavouras passaram a ter maior participação nas propriedades rurais exceto no bioma Caatinga, onde segundo Paupitz (2010), houve abandono de áreas anteriormente utilizadas para a produção de algodão. Cabe ressaltar que esse resultado não seria observado se fossem analisados apenas os dados agregados para o Nordeste, que apresentou 3,56% de redução nas áreas totais, mas aumento de 4,98% nas áreas de lavouras segundo dados do IBGE (2009). Isso indica que as lavouras temporárias podem estar se deslocando para área de melhores condições climáticas, mesmo dentro da região Nordeste.

Com relação à composição dessas áreas, observa-se que na Caatinga, houve aumento na participação da área plantada de milho e que houve pouca participação das lavouras de soja e cana. Nos demais biomas, a participação da soja aumentou, principalmente em detrimento às áreas de outras lavouras temporárias.

3.5 Conclusões

A produção agropecuária brasileira tem se expandido nas últimas duas décadas e se tornou destaque no cenário internacional. Para localizar e analisar esse crescimento, esse estudo identificou as principais mudanças na produção agropecuária e nos usos da terra ocorridos considerando o recorte dos biomas brasileiros entre 1995/1996 e 2006. Identificou-se que ocorreu expansão tanto das

áreas de lavouras temporárias e permanentes para todos os biomas, exceto a caatinga, que apresentou redução das áreas de lavouras temporárias no período analisado. Essa expansão aumentou a participação das lavouras (principalmente as temporárias) na área total das propriedades. Entretanto, para isso, foi necessária redução das áreas de pastagens e florestas naturais, essas últimas tendo suas áreas reduzidas em todos os biomas.

Tal resultado evidencia a pressão que as florestas naturais têm sofrido. Nesse sentido, muitos pesquisadores hoje sugerem que essa expansão deve ocorrer sobre as pastagens degradadas, que estão presentes em grandes extensões e apresentam baixa produtividade se comparada a outros sistemas de produção. Assim, é necessário aumentar a fiscalização e o controle das atividades agrícolas nas áreas de florestas de modo a direcionar a pressão para essas pastagens, estimulando a intensificação da pecuária e mantendo as áreas de florestas naturais.

Ainda, ficou claro que é necessário o desenvolvimento de alternativas produtivas para a região da Caatinga, considerando as especificidades locais, de modo a melhorar os índices produtivos da região. Chama a atenção que, como será evidenciado no capítulo seguinte, a ocupação recente da região de fronteira entre a Caatinga e o Cerrado sofre influência dessa proximidade e vem sendo beneficiada com a infraestrutura criada para a produção agrícola.

Tratando-se dos produtos madeireiros, foi observado redução de sua quantidade quanto originados de extração vegetal e aumento daqueles oriundos da silvicultura, apontando para uma possível mudança na lógica de produção brasileira de tais produtos. Essa mudança resultou em aumento da produção total de lenha e madeira em toras, demonstrando a importância da silvicultura no aumento da produtividade dessas culturas, pois, a Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, principais biomas produtores, apresentaram, no mesmo período, redução das áreas de florestas plantadas. A redução na produção de madeira para papel não está relacionada à mudança no sistema produtivo, pois desde 1996, essa cultura já era fortemente baseada na silvicultura.

Cabe salientar, entretanto, que as florestas plantadas não exercem as mesmas funções que as florestas naturais. Essas últimas, apresentam elevada biodiversidade, tanto animal quanto vegetal e armazenam espécies de elevado valor econômico que ainda não foram domesticadas para produção em monocultivos além

de outras espécies que podem vir a ter importância econômica no futuro, seja pela produção de madeiras ou de extratos vegetais com potencial farmacológico.

Nesse sentido, como Homma (2012) sugere, são necessários que sejam investidos recursos na domesticação de espécies nativas, principalmente nas de maior valor de mercado, de forma a evitar a introdução de espécies exóticas, além de aproveitar e valorizar a biodiversidade brasileira.

Por esses motivos, a expansão das áreas de florestas plantadas não podem mascarar a redução das áreas de florestas nativas. Isso porque, mesmo tendo ocorrido expansão em número e área das unidades de conservação, as reservas existentes dentro das propriedades privadas são importantes para a manutenção da vida selvagem e evitam desequilíbrios ecológicos graves que podem, em última análise, interferir nas áreas de produção agrícola, como o surgimento de novas pragas, alteração nos padrões climáticos e redução do número de polinizadores, entre outros.

Referências

BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, **Plano Amazônia Sustentável**: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira. Brasília: MMA, 2008. 112 p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia Produtiva da Madeira**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 84p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Amazônia Sustentável**: cenários propostos para um novo desenvolvimento sustentável. Resumo Executivo. Brasília: MMA, 2006. 29 p.

CARVALHO, P.C.DEF.; FISHER, V.; SANTOS, D.T.DOS; RIBEIRO, A. M.L.; QUADROS, F.L.F.; CASTILHOS, Z. M.S.; POLI, C.H.E.C.; MONTEIRO, A.L.G.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; JACQUES, A.V.A. Produção Animal no bioma Campos Sulinos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43.,2006. João Pessoa. **Anais...** Brasília: SBZ, 2006. p.125-164.

CAVALCANTI, E. R.; ARAÚJO, N. C. F. de. **O uso da energia de biomassa no bioma Caatinga**. Fundação Joaquim Nabuco, 2008. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/geral/VSMA/VSMA2008_2302.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2011.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS (CSR/IBAMA). **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite:** monitoramento do Bioma Caatinga, 2002 a 2008. Brasília: CSR/IBAMA, 2010. 58 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/caatinga/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2011.

_____. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite:** monitoramento do Bioma Cerrado, 2002 a 2008: dados revisados Brasília: CSR/IBAMA, 2009, 69 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/Relatorio%20tecnico_Monitoramento%20Desmate_Bioma%20Cerrado_CSR_REV.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2011.

_____. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite:** monitoramento do Bioma Pantanal, 2002 a 2008. Brasília: CSR/IBAMA, 2010 b, 30 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/pantanal/RELATORIO_PANTANAL_2008_PMDBBS.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2011.

_____. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite:** monitoramento do Bioma Pampa, 2002 a 2008. Brasília: CSR/IBAMA, 2010c, 36 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/pampa/RELATORIO_PAMPA_2008_PMDBBS.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2011.

_____. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite:** monitoramento do Bioma Mata Atlântica, 2002 a 2008. Brasília: CSR/IBAMA, 2010d, 42 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/mataatlantica/RELATORIO_PMDBBS_MATA_ATLANTICA_2002-2008.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2011.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS – DIEESE. **Banco de dados da cesta básica nacional.** Várias tabelas. São Paulo: DIEESE, 2011. Disponível em: <<http://turandot.dieese.org.br/bdcesta/cesta.html>> Acesso em: 13 dez. 2011.

GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. DE O. Savanas Tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Ed.). **Savanas:** desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap.2, p.49-77

HOMMA, A.K.O. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição? **Estudos Avançados**, São Paulo, n.54, p.115-135. 2005.

_____. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n.74, p.167-186, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 1995/96**. Várias tabelas. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2011.

_____. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777p.

_____. **Mapa dos biomas do Brasil**: primeira aproximação. 2004. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 out. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Sustentabilidade ambiental no Brasil**: biodiversidade, economia e bem-estar humano. Brasília: IPEA, 2010. 640p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS – INPE. **Dados detalhados do PRODES/INPE confirmam estimativa de desmatamento na Amazônia**. 2010 Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2175> Acesso em: 13 dez. 2011.

LÁU, H. D. **Pecuária no Estado do Pará**: índices, limitações e potencialidades. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 36p.

LEAL, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. da. **Ecologia e Conservação da caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003. 822p.

LOPES, A. S.; DAHER, E.. Agronegócio e Recursos Naturais no cerrado: desafios para uma coexistência harmônica. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Ed.) **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap.5, p.173-209.

MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B. A agropecuária e o Desenvolvimento Socioeconômico recente do Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de (Ed.). **Savanas**: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 4, p.105-169.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. DE P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. DE S.; JACQUES, A.V.A. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. D.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. DE S.; JACQUES, A.V.A. (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. p. 26-41.

PAUPITZ, J.. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semi-árido brasileiro. In: GARIGLIO, M. A; SAMPAIO, E. V. DE S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p.49-64.

REIS, V. D. A. dos. **Apicultura e bovinocultura de corte**: comparativo econômico da implantação hipotética dessas atividades no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 78p.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética. . In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO ,E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 65-75.

SAMPAIO, E. V. de S. B. Características e potencialidades. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO ,E. V. DE S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 29-48.

SANTOS, S. A. Competitividade, sustentabilidade e cadeia produtiva bovina no Pantanal. In: SANTOS, S.A.; DESBIEZ, A. L.J.; BUAIRAIN, A. M.; ABREU, U. G. P. DE; SANTOS, D.; SILVA, A. M. S.; SANTOS, R.C.R. dos (Ed.) **Cadeia Produtiva bovina no pantanal sul-matogrossense: diagnóstico participativo**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. p.17-21.

SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P. DE; COMASTRI FILHO, J.A.; CRISPIM, S. M.A.; PELLEGRIN, A.O.; TOMICH, T. R. **Desafios e Soluções tenológicas para produção sustentável de gado de corte no pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 32p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L.A.P. da. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: PILLAR , V. D.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. DE S.; JACQUES, A.V.A. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p.42-59.

XAVIER, J.J.B.N.; BARRETO, J.F.; DIAS, M.C.; MARTINS, G.C. **Cultivo de grãos no Estado do Amazonas (arroz, feijão, milho e soja)**.. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. p.1-4, (Comunicado Técnico, 5).

YOUNG, C. E. F. Causas socioeconômicas do desmatamento da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. DE G. (Ed.) **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. cap.10, p.103-118.

4 DETERMINANTES DO USO DO SOLO NO BRASIL E BIOMAS BRASILEIROS EM 2006

Resumo

Esse trabalho buscou identificar os principais determinantes das mudanças no uso do solo brasileiro e nos seus biomas individualmente. Para isso, utilizando dados do Censo Agropecuário de 2006, foram estimados, por meio de sistema de equações aparentemente não-relacionados, modelos para explicar os seguintes usos: florestas, pastagens, soja, cana-de-açúcar e outras culturas. A partir dos resultados dos modelos foram calculadas as elasticidades área preço diretas e cruzadas para cada um desses usos. Os principais resultados apontam que há influência da mecanização sobre todos os usos de solo e, para o caso da cana-de-açúcar, da presença de usinas no município. Ainda, as *dummies* de biomas e as variáveis de altitude, precipitação e temperatura apresentaram influência significativa na maioria dos modelos estimados. As elasticidades área preço calculadas identificaram pouca influência dos preços sobre os usos da terra, principalmente os relacionados às áreas de pastagens e florestas. Concluiu-se que os tradicionais incentivos via preços, para influenciar, as áreas de florestas e pastagens não são suficientes. Ainda, como o problema abordado mostrou-se muito complexo, são deixadas sugestões para trabalhos futuros.

Palavras-chave: Elasticidade área preço; Mecanização; Sistema de equações aparentemente não-relacionadas

Abstract

This study aimed to identify the main determinants of land use changes in Brazil and in its biomes individually. For this, using data from the Agricultural Census of 2006, SUR models were estimated to explain the selected uses: forests, pastures, soybeans, sugar cane and other crops. Using these results, the area price elasticities were calculated for each of these uses. The results show that there is an influence of mechanization on all land uses analyzed and, for the sugar cane use the presence of industrial plants in the county also has influences. The dummies for biomes and the variables of altitude, precipitation and temperature had significant influence on most of the estimated models. The calculated area price elasticities identified low influence of prices on land uses, especially those related to pastures and forests. It was concluded that the traditional incentives through prices are not enough to influence forest and pastures. Finally, as the problem addressed has shown to be very complex, suggestions for future work are presented.

Keywords: Area price elasticities; Mechanization; SUR model

4.1 Introdução

É indiscutível o papel que o Brasil tem hoje como grande produtor e exportador de produtos agropecuários. Entretanto, a expansão das áreas de produção e o crescimento das cidades têm imposto cada vez mais pressões sobre os recursos naturais. Tratando-se apenas da produção agropecuária, os principais

responsáveis por isso são a expansão das áreas de produção sobre as áreas de florestas e as técnicas utilizadas que, apesar de favorecerem o aumento da produtividade, têm trazido sérias consequências ambientais. As consequências dessas mudanças do uso do solo podem ser ainda mais sérias se não forem consideradas as especificidades dos biomas em que as propriedades estão inseridas.

Nesse sentido, Sampaio et al. (2005) ao abordar o papel da degradação causada pela agropecuária, na desertificação do Nordeste, afirma que o desmatamento e consequente descobrimento do solo favorecem a erosão. Esse processo é muito grave por sua irreversibilidade e pela grande extensão de solos rasos na região. Ainda, o cultivo continuado, sem a reposição dos nutrientes do solo, leva à perda de fertilidade, que pode ser irreversível. Outros problemas relativos a erros de manejo são a salinização, causada pelas áreas irrigadas com água com teor elevado de sal, o mau uso dos ciclos de molhamento e ausência de drenagem e a compactação do solo, causado pelo uso de maquinaria nas áreas irrigadas. Os autores concluem que enquanto a sociedade não se conscientizar da gravidade da situação, não serão tomadas ações de prevenção e reversão em escala adequada o que pode tornar grandes áreas do semi-árido improdutivas.

No bioma Amazônia esses efeitos também têm sido detectados. Krusche et al. (2005) ao analisar as mudanças no uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, relata que as áreas de pastagens têm relação significativa com a alta condutividade elétrica e as altas concentrações de sódio, cloro, potássio e fosfato, entre outros sais. As concentrações mais elevadas foram encontradas na parte central da bacia, onde as áreas de pastos atingem o máximo. À medida que o rio entra nos trechos finais e a floresta passa a dominar a paisagem, as concentrações caem. Outros autores também mostraram que a compactação dos solos em pastagens da região amazônica aumenta o potencial de ocorrência de um fluxo lateral, que quando combinado com o manejo inadequado do pasto ou com o escoamento superficial das excreções do gado, poderiam também influenciar a composição química das águas (KAUFFMAN et al. (1998)), ELSENBEER et al. (1999), DIAS FILHO et al. (2001), apud KRUSCHE et al. (2005)). Esses efeitos são capazes de causar prejuízos à estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos nas micro e meso escalas estudadas

por Krusche et al. (2005), com alterações significativas na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas fluviais.

Para mitigar esses impactos manejos alternativos têm sido propostos, como a intensificação do uso do solo, o plantio direto e o manejo agroecológico, este último em geral relacionado à agricultura familiar. Para a criação de bovinos na Amazônia, a intensificação tem sido sugerida como forma de reduzir a pressão nas florestas e liberar terra para outras produções. Essa alternativa também está contemplada nos planos brasileiros para redução da emissão de gases de efeitos estufa, que no Brasil são, em grande parte, causados pela fermentação entérica de bovinos. Entretanto, de acordo com Bowman et al. (2012), esses incentivos e políticas de intensificação devem ser acompanhados por meio da implementação e “enforcement” de políticas que alterem os incentivos para substituição de florestas por pastagens, desencorajem a especulação das terras e promovam a responsabilidade no uso das mesmas de forma a deter novos desmatamentos, substituir sistemas produtivos de baixa produtividade e de criação extensiva de gado nas regiões de fronteiras com florestas da Amazônia brasileira.

O plantio direto é outro manejo alternativo proposto por movimentar menos o solo, reduzir o uso de insumos químicos e permitir um eficiente controle da erosão pela manutenção da palha sobre o solo. Dessa forma, ele possibilita o aumento do lucro pela redução das externalidades ambientais negativas, que seriam causadas a longo prazo. Nesse sentido, Rodrigues (2005) comparando os custos ambientais da utilização do plantio direto e do convencional de soja e milho nas regiões de Cerrado, concluiu que apesar do aumento do custo de produção de 0,47%, o plantio direto provoca redução de 81,22% no custo ambiental da produção de soja. Para a produção de milho, os custos de plantio direto são de 5,92% menores que o convencional e provocam uma redução de 29,43% no custo ambiental.

O manejo agroecológico é uma alternativa aos sistemas de produção tradicionais e tem sido implantado em várias regiões do país, além de sugerido como alternativa às pressões exercidas sobre a Caatinga. Esse sistema envolve a utilização de sistemas agroflorestais e suas vantagens estão em valorizar a biodiversidade, garantir a estabilidade e elevar a produtividades da terra, diversificar a produção, melhorar a fertilidade do solo, aumentar a oferta de forragem, reduzir as queimadas e o desmatamento, fixar a agricultura itinerante e

melhorar a renda e a qualidade de vida dos agricultores (MELO et al. (2002); ARAÚJO FILHO et al. (2006)).

Visando analisar os impactos ambientais desse tipo de manejo na Caatinga, Barreto et al. (2010) estudaram unidades de produção familiar no Rio Grande do Norte utilizando a dimensão ambiental do AMBITEC⁶ Produção Animal. Seus resultados indicam impactos positivos, com maiores contribuições, relacionadas aos indicadores de capacidade produtiva do solo, uso de insumos, qualidade do produto e diminuição de emissão de poluentes na atmosfera. Os autores encerram concluindo que, pela superioridade dos benefícios gerados, o manejo agroecológico da Caatinga é geradora de impactos ambientais positivos.

Observa-se que vários trabalhos já existem no sentido de propor soluções técnicas para problemas específicos e mensurar os impactos dessas soluções. Entretanto, poucos são os trabalhos que buscam identificar os determinantes das mudanças no uso do solo no Brasil ou nos biomas brasileiros de forma mais ampla e com uma abordagem microeconômica. Este trabalho busca complementar a literatura existente, além de propor políticas públicas e incentivos que sejam capazes de influenciar o uso dos solos privados brasileiros.

Para isso, inicialmente, caracterizou-se o uso do solo e a produção de soja e cana, além de suas variações no período de 1995/1996 e 2006. Em seguida, foram estimados sistemas de equações, visando explicar os usos selecionados das terras privadas no Brasil e nos biomas brasileiros em 2006 e, a partir desses resultados, foram calculadas as elasticidades área preço diretas e cruzadas, relacionadas a cada um desses usos.

Para isso, este trabalho está dividido em outros quatro capítulos além dessa introdução. Os dois capítulos seguintes apresentam os referenciais teóricos e analíticos utilizados. Em seguida, são apresentados e discutidos os resultados. O último capítulo traz as conclusões do trabalho, incluindo uma discussão sobre os principais problemas encontrados durante a análise e sugestões para próximas abordagens desse assunto.

---

⁶ O AMBITEC é um sistema de avaliação de impactos da implantação de inovações tecnológicas desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente e, em suas diferentes versões, pode englobar as dimensões ambiental, social, socioeconômicas, entre outras.

4.2 Referencial teórico

A questão das mudanças nos usos da terra tem sido discutida na literatura econômica, principalmente em função dos desmatamentos e o reconhecimento da influência deles no aquecimento global. Assim, as discussões ocorrem sob dois grandes focos: as análises macroeconômicas que têm maior participação na discussão, e o das análises microeconômicas. As abordagens macroeconômicas consideram que o desmatamento seria principalmente causado pela comercialização internacional dos produtos de origem florestal, de forma que os países poderiam exportar o desmatamento para outros países pela importação de produtos florestais e em função do crescimento econômico das nações, materializados nas Curvas de Kuznets Ambientais (EKC).

As EKC já foram pesquisadas em várias análises cross-country e de séries temporais. Entretanto, conforme afirmam Lambin e Meyfroidt (2010), a EKC é uma ligação entre o desenvolvimento e os impactos ambientais altamente idealizada e de padrões abstratos, que tenta explicar muitas das ligações naturais dos ecossistemas a partir do desenvolvimento econômico, modernização, industrialização e urbanização. Essa e outras abordagens têm sido englobadas na teoria da transição de florestas.

Entretanto, Barbier et al. (2010) argumentam que tais teorias devem ser ampliadas para a teoria de alocação do uso do solo, a qual considera que o valor da terra sobre diferentes usos competitivos é que vai determinar em última instância se o padrão de uso da terra vai levar a um aumento ou a uma diminuição da cobertura florestal. Isto é, a cobertura florestal muda ao longo do tempo de acordo com as mudanças no valor que um uso do solo, relativo aos seus usos concorrentes, também mudam. Nesse sentido, Barbier e Burgess (1997) desenvolvem um referencial teórico baseado em dois usos alternativos: as florestas e a agricultura. Para esses autores, os benefícios líquidos dos dois usos devem ser avaliados, e será predominante aquele uso que for maior que o outro. Ainda, para calcular o benefício líquido das florestas, devem ser considerados tanto os produtos florestais quanto os serviços ambientais provenientes das mesmas⁷. Caso os serviços

---

⁷ Os serviços ambientais citados em Barbier e Burgess (1997) são: funções ambientais (proteção dos recursos hídricos, manutenção do microclima e estocagem de carbono), os

ambientais não sejam levados em consideração, serão derivados preços para o uso agrícola maiores que os para o uso florestal, que podem levar a níveis mais altos de desmatamento, mantendo todos os outros fatores constantes. Essa consequência é, na opinião dos autores, o que tem ocorrido na maioria das florestas tropicais.

Em seguida, Barbier e Burgess (1997) apresentam uma análise empírica para explicar os desmatamentos, usando um modelo intertemporal de otimização da conversão das florestas. Entretanto, pela dificuldade na obtenção de dados, eles não incorporam ao modelo o valor dos serviços ambientais das florestas e usam como *proxy* para os benefícios líquidos da floresta a produção per capita de madeira em toras. Assim, eles avaliam a variação nas áreas de florestas entre 1980 e 1985, utilizando como variáveis explicativas a densidade populacional, a produção per capita de madeira em toras, o GNP real per capita, os rendimentos agrícolas e uma *dummy* para a América Latina. Seus resultados indicam que a produção de madeira é positivamente relacionada com o desmatamento no período, resultado explicado pela madeira dos países tropicais ser oriunda da conversão de florestas para usos agrícolas, isto é, o desmatamento. As demais variáveis tiveram os seguintes resultados: o aumento da densidade populacional aumenta o desmatamento e o aumento da renda per capita dos rendimentos agrícolas reduz a demanda de terras agrícolas.

Para o Brasil, os trabalhos nesse sentido ainda são poucos. O que será utilizado como principal referencia neste trabalho é Féres et al. (2010), que utilizou um modelo de otimização de alocação de cinco usos de terra (cana, lavouras de subsistência, demais lavouras, pastos e florestas) para simular os efeitos da expansão das lavouras de cana no Brasil. Um modelo semelhante, com três usos de terra (pasto, florestas e lavouras), também foi usado para simular o impacto das mudanças climáticas no uso do solo no Brasil (FÉRES et al., 2009). Barbosa (2011) desenvolveu modelo semelhante para analisar os efeitos das mudanças climática em seis usos do solo alternativos (soja, milho, cana, outras lavouras, pastos e florestas). Nesse contexto, este trabalho vem complementar essa literatura disponível.

---

recursos (produtos não-madeireros, vida selvagem e forragem)e a provisão de amenidades (recreação, turismo, interesse científico).

Assim, no modelo de otimização de alocação dos usos de solo desenvolvido, a teoria da Firma foi utilizada como suporte teórico. De acordo com ela, o critério que norteia as firmas é a maximização de lucro. Para isso, dada a tecnologia disponível, é possível estabelecer a função de produção como sendo a máxima produção para cada combinação de fatores. Nesse sentido, o produtor vai alocar seus recursos de forma a obter o máximo lucro, sujeito a restrições de quantidade de recursos disponíveis. Ainda, toda função de produção tem uma função lucro subjacente. A partir de uma pode-se derivar a outra, utilizando-se a teoria da dualidade. Dessa forma, podem-se obter resultados derivados da função de produção, a partir da função lucro ou da função custo e vice-versa.

Para este trabalho, assim como em Féres et al.(2010), o modelo de uso da terra será derivado do problema de maximização de lucro do produtor, que deve decidir como alocar suas terras entre cinco diferentes tipos de uso: soja, cana-de-açúcar, demais lavouras, pastagens e florestas. Dados os preços dos produtos, o custo dos insumos e as características regionais, o produtor escolhe a quantidade de terra a ser alocada para cada uso, de modo a maximizar o lucro de suas atividades, respeitando a restrição de que a soma das áreas alocadas para os cinco usos não pode ser maior que a área do estabelecimento agrícola:

$$Max \left(\sum_{i=1}^m \Pi_i(p_i, r, n_i) \right) \quad \text{sujeito a} \quad \sum_{i=1}^m n_i = N \quad (1)$$

Em que i é o uso de terra escolhido dentre as $m=5$ alternativas consideradas, p_i é o preço do produto originado do uso i , r é o vetor de preços dos insumos, n_i é a quantidade de terra alocada para o uso i e N é a área útil total do estabelecimento agrícola.

Dessa forma, o problema de maximização de lucro pode ser expresso da seguinte forma:

$$Max L = \sum_{i=1}^m \Pi_i(p_i, r, n_i) + \mu(N - \sum_{i=1}^m n_i) \quad (2)$$

As condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial L}{\partial n_i} = \frac{\partial \Pi_i}{\partial n_i} - \mu = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

$$N - \sum_{i=1}^m n_i = 0 \quad (4)$$

Assim, a partir das condições de primeira ordem, podemos derivar as alocações ótimas de terra (n_i^*) para cada tipo de uso i (soja, cana, demais lavouras, pastagens e florestas).

Ainda, substituindo as alocações ótimas na condição de primeira ordem temos:

$$\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial n_i^*(p_i, r, N)}{\partial N} \right) = 1; \quad \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial n_i^*(p_i, r, N)}{\partial p} \right) = 0; \quad \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial n_i^*(p_i, r, N)}{\partial r} \right) = 0 \quad (5)$$

Isto é, se houver mudança na área útil do estabelecimento, essa mudança deve ser igual à variação das áreas dos cinco tipos de uso. Ao contrário, caso haja mudança nos preços, as áreas por cultura podem ser alteradas sem alterar a área total disponível do estabelecimento.

4.3 Referencial analítico

De acordo com Beattie e Taylor (1985), uma única equação para o caso multiproduto e multifator, que atenda às condições de segunda ordem globalmente, exiba interdependência econômica e seja de fácil manipulação matemática, não é conhecida. Dessa forma, a única alternativa exequível é utilizar multiequações representando essa abordagem.

Assim, para atingir os objetivos deste trabalho será estimado um sistema de equações de demanda por terra para cada uso selecionado. Essas equações são derivadas da otimização da função lucro do produtor. Entretanto, a escolha do produtor em quanto usar de toda a sua área disponível na ampliação de uma determinada cultura se dá ao mesmo tempo em que ele decide abrir mão da área de outra cultura, dado que a área disponível para plantio é finita. Dessa forma, considera-se que tal decisão deve englobar mais variáveis do que apenas os regressores que serão utilizados explicitamente nas equações. Por isso, espera-se que as equações a serem estimadas apresentem erros contemporâneos correlacionados, e a metodologia mais indicada é a de Regressão Aparentemente Não Relacionadas ou SUR (*seemingly unrelated regression*).

4.3.1 Modelo proposto

Para a estimação do modelo empírico proposto, considera-se a função lucro representada por uma função quadrática normalizada. Essa função foi escolhida por

ser uma forma funcional flexível e por não restringir as elasticidades de substituição entre os insumos, permitir a homogeneidade de grau um nos preços e por permitir que as funções de alocação da terra derivadas sejam lineares nos parâmetros (FÉRES, 2010). Assim, a resolução da eq. 1 gera as seguintes equações de demanda ótima por terra:

$$\left\{ \begin{aligned} n_{soja} &= \beta_0^{soja} + \sum_{f=1}^j \beta_{1f}^{soja} p_f + \sum_{g=1}^j \beta_{2g}^{soja} r_g + \beta_3^{soja} N + \sum_{n=1}^k \beta_{4n}^{soja} O_n + \sum_{h=1}^{26} \gamma_{5h} E + \varepsilon_{soja} \\ n_{cana} &= \beta_0^{cana} + \sum_{f=1}^j \beta_{1f}^{cana} p_f + \sum_{g=1}^j \beta_{2g}^{cana} r_g + \beta_3^{cana} N + \sum_{n=1}^k \beta_{4n}^{cana} O_n + \sum_{h=1}^{26} \gamma_{5h} E + \varepsilon_{cana} \\ n_{outlav} &= \beta_0^{outlav} + \sum_{f=1}^j \beta_{1f}^{outlav} p_f + \sum_{g=1}^j \beta_{2g}^{outlav} r_g + \beta_3^{outlav} N + \sum_{n=1}^k \beta_{4n}^{outlav} O_n + \sum_{h=1}^{26} \gamma_{5h} E + \varepsilon_{outlav} \\ n_{pastagens} &= \beta_0^{pastagens} + \sum_{f=1}^j \beta_{1f}^{pastagens} p_f + \sum_{g=1}^j \beta_{2g}^{pastagens} r_g + \beta_3^{pastagens} N + \sum_{n=1}^k \beta_{4n}^{pastagens} O_n + \sum_{h=1}^{26} \gamma_{5h} E + \varepsilon_{pastagens} \\ n_{florestas} &= \beta_0^{florestas} + \sum_{f=1}^j \beta_{1f}^{florestas} p_f + \sum_{g=1}^j \beta_{2g}^{florestas} r_g + \beta_3^{florestas} N + \sum_{n=1}^k \beta_{4n}^{florestas} O_n + \sum_{h=1}^{26} \gamma_{5h} E + \varepsilon_{florestas} \end{aligned} \right. \quad (6)$$

sujeitas às restrições:

$$\sum_{i=1}^j \beta_3^i = 1; \sum_{i=1}^j \beta_{1f}^i = 0; \sum_{i=1}^j \beta_{2g}^i = 0; \sum_{n=1}^k \beta_{4n}^i = 0 \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^j \beta_{1f}^i = \sum_{i=1}^j \beta_{1i}^f \quad (8)$$

em que n é a alocação de terras ótimas para cada tipo de uso do solo, γ e β são os coeficientes estimados, p_j são os preços dos produtos dos usos da terra, r é o vetor de preço dos insumos (serão considerados os mesmos insumos para todas as equações), N é a área total dos estabelecimentos agrícolas, O_n são outras k variáveis (número de caminhões e tratores, *dummies* de biomas, renda bruta por hectares para um determinado uso, altitude, participação do tipo de solo, entre outras), e E são as 25 variáveis *dummies* que controlam as diferenças entre os estados brasileiros (sejam diferenças de fiscalização, climáticas, educacionais, entre outras).

As restrições na eq. 7 correspondem às condições de otimização expressas na eq. 5 para o caso da função quadrática normalizada, e as restrições na eq. 8 garantem as propriedades de simetria dessa forma funcional.

Sendo assim, tem-se um sistema de equações no qual se espera que exista correlação entre os erros, pois as decisões dos produtores sobre quanto alocar para cada uso devem ser interdependentes. Para estimar tal sistema, a melhor metodologia é o SUR (*Seemingly Unrelated Regression*), pois além de ser eficiente

para casos em que há correlação contemporânea entre os erros, também permite a inclusão das restrições necessárias no modelo.

Um aspecto econométrico a ser destacado é que a estimação de todas as equações fará com que o sistema seja singular. Para evitar esse problema, apenas quatro equações são estimadas e os coeficientes da quinta são recuperados utilizando-se as restrições da eq.7.

A estimação foi realizada primeiramente para o Brasil. Em seguida, foram estimadas as mesmas equações para cada um dos biomas brasileiros (mantendo-se no modelos apenas as *dummies* de biomas que fazem fronteira com o bioma a que o sistema se refere). Para o bioma Pantanal a estimação não foi possível, pois o número de observações era muito pequeno. A partir dos parâmetros estimados, foram calculadas as elasticidades área preço diretas e cruzadas para cada um dos usos selecionados, com relação aos preços dos produtos no ponto médio da amostra. A intenção original era calcular também as elasticidades de substituição entre os usos, entretanto, conforme será discutido a diante, obteve-se alguns coeficientes com sinal contrário ao esperado. Dessa maneira, os resultados de elasticidades de substituição ficaram comprometidos e optou-se por não incluí-los neste trabalho.

4.3.2 Sistema de Equações Aparentemente Não Relacionadas (SUR)

Quando se espera que exista correlação contemporânea entre os erros, torna-se mais eficiente estimar um sistema de equações conjuntamente do que estimar cada uma separadamente utilizando-se Mínimos Quadrados Ordinários. Nesse caso, o modelo de Equações Aparentemente Não-Relacionadas é o mais indicado. De acordo com este modelo, tem-se:

$$\begin{cases} y_1 = X_1\beta_1 + e_1 \\ y_2 = X_2\beta_2 + e_2 \\ y_3 = X_3\beta_3 + e_3 \end{cases} \quad (9)$$

As pressuposições desse modelo podem ser escritas em notação matricial da seguinte forma:

$$E[e_i] = 0 \quad e \quad E[e_i e'_j] = \sigma_{ij} I \quad \text{sendo} \quad i, j = 1, 2, 3 \quad (10)$$

Já que $E[e_i e'_j] = \sigma_{ij} I$, os mínimos quadrados aplicados à primeira equação resulta no melhor estimador linear não viesado, que é função de y_1 . Entretanto, de

acordo com Judge et al. (1988), por causa da existência de correlação contemporânea, é possível obter um melhor estimador não viesado que seja função de y_1 , y_2 e y_3 . Dessa forma, o estimador do SUR utiliza os mínimos quadrados generalizados considerando a matriz de covariância conjunta dos erros. Essa matriz é dada por:

$$\begin{aligned}
 \Phi &= E[ee'] = E \left(\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \end{bmatrix} \right) \\
 &= \begin{bmatrix} Ee_1e_1' & Ee_1e_2' & Ee_1e_3' \\ Ee_2e_1' & Ee_2e_2' & Ee_2e_3' \\ Ee_3e_1' & Ee_3e_2' & Ee_3e_3' \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \sigma_{11}I & \sigma_{12}I & \sigma_{13}I \\ \sigma_{21}I & \sigma_{22}I & \sigma_{23}I \\ \sigma_{31}I & \sigma_{32}I & \sigma_{33}I \end{bmatrix} = \Sigma \otimes I_T
 \end{aligned} \tag{11}$$

Dessa forma, o estimador de mínimos quadrados generalizados é o melhor estimador linear não viesado, e é dado por:

$$\hat{\beta} = (X'\Phi^{-1}X)^{-1}X'\Phi^{-1}y = [X'(\Sigma^{-1} \otimes I)X]^{-1}X'(\Sigma^{-1} \otimes I)y \tag{12}$$

Esse estimador tem menor variância que o estimador de mínimos quadrados por levar em conta a correlação contemporânea dos erros de diferentes equações. Outro aspecto importante é que como os elementos da diagonal principal de Σ não precisam ser idênticos, o modelo já permite heterocedasticidade entre as unidades de *cross-section*.

Existem duas situações em que o estimador SUR será o mesmo que o de mínimos quadrados e não haverá ganho em tratar as equações como um sistema. A primeira é quando não há correlação contemporânea, isto é:

$$\sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = 0 \tag{13}$$

A segunda situação não é tão óbvia e ocorre quando todos os regressores das equações do sistema forem os mesmos. Entretanto, mesmo nesses casos, o SUR pode ser preferido por permitir a inclusão de restrições que usam coeficientes de mais de uma equação do sistema. Nesse trabalho, tais restrições são dadas pela teoria da produção e serão explicadas no próximo tópico.

Para confirmar a existência de correlação contemporânea, testa-se a hipótese:

$$H_0: \sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = 0$$

H_1 : *pelo menos uma covariância é diferente de zero.*

A estatística mais apropriada é a do Multiplicador de Lagrange, sugerido por Breusch e Pagan (1980). Para o caso de M equações, a estatística de teste é:

$$\lambda = \sum_{i=2}^M \sum_{j=1}^{i-1} r_{ij}^2 \dots em\ que\ r_{ij}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{ij}^2}{\hat{\sigma}_{ii} \hat{\sigma}_{jj}} \quad (14)$$

Sob a hipótese nula, λ segue distribuição assintótica qui-quadrado com $[M(M-1) \times 2]$ graus de liberdade. Assim, a hipótese nula é rejeitada se λ é maior que o valor crítico do nível de significância desejado.

4.3.3 Variáveis e Fonte de Dados

Para a realização das análises, foram utilizados dados municipais disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), provenientes do Censo Agropecuário 2006 (IBGE,2009). As variáveis de preços defasados utilizam dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS). As variáveis de altitude, temperatura e precipitação foram extraídas do o IPEADATA e as de biomas e tipo de solo dos mapas de biomas e de solos do Brasil, respectivamente, ambos disponibilizados pelo IBGE. Para a comparação entre os usos de terra estaduais, também foram utilizados dados do Censo Agropecuário de 1995/1996.

Como o Censo Agropecuário de 2006 apenas disponibiliza os resultados totais por município, optou-se por calcular os dados referentes à propriedade média de cada município e ponderar as equações pelo número de propriedades. Essa estratégia impediu que os estados e municípios com pouca importância na produção agrícola nacional tivessem a mesma importância na análise que outros mais representativos, favorecendo o ajuste das equações. As principais variáveis a serem utilizadas são descritas a seguir:

4.3.3.1 Uso da terra

As variáveis referentes aos usos da terra selecionados: soja, cana, outras lavouras, pastagens e florestas foram construídas a partir dos dados do Censo Agropecuários de 2006 e definidas como:

Área de soja: área colhida de soja.

Área de cana: área colhida de cana-de-açúcar.

Área de pastagens: soma das áreas de pastagens naturais e pastagens plantadas.

Área de florestas: soma das áreas de matas e florestas naturais, matas e florestas artificiais.

Área de outras lavouras: soma das áreas de lavouras temporárias e a de lavouras permanentes, menos as áreas colhidas de cana-de-açúcar e soja; em que a área de lavoura temporária é a soma das áreas de lavouras temporárias e áreas de lavouras temporárias em descanso.

Os dados utilizados para compor as variáveis descritas acima são definidos de acordo com as notas metodológicas do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), da seguinte forma:

- Área de lavouras temporárias é a soma das áreas de lavouras temporárias, área plantada com forrageiras para corte e área para cultivo de flores.
- Área de pastagens plantadas artificiais é a soma das áreas de pastagens plantadas degradadas e pastagens plantadas em boas condições.
- Área de matas e florestas naturais é a soma das áreas de matas e florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal e matas e florestas naturais excluindo-se as áreas destinadas à preservação permanente ou reserva legal.
- Área de pastagens naturais é a soma da área de sistemas agroflorestais e a área de pastagens naturais.

4.3.3.2 Preço dos produtos

Os preços médios municipais de cana e soja foram obtidos dividindo-se o valor total da produção pela quantidade colhida em cada município. O preço dos produtos relacionados a pastagens foi calculado pela divisão do valor total dos bovinos vendidos e abatidos pelo número total de cabeças vendidas e abatidas. Já o preço dos produtos relativos a outras lavouras foi obtido pela construção de um preço ponderado para as principais culturas do Brasil, excluindo-se soja e cana. Para isso, foi utilizada a seguinte equação:

$$preço\_outras\_lavouras = \frac{\sum p_i q_i}{\sum q_i} \quad (15)$$

Em que p é o preço dos produtos obtido por meio da divisão do valor total da produção pela quantidade produzida (q), em quilogramas. Nessa equação, i corresponde aos seguintes produtos: feijão, algodão herbáceo, arroz, fumo, mandioca, milho, milho forrageiro, trigo, cana forrageira, cacau, castanha de caju, coco, caju, uva, laranja, limão, maçã, manga, tangerina, banana e café. Esses produtos representaram 88,68% do valor da produção das lavouras temporárias (excluindo-se a participação da cana e soja) e 82,44% do valor da produção das lavouras permanentes.

O preço dos produtos relacionados às florestas foi obtido pela construção de um índice de preços idêntico à equação 15, porém utilizando-se os preços e quantidades de lenha, madeira em toras e madeira para papel, oriundos tanto da silvicultura quanto da extração vegetal. Esses produtos representaram 83,16% do valor da produção da silvicultura e 54% da extração vegetal de 2006. Esse preço será utilizado como *proxy* para o custo de oportunidade da floresta em pé, uma vez que, como ressalta Féres et al. (2010), o proprietário rural leva em conta a receita da extração de madeira e os preços das atividades alternativas ao decidir pela conservação ou derrubada das florestas. Outro aspecto relevante é que mesmo as áreas destinadas à reserva legal podem ser usadas para a produção de madeira de forma sustentável e planejada, sem causar conflitos legais⁸.

Finalmente, cabe destacar que essa variável estaria mais completa se, como sugerem Barbier e Burgess (1997), fosse incluído o valor dos serviços ambientais prestados pelas florestas. Entretanto, poucos são os programas de pagamento por esse serviço no Brasil, o que impede a inclusão desse valor, principalmente pela utilização de dados municipais.

4.3.3.3 Preço dos insumos

Os insumos considerados foram terra e mão de obra. O preço da terra foi calculado dividindo-se o valor gasto com arrendamento pela área total arrendada. Já

---

⁸ Entretanto, para que tal utilização seja possível é preciso a elaboração de um projeto de manejo florestal sustentável e sua consequente aprovação pelo órgão ambiental responsável.

o preço da mão de obra foi calculado dividindo-se o valor gasto com mão de obra (inclusive mão de obra familiar) pelo número de pessoas ocupadas. Como no Censo não existiam dados relativos à quantidade de fertilizantes, apenas ao valor despendido com sua compra, os fertilizantes não serão insumos considerados.

Todos os preços utilizados nas regressões (de produtos e de insumos) foram preços relativos. Esses preços foram obtidos dividindo-se cada um dos preços citados anteriormente pelo preço dos produtos de outras lavouras, excluindo-se esse último das regressões. Para os municípios em que não foi possível calcular algum dos preços, foi utilizado o preço médio do estado a que o município pertence ou o preço médio nacional, caso nenhum município do estado tivesse os dados necessários.

4.3.3.4 Área das propriedades

Outra variável incluída nos modelos foi a área média das propriedades. Essa variável foi incluída com o objetivo de captar os efeitos das diferenças de tamanho das propriedades que consequentemente, induzem a diferentes decisões dos produtores rurais. Isso porque, em propriedades com áreas muito grandes é mais fácil para o produtor ter uma parcela maior de florestas (principalmente pelo abandono de áreas) ou optar por usos mais extensivos do solo (como pastagens). Essa variável (área média total) foi calculada como a soma das áreas de soja, cana, outras lavouras, florestas, pastagens e terras inaproveitáveis, dividida pelo número de propriedades do município.

As variáveis dependentes utilizadas nos modelos foram as áreas médias municipais de um determinado uso por propriedade, e foram calculadas da seguinte forma:

Área de Florestas: área de florestas dividida pelo número de propriedades do município.

Área de Soja: área colhida de soja dividida pelo número de propriedades do município.

Área de Cana: área colhida de cana dividida pelo número de propriedades do município.

Área de Pastagens: área de pastagens dividida pelo número de propriedades do município.

4.3.3.5 Outras variáveis

De forma a captar outros fatores que influenciam os usos das áreas, ainda foram incluídas as seguintes variáveis:

Preços defasados dos produtos: essas variáveis foram incluídas pois apresentam as informações que os produtores conheciam e que podiam influenciar a decisão de alocação da terra em 2006. Os preços foram calculados dividindo-se o valor total da produção pela quantidade colhida. Foram utilizados dados da PAM e da PEVS, ambas realizadas pelo IBGE. Não foi possível a obtenção dos preços defasados da bovinocultura, pois a Pesquisa Pecuária Municipal não levanta os dados referentes ao valor da produção. As defasagens foram escolhidas de acordo com o ciclo das culturas. Assim, para a soja e a cana, culturas temporárias e de ciclo anual, foram utilizados os preços de 2004 e 2005, já para o preço dos produtos da floresta, culturas permanentes e de ciclo mais longo, foram utilizados os preços de 2000 e 2001.

Todos os preços dos produtos agropecuários utilizados foram deflacionados pelo Índice de Preços por Atacado Origem (IPA-OG) – Produtos Agropecuários, tendo como base dezembro de 2006 (data de referência do Censo Agropecuário de 2006). Para os municípios em que não foi possível calcular algum dos preços, foi utilizado o preço médio do estado a que o município pertence.

Altitude por município: essa variável está disponível no Ipeadata para a divisão político-administrativa vigente em 2000, e será incluída porque foi significativa no trabalho de Koning *et. al* (1998), apud Overmars et al. (2003), ao buscar explicar o percentual de lavouras permanentes, temporárias, pastagens e vegetação natural.

Caminhões e tratores: gerado pela soma do número de caminhões com o número de tratores por município, dividida pelo número de propriedades. Essa variável foi usada como *proxy* para a mecanização das atividades rurais.

Dummy de Bioma: essa variável foi construída sobrepondo-se o mapa de biomas brasileiros (disponibilizado pelo IBGE) à malha de municípios de 2005. Assim, para cada bioma, o município recebeu 1 caso tivesse áreas daquele determinado bioma e 0 no caso contrário. Dessa forma, um município poderia ter mais de um bioma em seu território. Espera-se que essa variável seja capaz de captar características relativas ao solo, vegetação e pluviosidade dos municípios.

Dummy de usinas em 2007: com base na relação de unidades produtoras cadastradas no departamento de cana-de-açúcar e agroenergia do MAPA, foi gerada uma variável dummy, que recebia o valor 1 caso o município tivesse uma usina de açúcar ou álcool em 2007 e 0 caso contrário.

Dummy por estado: utilizadas como variáveis de controle das diferenças específicas entre cada estado. Gerou-se 26 variáveis, uma para cada estado. Nelas as observações referentes a um estado específico recebiam valor 1 ou, caso contrário, 0. Para evitar os problemas de estimação advindos da singularidade das matrizes, uma das dummies foi excluída das regressões. Os resultados dessas variáveis são apresentados apenas nos resultados das regressões completos presentes no Anexo C, para reduzir a quantidade de informações apresentadas.

Renda bruta por hectare dos produtos: essa variável foi construída dividindo-se o valor total da produção por produto escolhidos pela área colhida de cada produto. Os produtos escolhidos foram cabeças bovinas vendidas e abatidas, soja, cana e produtos da silvicultura (lenha, madeira em toras e madeira para papel). No último caso, foi utilizada uma formula semelhante à eq. 15, apenas substituindo-se, no denominador, a quantidade produzida pela área colhida.

Participação dos tipos de solo: visando controlar os resultados provenientes da diferença de tipos de solos entre os municípios, essas variáveis foram adicionadas aos modelos. Ela foi construída sobrepondo-se o mapa de solos do Brasil (disponibilizado pelo IBGE) à malha de municípios de 2005 e, com o auxílio de programas de geoprocessamento, calculou-se a área de cada tipo de solo por município. Esse resultado foi dividido pela área do município e multiplicado por 100, chegando-se à participação percentual do tipo de solo na área total do município. Como havia polígonos de diferentes solos sobrepostos no mapa de solos do Brasil, a soma das participações de todos os tipos de solo de um determinado município pode ser maior que 100. As variáveis de tipos de solos foram nomeadas sequencialmente de solo1 a solo60. A relação entre o nome da variável utilizada e o nome original do tipo de solo encontra-se no Anexo B. Assim como para as *dummies* de estado, os resultados dessas variáveis são apresentados apenas nos resultados das regressões completos presentes no Anexo C, para reduzir a quantidade de informações apresentadas.

Rios e Lagos: esta variável apresenta a área percentual dos rios e lagos na área do município, e foi construída da mesma forma que as variáveis de participação dos tipos de solo.

Dummy de Afloramento de rochas: Essa variável também foi extraída do mapa de solos do Brasil. Recebe o valor 1 caso o município tenha área de afloramento rochoso e 0, caso contrário. Ela foi incluída, pois a presença de rochas no solo dificulta a mecanização ou gera altos custos para retirada das rochas do terreno. Dessa forma, ela poderia indicar um dos motivos para áreas planas não terem culturas que exigem maior mecanização.

Precipitação: Os dados utilizados nessas variáveis foram estimativas das médias trimestrais municipais de precipitação pluviométrica do período entre 1961 e 1990, e estão disponíveis na *home-page* do IPEADATA. Em alguns dos modelos estimados, essas variáveis foram incluídas na variável gerada pela análise fatorial⁹ devido à alta correlação que havia entre elas e delas com as variáveis de temperatura média.

Temperatura média: Os dados utilizados para construção dessa variável foram as estimativas das médias trimestrais municipais de temperatura no período entre 1961 e 1990, e estão disponíveis na *home-page* do IPEADATA. Para o modelo estimado para o Brasil, como as temperaturas trimestrais apresentavam muita correlação entre si, optou-se por gerar uma variável única (*Temp_media*), agregando as quatro médias trimestrais disponíveis, utilizando-se a metodologia de análise fatorial. Em alguns modelos estimados por bioma, devido à correlação encontrada entre os dados de precipitação e temperatura, essa variável se juntou as de precipitação para gerar os fatores Temperatura e Precipitação. Na apresentação dos resultados estimados, o fator gerado é explicado com detalhes para cada caso.

4.4 Resultados

4.4.1 Usos da terra no Brasil, grandes regiões e estados brasileiros

Comparando-se os dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006, apresentados na Tabela 6, observa-se que a área total das propriedades agrícolas foi reduzida em 6,82% no período. De acordo com o Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009), um dos motivos pode ter sido a criação de novas Terras Indígenas e

---

⁹ A metodologia da Análise Fatorial é apresentado no Apêndice 1.

novas Unidades de Conservação. Assim, a tabela 7 apresenta dados disponibilizados junto com o Censo Agropecuário 2006, das áreas de Unidades de Conservação (UC) e de Terras Indígenas (TI) criadas entre os censos. Comparando-se esses dados aos existentes no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), a diferença entre eles, indica que, para a publicação do IBGE, apenas as unidades de conservação federais foram incluídas. No total, mais de 60 milhões de hectares foram convertidos para esses usos no período intercensitário. Mesmo descontando as áreas das propriedades agrícolas privadas dentro das UC e TI (que somam mais de 8,4 milhões de hectares), a redução das áreas agrícolas privadas foi menor que o aumento das áreas criadas, indicando que terras da União foram usadas para a criação de tais áreas.

Na Região Norte, a área das propriedades foi reduzida em aproximadamente quatro milhões de hectares e a criação de UC e TI foi de 47 milhões de hectares. Também na região Nordeste, a criação de UC e TI foi maior que a redução das propriedades privadas. Entretanto, nas demais regiões, apenas a criação dessas áreas não consegue explicar o redução das áreas privadas, principalmente a região Sudeste que teve 11 milhões de hectares de propriedades agrícolas reduzidas, enquanto a criação foi de menos de 560 mil hectares. Acredita-se que tenha havido algum problema na coleta de dados dessas áreas, embora seja possível que os dados do Censo Agropecuário estejam sendo revisados para corrigir tais falhas, já que até junho de 2012, não estavam disponíveis online as informações de área e número de estabelecimentos agrícolas para os estados da Bahia, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Como se pode ver na tabela 6, Minas Gerais apresentou uma redução de mais de 40 milhões de hectares (-20,4%), enquanto apenas a redução de 280 mil hectares poderiam ser explicados pela criação de TI e UC da tabela 7.

Tabela 6 – Comparação da utilização de terras, variação percentual e participação na área total para Brasil, Regiões Geográficas e Unidades da Federação para 1996 e 2006

	1996				2006				Variação (%)			
	Área Total	Lavouras	Pastagens	Florestas	Área Total	Lavouras	Pastagens	Florestas	Área Total	Lavouras	Pastagens	Florestas
BRASIL	353 601 211	50 096 447	177 700 430	94 291 764	329 477 799	59 809 081	166 860 428	89 974 082	- 6,82	19,39	- 6,10	- 4,58
RO	8 890 440	501 528	2 922 068	5 131 460	8 328 215	494 500	4 858 406	2 817 391	-6,32	-1,40	66,27	-45,10
AC	3 183 065	120 937	614 214	2 338 412	3 491 176	163 412	1 117 721	2 131 966	9,68	35,12	81,98	-8,83
AM	3 322 566	304 332	528 913	2 145 316	3 628 330	864 708	867 419	1 776 278	9,20	184,13	64,00	-17,20
RR	2 976 817	173 572	1 542 565	1 023 389	1 693 836	114 267	759 870	761 089	-43,10	-34,17	-50,74	-25,63
PA	22 520 229	1 315 987	7 455 728	11 707 426	22 450 705	1 871 474	11 394 758	8 433 705	-0,31	42,21	52,83	-27,96
AP	700 047	20 646	244 978	374 626	871 664	62 151	284 916	481 130	24,52	201,02	16,30	28,43
TO	16 765 717	626 164	11 078 155	3 036 006	14 277 890	626 801	8 481 608	4 607 600	-14,84	0,10	-23,44	51,77
Norte	58 358 880	3 063 167	24 386 621	25 756 635	54 741 817	4 197 311	27 764 697	21 009 159	-6,20	37,03	13,85	-18,43
MA	12 560 686	1 839 353	5 310 553	2 875 774	12 967 314	2 445 736	6 673 528	3 261 395	3,24	32,97	25,67	13,41
PI	9 659 972	1 216 645	2 398 446	3 646 155	9 499 108	1 353 122	3 335 806	4 043 624	-1,67	11,22	39,08	10,90
CE	8 963 842	2 129 533	2 632 120	2 724 871	7 921 242	1 918 028	3 380 287	2 077 974	-11,63	-9,93	28,42	-23,74
RN	3 733 521	815 713	1 246 218	1 126 986	3 170 960	675 262	1 422 315	785 411	-15,07	-17,22	14,13	-30,31
PB	4 109 347	885 712	1 851 935	691 925	3 775 901	659 727	1 956 140	890 946	-8,11	-25,51	5,63	28,76
PE	5 580 734	1 472 731	2 131 003	1 245 966	5 431 964	1 697 319	2 210 637	1 142 198	-2,67	15,25	3,74	-8,33
AL	2 142 460	932 643	862 434	176 381	2 104 277	903 935	913 285	199 784	-1,78	-3,08	5,90	13,27
SE	1 702 628	305 526	1 153 863	158 457	1 479 418	317 472	989 477	135 872	-13,11	3,91	-14,25	-14,25
BA	29 842 900	4 837 747	14 489 768	7 136 561	29 155 130	5 183 626	14 277 585	8 610 841	-2,30	7,15	-1,46	20,66
Nordeste	78 296 090	14 435 604	32 076 340	19 783 078	75 505 315	15 154 228	35 159 059	21 148 045	-3,56	4,98	9,61	6,90
MG	40 811 660	4 920 962	25 348 603	7 378 088	32 468 403	5 192 016	18 848 898	7 049 116	-20,44	5,51	-25,64	-4,46
ES	3 488 725	881 107	1 821 069	544 597	2 837 350	751 679	1 354 251	585 673	-18,67	-14,69	-25,63	7,54
RJ	2 416 305	375 553	1 545 123	348 987	2 046 028	349 052	1 297 090	292 860	-15,32	-7,06	-16,05	-16,08
SP	17 369 205	5 484 159	9 062 254	1 949 379	16 644 206	6 872 061	7 000 777	2 102 484	-4,17	25,31	-22,75	7,85
Sudeste	64 085 893	11 661 781	37 777 049	10 221 051	53 995 987	13 164 809	28 501 016	10 030 132	-15,74	12,89	-24,55	-1,87
PR	15 946 632	5 490 780	6 677 313	2 794 713	15 283 269	6 469 902	4 863 149	3 242 129	-4,16	17,83	-27,17	16,01
SC	6 612 845	1 724 314	2 338 909	1 910 164	6 038 889	1 717 451	1 827 453	2 101 281	-8,68	-0,40	-21,87	10,01
RS	21 800 887	6 277 142	11 680 328	2 511 631	20 191 851	6 904 170	9 413 233	2 835 356	-7,38	9,99	-19,41	12,89
Sul	44 360 365	13 492 237	20 696 550	7 216 509	41 514 009	15 091 523	16 103 835	8 178 765	-6,42	11,85	-22,19	13,33
MS	30 942 774	1 501 896	21 810 708	5 877 739	30 046 948	2 182 808	21 104 311	5 915 946	-2,90	45,34	-3,24	0,65
MT	49 839 632	3 438 127	21 452 019	21 541 760	47 759 658	6 315 937	22 124 963	18 318 643	-4,17	83,70	3,14	-14,96
GO	27 472 648	2 432 494	19 404 696	3 847 306	25 662 720	3 604 958	16 021 833	5 312 500	-6,59	48,20	-17,43	38,08
DF	244 930	71 142	96 447	47 687	251 346	97 507	80 713	60 892	2,62	37,06	-16,31	27,69
Centro-Oeste	108 499 984	7 443 659	62 763 870	31 314 492	103 720 672	12 201 210	59 331 821	29 607 981	-4,40	63,91	-5,47	-5,45

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006 .

Tabela 7 – Área das Terras Indígenas e de Unidades de Conservação e estabelecimentos agropecuários, contidos em terras indígenas ou unidades de conservação, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação 2006

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Área (ha)				Estabelecimentos Agropecuários contidos em Terras Indígenas ou Unidades de Conservação	
	Unidades de Conservação		Terras indígenas		Estabelecimentos agropecuários	Área (ha)
	Total	Criadas após 1995	Total	Criadas após 1995		
Brasil	72 099 864	40 504 852	125 545 870	20 126 007	103 665	8 433 064
Norte	56 230 965	29 462 284	100 419 452	18 418 637	30 016	3 266 343
Rondônia	3 229 775	860 643	4 315 396	591 625	3 002	374 487
Acre	4 085 482	1 532 031	3 333 405	821 378	5 881	833 385
Amazonas	16 734 831	5 849 841	64 142 748	12 273 091	12 946	293 805
Roraima	5 807 316	861 946	3 353 452	16 772	1 347	341 169
Pará	19 635 579	16 492 718	17 919 193	2 746 927	6 105	1 112 775
Amapá	6 138 153	3 865 105	4 803 557	607 017	501	52 507
Tocantins	599 828		2 551 702	1 361 826	234	258 214
Nordeste	7 655 266	6 132 214	2 914 584	700 527	32 711	808 093
Maranhão	852 748	384 142	2 479 198	563 816	3 123	76 606
Piauí	825 690	524 092			19 615	503 086
Ceará	2 917 852	2 872 565	11 388	3 162	676	6 937
Rio Grande do Norte	36 697	174			2	608
Paraíba	24 567	6 794	33 758		903	4 001
Pernambuco	78 091	65 297	122 678	75 341	4 651	69 945
Alagoas	433 463	420 614	21 584		1 081	30 960
Sergipe	12 253	8 143	4 317		1 420	17 976
Bahia	2 473 905	1 850	241 661	58 208	1 240	97 975
Sudeste	1 968 114	483 979	128 537	83 081	27 929	1 623 283
Minas Gerais	1 164 069	231 475	70 228	59 031	5 874	287 594
Espírito Santo	89 916	19 269	25 777	4 563	523	16 300
Rio de Janeiro	485 484	225 726	2 420	2 341	926	43 760
São Paulo	228 646	7 509	30 111	17 146	20 606	1 275 630
Sul	1 354 856	323 499	343 283	55 577	5 074	592 402
Paraná	542 165	86 829	120 396	31 090	1 719	102 248
Santa Catarina	310 748	236 670	94 402	5 568	1 329	66 891
Rio Grande do Sul	501 943		128 485	18 919	2 026	423 263
Centro-Oeste	4 890 663	4 102 877	21 740 014	868 185	7 935	2 142 943
Mato Grosso do Sul	1 082 379	1 082 379	794 484	19 638	1 197	508 972
Mato Grosso	2 386 278	1 957 777	20 905 066	847 828	1 395	1 033 671
Goiás	764 818	566 894	40 463	719	1 571	354 765
Distrito Federal	657 188	495 826			3 772	245 535

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário 2006.

Tratando-se dos usos selecionados, para o Brasil, as áreas de lavouras tiveram aumento em detrimento às áreas de pastagens e florestas. O mesmo comportamento foi observado na região Sudeste. Ainda, todas as regiões brasileiras tiveram aumento na área de lavouras.

Na região Sudeste, o destaque foi para a redução na área de pastagens, principalmente em Minas Gerais e São Paulo. A diferença é que, de acordo com IBGE (2009), a redução em pastagens de São Paulo se deu principalmente sobre as áreas de pastagens plantadas e em Minas Gerais a redução foi principalmente sobre as áreas de pastagens naturais. Os mesmos estados apresentaram ligeiro aumento na área de florestas, o que pode ter ocorrido devido ao aumento da fiscalização com relação ao cumprimento das exigências ambientais impostas pelo Código Florestal Brasileiro, por parte do Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) e a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) que, em 1997, estabeleceu o Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA, do qual a SMA é o órgão central.

Na Região Nordeste, houve uma redução de 3,56% da área total das propriedades agrícolas. Entretanto, a mesma região apresentou aumento das áreas dos três usos agregados analisados. Isso significa que as propriedades otimizaram o seu uso de áreas, reduzindo-se a participação de outros usos de terra (terras inaproveitáveis, áreas com construções, entre outros) de 15,33% para 5,36% da área total. Na mesma região para as áreas de florestas observa-se um aumento de 6,90%. Os maiores incrementos ocorreram na Paraíba (28,76%), Maranhão (13,41%) e Bahia (20,66%). De acordo com Paupitz (2010), esse comportamento se deve ao declínio na participação das áreas de produção de algodão, as quais foram regeneradas por formações florestais. Já a redução nas áreas de cana-de-açúcar não causou incrementos nas áreas florestais, porque essas terras foram ocupadas com pastagens ou destinadas a outros usos não florestais (RIEGELHAUPT, 2004 apud PAUPITZ, 2010).

Na Região Centro-Oeste, observa-se um aumento de 63,91% nas áreas de lavouras, o que corresponde à aproximadamente, cinco milhões de hectares. Tal expansão induziu tanto à redução de áreas de pastagens quanto de florestas. A

maior variação ocorreu no estado do Mato Grosso, em detrimento, principalmente, às áreas de matas.

Na Região Norte, houve aumento tanto nas áreas de lavouras quanto nas áreas de pastagens, em detrimento das florestas que foram reduzidas em 18,43%, pouco mais de três milhões de hectares. O destaque foi para o estado do Pará, com redução de três milhões de hectares de florestas e aumento de quase quatro milhões em pastagens. Com relação ao desmatamento na Região Norte, Homma et al.(1998) explicam a tomada de decisão do pequeno produtor quando a disponibilidade de terras não é um fator limitante. Um dos principais entraves encontrados por eles para o uso das capoeiras com reduzido período de descanso (o chamado pousio), é o excessivo número de capinas necessárias e a redução da produtividade agrícola, que fazem com que o custo de produção se eleve demasiadamente. Dessa forma, a vantagem de custo com a reutilização das áreas abertas recentemente ser inferior à da derrubada e queimada da floresta densa pode ficar neutralizada pelo aumento do número de capinas. Além disso, áreas com pequeno período de repouso têm maiores riscos de aparecimento de pragas e doenças. Soma-se a essas características, o baixo preço dos produtos decorrentes das distâncias em relação aos mercados consumidores e à competição do salário no meio rural com as atividades de garimpo: a reutilização de áreas com menor tempo de descanso torna-se menos atrativa. Entretanto, em outras regiões em que a terra sofre valorização por influência da proximidade com áreas urbanas e se torna um fator limitante, as áreas sofrem processo de intensificação e muitas vezes, melhoria do nível tecnológico (BOSERUP, 1965 apud HOMMA et al., 1998).

Finalmente, de acordo com o Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009), ocorreu mobilidade da fronteira pecuária do país para os estados de Mato Grosso, Maranhão e Pará. Tal fato pode ser observado pelo aumento da área de pastagens nesses estados, de quase oito milhões de hectares.

Além dos grandes agregados de uso de área, discutidos na Tabela 6 (Lavouras, Pastagens e Florestas), pretende-se discutir em especial a dinâmica das lavouras de soja e cana no período analisado. Para isso, a Tabela 8 apresenta as áreas colhidas e a quantidade produzida de cana e soja para os dois anos censitários e a variação percentual entre os dois períodos.

Tabela 8 – Comparação de área colhida e produção na área total de lavouras entre os anos de 1996 e 2006, para soja em grão e cana-de-açúcar

	Soja em grão						Cana-de-açúcar					
	Área Colhida (ha)			Produção (ton)			Área Colhida (ha)			Produção (ton)		
	1996	2006	Variação (%)	1996	2006	Variação (%)	1996	2006	Variação (%)	1996	2006	Variação (%)
BRASIL	9367673	15488407	65,34	21585279	40288235	86,65	4098790	5361112	30,80	265855164	369933108	39,15
RO	744	42471	5608,41	1505	125184	8217,83	546	1156	111,58	23027	32360	40,53
AC	12	0	-100,00	15	0	-100,00	192	424	120,52	2841	1453	-48,86
AM	51	0	-100,00	27	0	-100,00	679	1473	117,04	8547	8865	3,72
RR	573	3513	512,68	670	9145	1264,93	150	28	-81,34	581	338	-41,82
PA	190	17033	8850,51	230	41838	18129,92	1941	1417	-27,01	55596	5162	-90,72
AP	0	0	0,00	0	0	0	108	43	-60,08	2473	1849	-25,23
TO	7041	137984	1859,70	14099	325551	2209,09	2072	3318	60,15	89694	169008	88,43
Norte	8611	201001	2234,12	16545	501718	2932,40	5688	7859	38,16	182760	219035	19,85
MA	62326	267557	329,29	135122	681190	404,13	16906	10989	-35,00	829271	749021	-9,68
PI	8635	210883	2342,19	20293	515697	2441,26	7988	9485	18,75	502439	545704	8,61
CE	30	284	838,47	61	1303	2021,83	20844	17144	-17,75	1029296	687730	-33,18
RN	7	14	96,44	4	11	161,68	64881	37760	-41,80	3183553	1487100	-53,29
PB	171	0	-100,00	81	0	-100,00	94792	74934	-20,95	8732250	3229713	-63,01
PE	100	61	-39,25	199	41	-79,40	355789	317196	-10,85	15319341	16747464	9,32
AL	49	0	-100,00	90	0	-100,00	359110	581647	61,97	20545779	31733022	54,45
SE	67	0	-100,00	85	0	-100,00	13556	13462	-0,69	660323	565087	-14,42
BA	355101	630410	77,53	721328	1714778	137,73	60862	57493	-5,54	1483204	2719022	83,32
Nordeste	426488	1109209	160,08	877265	2913020	232,06	994729	1120110	12,60	52285457	58463863	11,82
MG	442943	605166	36,62	864906	1598013	84,76	270373	303770	12,35	11812918	19496090	65,04
ES	13	0	-100,00	7	0	-100,00	38665	68937	78,29	1782901	3786226	112,36
RJ	1	0	-100,00	3	0	-100,00	136287	85619	-37,18	5709829	3410886	-40,26
SP	356722	301046	-15,61	850482	740142	-12,97	2021627	2952197	46,03	153768096	229599880	49,32
Sudeste	799679	906212	13,32	1715398	2338155	36,30	2466951	3410523	38,25	173073745	256293082	48,08
PR	2188176	3148709	43,90	6070726	8396757	38,32	241752	288060	19,16	18442328	19652542	6,56
SC	167680	263824	57,34	408864	712512	74,27	24687	6468	-73,80	518195	144662	-72,08
RS	2403615	3389006	41,00	4253177	7463451	75,48	63695	29693	-53,38	1237284	723013	-41,56
Sul	4759470	6801539	42,91	10732768	16572720	54,41	330133	324221	-1,79	20197808	20520217	1,60
MS	746168	1181167	58,30	1796995	3037264	69,02	78347	149318	90,59	5160332	10217107	97,99
MT	1739291	3673570	111,21	4435965	10453669	135,66	130419	132091	1,28	8289396	8576806	3,47
GO	863422	1574205	82,32	1960116	4361316	122,50	92216	216659	134,95	6659027	15635492	134,80
DF	24544	41504	69,10	50228	110373	119,74	307	331	7,96	6639	7506	13,06
Centro-Oeste	3373425	6470446	91,81	8243304	17962622	117,91	301289	498399	65,42	20115395	34436911	71,20

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados dos Censos Agropecuários de 1995/1996 e 2006.

Pode-se observar que para o Brasil, em ambas as culturas, a variação na produção foi maior do que a variação da área colhida, o que indica relevantes ganhos de produtividade. Analisando-se as regiões brasileiras, esse resultado só é diferente para a cana-de-açúcar nas regiões Norte e Nordeste.

Para o Nordeste, a produtividade foi ligeiramente menor em 2006, embora os valores observados no Censo Agropecuário sejam questionados pelo Banco do Nordeste (2010), ao afirmar que dados da Pesquisa Agrícola Municipal mostraram para os estados do Maranhão, Piauí e Bahia incrementos na área colhida de 124,0%, 26,7% e 39,8%, e de 148,0%, 27,9% e 52,3% na produção, respectivamente, entre 1996 e 2006. Esses dados explicariam melhor o movimento de expansão agrícola nos cerrados nordestinos. Segundo os mesmo autores, a partir da metade dos anos 1990, o mercado internacional favorável à cana brasileira levou a investimentos nos três estados citados anteriormente.

Para a região Norte, o fato pode ser explicado pelo excesso de precipitação que é desfavorável à cultura e característico do bioma Amazônico em certas épocas do ano. Outros fatores importante que a região Norte apresenta são: o pequeno número de usinas de açúcar e/ou álcool e a inexistência de boa infraestrutura para escoamento da produção, principalmente de estradas, evitando o encarecimento da matéria prima pelo transporte. Devido ao Zoneamento Agroecológico da Cana, espera-se que a produção no bioma Amazônia não aumente nos próximos anos.

A Região Centro-Oeste foi a que teve maior expansão de área colhida, com grandes aumentos em seus três estados. A região Sudeste, área tradicional dessa cultura, apresentou aumento de 38,25% da área colhida, o que se deveu principalmente aos estados de São Paulo e Espírito Santo. O Estado de São Paulo foi o maior em área colhida, seguido de Alagoas e Pernambuco, regiões também tradicionais nesse cultivo.

Com relação à soja, todas as regiões brasileiras apresentaram incremento em área e quantidade colhida. O destaque foi à região Centro-Oeste, maior produtora do grão, que praticamente dobrou sua área colhida e sua produção. Esse desempenho tem sido atribuído principalmente ao trabalho da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que foi capaz de produzir cultivares adaptados às condições de solo e temperaturas da região.

4.4.2 Resultados estimados para o Brasil

Na tabela 9 a seguir, são apresentados os principais resultados obtidos para o Brasil no ano de 2006. Devido ao grande número de variáveis utilizadas no modelo, os resultados completos com os coeficientes das dummies de estado e os das variáveis de tipo de solo estão apresentados na tabela 22 do anexo C. Os municípios pertencentes às regiões metropolitanas foram excluídos da análise, pois nessas regiões, os preços dos produtos tendem a ser mais elevados, além de haver dinâmicas diferentes entre áreas rurais e urbanas no entorno dos centros urbanos. Dessa forma, análises utilizando econometria espacial também não foram possíveis.

O resultado do teste de Breusch Pagan aponta a existência de correlação contemporânea entre os erros das equações, indicando que o modelo SUR utilizado é adequado. Ainda, os testes de qui-quadrado indicaram que os coeficientes das variáveis utilizadas são, em conjunto, diferentes de zero.

As variáveis de temperatura média trimestrais apresentavam alta correlação entre si. Para evitar a introdução da multicolinearidade no modelo, a variável *Temperatura Média* foi construída utilizando-se a análise fatorial. Essa variável é composta pelas quatro variáveis de temperaturas médias trimestrais. O método dos componentes principais gerou um fator com raiz característica de 3,92, capaz de explicar 98,13% da variância dos dados. A tabela 29 do anexo C apresenta as cargas fatoriais e a comunalidade do fator gerado. O critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) apresentou valor 0,6566, indicando que há um bom ajuste do fator aos dados.

Conforme já mencionado, essa análise utilizou apenas dados do Censo Agropecuário de 2006. A inclusão de outros anos na amostra poderia auxiliar a análise por inserir a dimensão temporal, entretanto, a inclusão dos dados de 1995/1996 reduziria o número de variáveis explicativas no modelo, já que algumas não estariam disponíveis para o período necessário, prejudicando o poder explicativo das estimações. Por esse motivo, uma característica da análise é que as variações da amostra ocorrem basicamente pela diferença entre a localização das cidades.

Ainda, esperava-se que quanto maior o preço relativo do produto, maior a área da propriedade destinada a esse cultivo. Dessa forma, os sinais dos coeficientes dos preços dos produtos alvos da equação deveriam ser positivos. Esse resultado foi encontrado nas equações de florestas, soja e pastagens, embora

apenas o coeficiente correspondente ao preço relativo da Silvicultura e Extração Vegetal na equação de florestas tenha sido significativo. O preço relativo da cana na equação de cana foi negativo e embora não apresente o sinal esperado, o mesmo resultado também foi encontrado por Barbosa (2011) ao analisar as mudanças no uso da terra para as culturas de soja, milho e cana e suas interações com as mudanças climáticas no Brasil. Segundo o autor, uma possível explicação seria o baixo volume produzido em certas regiões, o que causaria distorções nos preços relativos. De fato, pode-se observar que as equações de soja e cana apresentaram um ajuste bem inferior ao das outras equações, o que é causado pela existência de vários municípios com produção baixa ou nula desses produtos desagregados.

Tabela 9 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006.

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0119067* [0.0060855]	0.000569 [0.0029194]	0.001778 [0.0057352]	-0.01337 [0.0099429]
Preço relativo da soja	0.001778 [0.0057352]	0.2504391* [0.1371848]	0.108349 [0.3760082]	-0.14464 [0.3538004]
Preço relativo da cana	0.000569 [0.0029194]	-0.1896684* [0.1036281]	0.2504391* [0.1371848]	-0.18617 [0.1424113]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.01337 [0.0099429]	-0.18617 [0.1424113]	-0.14464 [0.3538004]	0.442142 [0.4689405]
Preço relativo do arrendamento	-0.07762 [0.096958]	-0.01715 [0.0411333]	-0.11438 [0.0805812]	0.2836554** [0.1442372]
Salário médio relativo	-0.5551158*** [0.2112748]	0.07765 [0.0908492]	-0.04731 [0.1779887]	0.47824 [0.3166515]
Caminhões e tratores	-18.73774*** [1.276357]	12.78749*** [0.5444468]	34.72843*** [1.05633]	-52.02721*** [1.89605]
Area média	0.3214847*** [0.0028878]	-0.0023621* [0.001217]	0.0348183*** [0.0023832]	0.5805178*** [0.004279]
Renda bruta por hectare - florestas	0.111887 [0.3767515]			
Renda bruta por hectare - cana		0.005435 [0.0125475]		
Renda bruta por hectare - soja			0.6974536** [0.2757155]	
Renda bruta por hectare - pastagem				1.843688 [1.621812]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.378418 [0.5343271]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	0.405981 [0.3365055]			

Tabela 9 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006.

(Conclusão)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço da cana 2005		-4.120027** [1.930998]		
Preço da cana 2004		3.805718* [1.962799]		
Dummy usinas 2007		5.69665*** [0.5125561]		
Preço da soja 2005			41.70259 [37.56359]	
Preço da soja 2004			92.19324 [82.03136]	
Dummy Amazônia	13.59176*** [2.082487]	0.819027 [0.8772785]	0.659957 [1.718208]	-11.44627*** [3.082213]
Dummy Mata Atlântica	-0.02276 [0.9854559]	-0.7010226* [0.4152893]	2.557836*** [0.8130007]	-1.48209 [1.460213]
Dummy Caatinga	-0.64538 [1.291566]	-0.35014 [0.5445271]	0.606142 [1.066653]	2.635415 [1.914911]
Dummy cerrado	4.608545*** [1.031793]	0.478012 [0.4359801]	0.103071 [0.852731]	-5.929946*** [1.529497]
Dummy pantanal	-32.96695*** [5.219715]	-0.81267 [2.20868]	-11.13943*** [4.31192]	45.75095*** [7.740026]
Dummy Pampa	-7.254711*** [2.184142]	-1.11716 [0.9229548]	0.863693 [1.807656]	5.457938* [3.244504]
Dummies de Estado	Sim	Sim	Sim	Sim
Altitude	0.0035334** [0.0015222]	-0.001975*** [0.0006426]	0.0023861* [0.0012588]	-0.005127** [0.0022583]
Tipos de Solos	Sim	Sim	Sim	Sim
Rios e Lagos	-0.0567019** [0.0275755]	0.01125 [0.0116313]	-0.0231 [0.0227757]	0.015801 [0.040874]
Dummy afloramento de rocha	0.33946 [0.5358959]	-0.13977 [0.2258196]	-0.14174 [0.4422349]	-0.0047 [0.7939352]
Precipitação verão	0.01374 [0.0093363]	-0.00539 [0.0039299]	-0.0384154*** [0.0076963]	0.0456864*** [0.0138112]
Precipitação inverno	0.0188184** [0.0087321]	0.002424 [0.0036816]	0.0258919*** [0.0072009]	-0.05916*** [0.0129266]
Temperatura Média	-0.066052*** [0.0209911]	0.003478 [0.0088614]	0.00752 [0.0173484]	0.0532339* [0.0311352]
Número de Observações	5030	5030	5030	5030
R- quadrado	0.8451	0.2685	0.3836	0.9008
X quadrado	27435.74	1778.09	3131.98	45665.1
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)=3986.185 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Como o preço contemporâneo não foi capaz de explicar bem os usos do solo, foram introduzidos nos modelos os preços defasados. A defasagem foi escolhida de acordo com o ciclo das culturas analisadas. As áreas de cana foram explicadas pelo preço médio da cana em 2004 e a *dummy* de presença de usinas de açúcar ou

álcool no município. Assim, quanto maior o preço da cana em 2004, maior a área plantada em 2006. O preço de 2005, apesar de significativo, não apresentou o sinal adequado. Ainda, as propriedades de municípios que tinham uma usina apresentavam em média 5,69 hectares plantados de cana a mais que as localizadas nos demais municípios.

Para tentar captar o efeito da intensificação da produção, foi incluída na regressão a variável de número de caminhões e tratores, usada como *proxy* para a mecanização. Os coeficientes dessa variável indicaram que, quanto maior a mecanização menores as áreas de florestas e pastagens, e maiores as de cana e soja. De fato, Costa (2010), citando resultados de Costa (2000), afirma que, em questionários realizados com produtores do Mato Grosso do Sul, a idade média das pastagens quando são recuperadas, é em torno de 10 anos. Frank (1978) e Arruda (1982) apud Costa (2010), sugerem seis anos para pastagens de clima temperado e 15 anos para pastagens no Brasil Central. Assim, comparadas com a soja e a cana que necessitam de colheitas anuais, geralmente mecanizadas, as pastagens são as que necessitam de menor mecanização, já que a reforma das pastagens ocorre em tempos relativamente longos. Com relação às florestas, esse resultado indica que em locais em que há maior mecanização, as áreas de florestas são menores, provavelmente pela característica de maior rentabilidade das áreas de cultivos que demanda essa mecanização, fazendo com que o produtor tenda a alocar menores áreas para usos menos rentáveis, como as florestas.

Os coeficientes da variável área total média indicam que propriedades em municípios com maior área total média tendem a ter uma maior área com florestas, pastagens e soja e menor de cana. Tal resultado se justifica, de acordo com dados apresentados na Tabela 28 do anexo C, pois as maiores propriedades se localizam nas regiões Norte e Centro-Oeste do país, onde as terras são mais baratas. Entretanto, nessas regiões é que está a Amazônia Legal e, segundo o Código Florestal Brasileiro vigente, a Reserva Legal nessas propriedades deve ser de 80% da área ou de 35% em áreas de Cerrado dentro da Amazônia Legal.

Tratando-se dos biomas, observa-se que as propriedades de municípios nos biomas Amazônia e Cerrado, tem maior parcela de sua área com floresta e menor de pastagens. Nos biomas Pampa e Pantanal, essa situação se inverte, tendo-se maior área de pastagens e menor de florestas.

O coeficiente da variável de altitude indica que, quanto maior a altitude, maiores as parcelas de florestas e soja, e menores as de cana e pastagens. Com relação às florestas, esse resultado era esperado, pois regiões de maior altitude e com relevo mais acidentado (o que ocorre na região da Mata Atlântica) dificultam o cultivo agrícola. Um exemplo disso é que as áreas ainda preservadas de Mata Atlântica, conforme já citado anteriormente, estão em áreas com condições topográficas desfavoráveis à ocupação humana. Para a soja, cultura de destaque no Centro-Oeste, esse resultado também é justificável pois o Centro-Oeste está na região do planalto brasileiro. Já para a cana, como a maioria de sua lavoura se localiza em regiões planas da Mata Atlântica (com altitudes próximas a do nível do mar) e do Cerrado paulista, o resultado também é adequado.

4.4.3 Resultados estimados por biomas

A seguir são apresentados os resultados das estimações por biomas. A estimação para o bioma Pantanal não foi possível, já que só havia 27 municípios nesse bioma em 2006. A equação omitida dos modelos foi a de Área de Outras Lavouras. As *dummies* para estados pertencentes ao bioma estudado estão presentes em todos os modelos, assim como as variáveis de tipo de solo. Entretanto, por serem variáveis de controle e as tabelas extensas, seus resultados completos serão apresentados apenas nas tabelas 30 a 34 do anexo C. Para cada bioma estão presentes apenas as *dummies* de biomas que fazem fronteira com o bioma estudado.

Os resultados dos testes de *Breusch Pagan* realizados indicaram haver correlação estatisticamente significativa entre os erros das equações. Dessa forma, a escolha do modelo de regressão aparentemente não relacionado foi adequada em todos os casos. Para evitar repetições, apenas as principais variáveis para cada bioma serão discutidas.

Na tabela 10, são apresentados os resultados para o bioma Amazônia. De acordo com o teste de qui-quadrado, os coeficientes das variáveis das equações estimadas são, conjuntamente, diferentes de zero.

Para esse bioma, foi gerado um fator (*Temperatura e Precipitação*) com raiz característica maior de um. Nele foram usadas as variáveis de temperatura trimestral média e precipitações médias, de inverno e verão. As cargas fatoriais são

apresentadas na tabela 34 do anexo C. O resultado do teste de KMO foi de 0,7098, indicando um bom ajuste das variáveis ao fator gerado.

O coeficiente do preço relativo da silvicultura, apresentou sinal esperado, indicando que quanto maior o preço, maior a área de florestas, entretanto, não foi possível diferenciar se o manejo dessas florestas ocorria de forma sustentável ou não. Bacha (2004) ao estudar o uso dos recursos florestais, afirma que apesar de haver práticas de manejo sustentável já aprovadas tecnicamente, a maioria das explorações madeireiras ocorre de forma insustentável, pois as últimas trazem maior lucro a curto prazo, a despeito de inviabilizar a exploração florestal no futuro. Referindo-se à exploração clandestina, Bacha (2004), citando Stone (1998) e Veríssimo (1992), mostra que a extração clandestina de madeira trouxe em 1995, um lucro líquido de US\$ 15,59/m³ e a extração de madeira autorizada, porém oriunda de manejo não sustentável, trouxe lucro líquido de US\$ 5,55/m³ (para o mesmo ano não estão disponíveis dados para extração autorizada de manejo sustentável). Entretanto, em 1989, o lucro líquido foi de US\$ 8,46/m³, US\$ 5,08/m³ e US\$ 0,35/m³ para exploração clandestina, extração autorizada de madeira não usando manejo sustentável e extração autorizada de madeira usando manejo sustentável, respectivamente.

Os dados apresentados na tabela 5 indicam que houve redução na extração de madeiras em toras de 71,51% e aumento da produção de madeira em toras de silvicultura de 5141,90%, de forma que em 2006, a produção de madeiras em toras pela silvicultura ultrapassou a de extração vegetal. Um ponto a ser destacado é que, a partir de 2005, houve aumento das atividades de combate ao desmatamento e extração ilegal de madeira na Amazônia, com a implementação do plano de combate ao desmatamento. Assim, dados do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) (2010) mostram que entre 1998 e 2004, o setor madeireiro na Amazônia Legal aumentou de R\$ 2,9 bilhões para R\$ 6,7 bilhões, já em 2009, ele decresceu para R\$ 4,9 bilhões. Essa queda relativa foi consequência principalmente da redução da produção de madeira da Amazônia.

O coeficiente de preço de bovinos apresentou o sinal esperado, indicando que em regiões com maior preço, é maior a área dedicada às pastagens.

O coeficiente da variável de número de caminhões e tratores indicou que, nas equações de florestas e pastagens, em regiões em que há maior mecanização, menores são as áreas de florestas e pastagens. Para o caso das pastagens, esse

era o resultado esperado, pois como discutido anteriormente, as pastagens necessitam de menos mecanização para o seu manejo. Já para a área de soja e cana, o sinal positivo encontrado também está de acordo com o esperado, pois quanto maior o valor da variável, maior a área plantada, característica esperada em sistemas mais intensivos de produção agrícola.

O coeficiente da variável de área total indica que nos municípios em que as propriedades têm maior área total média, maiores as áreas de florestas e de pastagens e menores as de soja. Para a soja, esse resultado é esperado, pois por ser uma cultura que necessita de maiores recursos para seu plantio e colheita, sua produção em propriedades muito grandes a torna muito cara.

A *dummy* de Cerrado, que indica municípios localizados na fronteira entre esses biomas, tem menor área média de florestas. A *dummy* de Pantanal indica que municípios na fronteira entre a Amazônia e o Pantanal têm menor área de florestas e cana, comparados às propriedades pertencentes apenas ao bioma Amazônia.

Os coeficientes das variáveis de preços dos produtos defasados não foram significativos, mas os da *dummy* para a presença de usinas de açúcar e/ou álcool, sim, e apresentou sinal esperado, indicando que municípios com uma ou mais usinas em seu território tendem a ter propriedades com maiores áreas destinadas ao cultivo de cana.

Tabela 10 - Coeficientes estimados para o bioma Amazônia, 2006.

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0942608** [0.0468012]	0.001527 [0.0029082]	-0.0375137* [0.0205448]	-0.03404 [0.0554049]
Preço relativo da soja	-0.0375137* [0.0205448]	0.167645 [0.2845761]	3.30173 [2.118174]	-3.835356** [1.775908]
Preço relativo da cana	0.001527 [0.0029082]	-0.05684 [0.0998592]	0.167645 [0.2845761]	-0.21605 [0.2357832]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.03404 [0.0554049]	-0.21605 [0.2357832]	-3.835356** [1.775908]	7.203195*** [2.31147]
Preço relativo do arrendamento	-0.42872 [0.6753815]	-0.04794 [0.0403259]	-0.3901 [0.2859437]	1.455491* [0.7888816]
Salário médio relativo	-6.619866** [2.82025]	-0.26944 [0.1798953]	-1.2315 [1.255718]	6.744089** [3.333841]
Caminhões e tratores	-56.03522*** [8.614725]	3.007042*** [0.5229927]	188.6942*** [3.610768]	-178.3263*** [10.01939]
Area média	0.4481189*** [0.0115758]	-0.0005 [0.0006849]	-0.0572791*** [0.0048402]	0.5734031*** [0.0134433]
Renda bruta por hectare - florestas	0.257052 [3.031354]			
Renda bruta por hectare - cana		-0.00156 [0.018555]		
Renda bruta por hectare - soja			-2.2437 [1.545065]	
Renda bruta por hectare - pastagem				13.4171 [9.891782]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.078903 [1.383438]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	0.073427 [0.7964666]			
Preço da cana 2005		0.310382 [1.982205]		
Preço da cana 2004		-0.86812 [1.79646]		
Dummy usinas 2007		9.411679*** [0.9965739]		
Preço da soja 2005			-126.09 [291.5798]	
Preço da soja 2004			-149.11 [202.5606]	
Dummy cerrado	-10.15966** [4.904343]	0.099315 [.2910789]	2.27654 [2.061389]	5.51998 [5.715804]
Dummy pantanal	-39.02342* [21.27086]	-5.790021*** [1.266026]	0.654345 [8.905473]	20.7796 [24.78052]
Dummy de Estados	Sim	Sim	Sim	Sim
Altitude	-0.02035 [0.0179407]	-0.00071 [0.0010583]	-0.0223002*** [0.0074815]	0.0696882*** [0.0207728]
Tipos de Solo	Sim	Sim	Sim	Sim
Rios e Lagos	-0.157341** [0.0740715]	0.002223 [0.0044597]	0.042009 [0.0312036]	0.045774 [0.0865722]

Tabela 10 - Coeficientes estimados para o bioma Amazônia, 2006.

(Conclusão)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy afloramento de rocha	-2.8646 [2.809024]	-0.09868 [0.1663226]	-0.51048 [1.17341]	3.90281 [3.26722]
Temperatura e Precipitação	-0.00148 [0.0075775]	9.22E-05 [0.0004534]	-0.00419 [0.0031647]	0.005721 [0.0088224]
Constante	25.0048** [9.846867]	-0.60902 [0.6886028]	6.49778 [8.291374]	-33.62964*** [11.51642]
Número de Observações	526	526	526	526
R- quadrado	0.8893	0.4566	0.8919	0.8778
X quadrado	4229.22	443.57	4339.43	3784.17
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 449.900 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Na tabela 11, são apresentados os resultados para o bioma Mata Atlântica. Para esse bioma, foi gerado um fator (*Temperatura Média*) com raiz característica maior que um. Nele foram usadas as variáveis de temperatura trimestral média. As cargas fatoriais são apresentadas na tabela 32 do anexo C. O resultado do teste de KMO foi de 0,6044, indicando um bom ajuste das variáveis ao fator gerado. Como as variáveis de precipitação não tiveram muita correlação entre si, ou com as de temperaturas, foram incluídas separadamente nas equações.

Para esse bioma, apenas o preço da extração vegetal e silvicultura foi significativo apresentando sinal negativo. Este resultado pode indicar extração de madeira não sustentada. De fato, Young (2002) afirma que a “produção da silvicultura está concentrada nas grandes propriedades e nas regiões Sudeste e Sul, mas a demanda por espécies lenhosas é ainda atendida em grande parte por extração em matas nativas, usualmente de forma não sustentável”. O autor ainda complementa dizendo que “mesmo quando a madeira não é oriunda de matas nativas, existem impactos indiretos sobre o desmatamento: embora cultivadas, essas plantações representam aumento da demanda de terra (logo, do seu preço) e, conseqüentemente, aumento da conversão de florestas nativas para fins agropecuários”. De fato, de acordo com a Tabela 5, no bioma Mata Atlântica, a produção da silvicultura é a maior do Brasil. Ainda, embora a extração de lenha nesse bioma tenha se reduzido em 43,74% entre 1996 e 2006, a produção de lenha de extração vegetal ainda foi de 7,4 mil metros cúbicos, a terceira maior do Brasil.

Os coeficientes da variável de número de caminhões e tratores foram significativos e, em todas as equações, apresentaram os sinais esperados. Assim, nas regiões em que havia um trator ou caminhão adicional, as áreas de florestas e pastagens eram, em média, 8 e 23 hectares menores, e as de cana e soja, 8 e 14 hectares maiores, respectivamente. Conforme já discutido, os usos das florestas e pastagens, realmente requerem menor mecanização.

A variável renda bruta por hectare de soja foi significativa e indica que os municípios que tem maior renda bruta média de soja destinam maiores áreas a esse plantio. Tratando-se das variáveis defasadas, o preço de cana, em 2004, e a presença de usinas, em 2007, foram importantes determinantes da área plantada de cana, influenciando-a positivamente.

Analisando-se as *dummies* de biomas, os municípios de interface entre Mata Atlântica e Cerrado apresentam maiores áreas de florestas e cana e menores áreas

de pastagens e soja. Os municípios de interface com a Caatinga apresentam maiores áreas de florestas e menores de pastagens. Como as atividades produtivas na Caatinga são muito prejudicadas pelo clima local, a manutenção da vegetação nativa é favorecida. Os municípios na intersecção com o Pampa apresentam maiores áreas de soja e menores de florestas. De fato, o Rio Grande do Sul é historicamente um grande produtor de soja, sendo favorecido principalmente pelo relevo e clima encontrados na região do bioma Pampa.

Tabela 11 – Coeficientes estimados para o bioma Mata Atlântica, 2006.

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	-0.0065431*	0.001561	-0.00014	0.005771
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	[0.0036699]	[0.0031471]	[0.0029205]	[0.0061584]
	-0.00014	0.02798	0.4511243*	-0.12274
Preço relativo da soja	[0.0029205]	[0.0919537]	[0.2431654]	[0.2001529]
	0.001561	-0.13927	0.02798	-0.08453
Preço relativo da cana	[0.0031471]	[0.1115971]	[0.0919537]	[0.1322729]
	0.005771	-0.08453	-0.12274	0.147734
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	[0.0061584]	[0.1322729]	[0.2001529]	[0.2927102]
	0.008373	0.010947	-0.1343534***	0.085851
Preço relativo do arrendamento	[0.0588366]	[0.0452615]	[0.0389044]	[0.0880131]
	-0.3109694**	-0.0163	0.007339	0.3324478*
Salário médio relativo	[0.1249148]	[0.0967969]	[0.0835175]	[0.1880831]
	-8.466659***	8.912699***	14.27668***	-23.57155***
Caminhões e tratores	[0.9280591]	[0.7129907]	[0.6031117]	[1.386212]
	0.2754491***	0.0334581***	0.0127218***	0.5669897***
Area média	[0.0048225]	[0.0036911]	[0.0031393]	[0.0071793]
	-0.0395			
Renda bruta por hectare - florestas	[0.299558]			
		0.009434		
Renda bruta por hectare - cana		[0.0110995]		
			1.010557***	
Renda bruta por hectare - soja			[0.2243354]	
				-1.717
Renda bruta por hectare - pastagem				[1.480396]
	0.360051			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	[0.4182122]			
	-0.10396			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	[0.2985894]			
		-3.659886*		
Preço da cana 2005		[2.133338]		
		3.658822*		
Preço da cana 2004		[2.209602]		
		3.839247***		
Dummy usinas 2007		[0.4803896]		
			143.26*	
Preço da soja 2005			[75.57175]	
			309.1632***	
Preço da soja 2004			[81.35157]	
	3.021072***	0.485639	0.729188	-2.773941*
Dummy Caatinga	[1.003918]	[0.7655188]	[0.6500733]	[1.490605]
	-3.326467**	-0.89833	3.009654***	2.27723
Dummy Pampa	[1.355727]	[1.036218]	[0.8814963]	[2.017357]
	3.447381***	1.58383**	-1.504673***	-5.261692***
Dummy Cerrado	[0.8579257]	[0.656204]	[0.5558475]	[1.273385]
	0.0049384***	-0.0029193***	0.0019586**	-0.004741***
Altitude	[0.0011824]	[0.0009032]	[0.0007706]	[0.0017579]
Dummies de Estado	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 11 – Coeficientes estimados para o bioma Mata Atlântica, 2006.

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Tipos de Solo	Sim -0.02643 [0.0283012]	Sim 0.028244 [0.0215945]	Sim 0.026774 [0.0183415]	Sim -0.0793422* [0.0420414]
Rios e Lagos	-0.02037 [0.4433886]	-0.5918248* [0.3386303]	-0.15093 [0.2874076]	0.261763 [0.6582228]
Dummy afloramento de rocha	-0.023205*** [0.008556]	-0.00089 [0.0065215]	-0.0387054*** [0.0055613]	0.0547602*** [0.0126925]
Precipitação verão	0.0614151*** [0.0104922]	0.006571 [0.0080232]	0.0328241*** [0.0068238]	-0.1130191*** [0.0156035]
Precipitação inverno	-0.0475035** [0.0196098]	-0.01184 [0.0149788]	0.020829 [0.0127293]	0.0808694*** [0.0291456]
Temperatura Média	.	-9.810223*** [2.611963]	-1.3219 [3.183876]	26.41887*** [5.003968]
Constante	.			
Número de Observações	2649	2649	2649	2649
R- quadrado	0.6358	0.2584	0.4938	0.838
X quadrado	6063.41	868.84	2576.56	13704.85
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 1656.291 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Na tabela 12 são apresentados os resultados para o bioma Cerrado. Para esse bioma foram gerados dois fatores (*Temperatura e Precipitação* e *Precipitação Outono*) com raiz característica maior que um. Nelas foram utilizadas as variáveis de médias trimestrais de temperatura e precipitação. As cargas fatoriais são apresentadas na tabela 30 do anexo C. O resultado do teste de KMO foi de 0,6864, indicando um bom ajuste das variáveis ao fator gerado.

Os coeficientes das variáveis de preço relativo da cultura de cada equação apresentaram, com exceção da soja, o sinal esperado, indicando que quanto maior o preço, maiores as áreas, embora não tenham sido significativas.

Os coeficientes da variável de caminhões e tratores segue o comportamento dos outros biomas, indicando que quanto maior a mecanização das propriedades, maiores as áreas de cana e soja, e menores as de pastagens e florestas.

Como o Cerrado faz fronteira com todos os outros biomas brasileiros, com exceção do Pampa, foram incluídas no modelo, as *dummies* para os outros quatro biomas. Por meio delas observa-se que, na interface com a Amazônia, maiores são as áreas de florestas e soja. É importante lembrar que a moratória da soja para a região Amazônica só ocorreu a partir de julho de 2006, dessa forma, este estudo ainda não deve captar seus efeitos integralmente.

Na interface com a Mata Atlântica, as propriedades têm maiores áreas de soja e menores de cana. Assim como nas regressões anteriores, se o município apresentava uma ou mais usinas de açúcar e álcool, as propriedades apresentavam áreas maiores de cana.

Tabela 12 – Coeficientes estimados para o bioma Cerrado, 2006.

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	0.006845	0.005415	0.015509	-0.03558
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	[0.0145514]	[0.0084999]	[0.0192924]	[0.0296961]
	0.015509	0.421746	-1.1685	-0.20946
Preço relativo da soja	[0.0192924]	[0.4402311]	[1.561827]	[1.412291]
	0.005415	0.060525	0.421746	-0.8492265*
Preço relativo da cana	[0.0084999]	[0.3117066]	[0.4402311]	[0.4832031]
	-0.03558	-0.8492265*	-.20946	2.87743
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	[0.0296961]	[0.4832031]	[1.412291]	[1.844159]
	-0.09216	-0.17856	-0.21532	0.887273
Preço relativo do arrendamento	[0.4159153]	[0.2071518]	[0.4590747]	[0.73455]
	-0.25603	0.238015	0.020446	0.067188
Salário médio relativo	[0.4624934]	[0.2325926]	[0.5189923]	[0.8225255]
	-20.88954***	18.42926***	51.40634***	-78.84603***
Caminhões e tratores	[2.404482]	[1.211589]	[2.646119]	[4.233455]
	0.3327485***	-0.0095958***	0.0414695***	0.5722894***
Area média	[0.0052857]	[0.0026285]	[0.0058026]	[0.0093053]
	-5.074559***			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	[1.933372]			
	3.501762**			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	[1.611982]			
	0.057512			
Renda bruta por hectare - florestas	[1.951047]			
		-0.07632		
Renda bruta por hectare - cana		[0.0611898]		
			0.192891	
Renda bruta por hectare - soja			[0.7232395]	
				-0.00366
Renda bruta por hectare - pastagem				[3.641893]
		-17.68162***		
Preço da cana 2005		[6.242148]		
		13.07363**		
Preço da cana 2004		[6.612156]		
		5.697335***		
Dummy usinas 2007		[1.165049]		
			37.6509	
Preço da soja 2005			[59.96438]	
			-30.62	
Preço da soja 2004			[190.301]	
	-2.433	1.21429	1.48702	-0.02286
Dummy Caatinga	[3.196557]	[1.584789]	[3.508304]	[5.624533]
	9.142594***	0.996164	7.32102*	-13.99778**
Dummy Amazônia	[3.495545]	[1.724451]	[3.804242]	[6.097417]
	1.19433	-3.729384***	5.83517**	-4.7825
Dummy Mata Atlantica	[2.460505]	[1.222945]	[2.698069]	[4.326183]
	-2.4981	-2.0172	-3.8264	-1.6809
Dummy pantanal	[9.293444]	[4.690081]	[10.19383]	[16.35064]
Dummies de Estado	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 12 – Coeficientes estimados para o bioma Cerrado, 2006.

Variáveis Independentes	(Conclusão)			
	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Tipos de Solo	Sim	Sim	Sim	Sim
	0.0153493***	-0.0078238***	0.0123527**	-0.0249997***
Altitude	[0.0054025]	[0.0026908]	[0.0059396]	[0.0094939]
	-0.04644	0.037152	-0.1857586*	0.209791
Rios e Lagos	[0.0996026]	[0.0494248]	[0.1093698]	[0.1753087]
	-0.46314	-0.70336	0.109539	2.48642
Dummy afloramento de rocha	[1.594567]	[0.7894926]	[1.747475]	[2.803373]
	-0.00929	-0.00252	-0.00909	0.0242236**
Temperatura e Precipitação	[0.00568]	[0.0028185]	[0.0062436]	[0.0100026]
	0.034247	-0.02181	0.1252093***	-0.1752249***
Precipitação Outono	[0.0374444]	[0.0185144]	[0.0410083]	[0.0658085]
	36.5151	-0.01269	-8.5225	-29.836
Constante	[24.9204]	[11.88639]	[26.50384]	[42.13874]
Número de Observações	1287	1287	1287	1287
R- quadrado	0.8799	0.3776	0.4576	0.9177
X quadrado	9436.81	782.37	1088.99	14347.42
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 1071.687 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Na tabela 13, são apresentados os resultados para o bioma Caatinga. Para esse bioma foi gerado um fator (*Temperatura Média*) com raiz característica maior que um. Nele foram usadas as variáveis de temperatura trimestral média. As cargas fatoriais são apresentadas na tabela 31 do anexo C. O resultado do teste de KMO foi de 0,7137, indicando um bom ajuste das variáveis ao fator gerado. Como as variáveis de precipitação não tiveram altas correlações entre si ou com as variáveis de temperaturas, foram incluídas separadamente nas equações.

O modelo apresentou os resultados dos testes de Breush Pagan e qui-quadrado significativos. A equação de soja teve baixo poder explicativo, pois de acordo com a tabela 5, a produção nesse bioma é baixa em relação aos demais. O coeficiente do preço relativo de produtos da silvicultura e extração vegetal foi significativo e teve o sinal esperado, indicando que quando maiores os preços, maiores as áreas de florestas. Ainda, a equação de florestas teve o coeficiente do preço relativo de bovinos significativo e com sinal negativo, indicando que quando maior o preço dos bovinos, menor a área de florestas. Esse resultado indica haver, no bioma Caatinga, competição entre as áreas de pastagens e florestas.

A variável de salário relativo indica que nas regiões onde o salário relativo é mais alto, as propriedades têm maiores áreas de pastagens e soja. A mesma variável apresentou relação negativa com a área de florestas. Assim, salários relativos mais baixos estão relacionados à propriedades com maior área de florestas. Já a variável de área média total indica que locais com maior área média de propriedades, possuem maiores áreas de soja, pastagens e florestas.

Da mesma forma que os modelos anteriores, a *dummy* de presença de usinas foi positiva e significativa, indicando que a presença de usinas no município em 2007, estimulava o aumento de 6,47 hectares da área da cana de açúcar, em média.

As *dummies* de bioma indicam que, propriedades na interface com o Cerrado têm maiores áreas de soja e florestas e menores de pastagens. Provavelmente, isso ocorre pois a produção de soja do Cerrado transborda para municípios da Caatinga. Nessa área está localizada, por exemplo, parte da região chamada Mapito (por englobar os estados do Maranhão, Piauí e Tocantins) que é conhecida por sua alta produção de soja e que tem recebido, recentemente, novas fábricas de papel e celulose e conseqüentemente, apresenta grandes áreas de florestas plantadas (CI Florestas, 2010).

Tabela 13 – Coeficientes estimados para o bioma Caatinga, 2006.

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0260231*** [0.0083801]	0.000424 [0.0028065]	-0.00168 [0.0014193]	-0.0220694** [0.0107011]
Preço relativo da soja	-0.00168 [0.0014193]	0.013299 [0.0302674]	0.011615 [0.0381579]	-0.00351 [0.037796]
Preço relativo da cana	0.000424 [0.0028065]	0.009739 [0.0719989]	0.013299 [0.0302674]	-0.00982 [0.0624046]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.0220694** [0.0107011]	-0.00982 [0.0624046]	-0.00351 [0.037796]	0.084736 [0.1982018]
Preço relativo do arrendamento	0.013126 [0.0652935]	-0.02517 [0.0176578]	0.002208 [0.0087088]	0.054557 [0.0704715]
Salário médio relativo	-1.503002** [0.6027166]	-0.08738 [0.2002212]	0.2012212** [0.1002439]	1.591388** [0.7513434]
Caminhões e tratores	-12.35556** [5.571211]	28.29798*** [1.55273]	2.160232*** [0.7562517]	-290.08089*** [6.168477]
Area média	0.3731478*** [0.0075481]	-0.00191 [0.0020797]	0.00575*** [0.0010272]	0.4772032*** [0.0083234]
Renda bruta por hectare - florestas	-0.11241 [0.3007461]			
Renda bruta por hectare - cana		0.01176 [0.0150528]		
Renda bruta por hectare - soja			0.8946371*** [0.1359429]	
Renda bruta por hectare - pastagem				-1.36844 [3.529196]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.545038 [1.229893]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	-0.60595 [1.021677]			
Preço da cana 2005		-1.85437 [1.336695]		
Preço da cana 2004		20.09687 [1.334837]		
Dummy usinas 2007		6.476401*** [0.6337686]		
Preço da soja 2005			-46.8211 [58.97657]	
Preço da soja 2004			-170.3008** [74.89245]	
Dummy Mata Atlantica	0.058495 [0.5807238]	-0.05537 [0.158306]	0.036391 [0.0781026]	0.670659 [0.6372405]
Dummy cerrado	6.362036*** [0.9739614]	0.078074 [0.2658672]	0.5586959*** [0.1317145]	-6.468321*** [1.064432]
Altitude	0.001584 [0.0010053]	0.000211 [0.0002772]	0.000208 [0.0001364]	-0.0047531*** [0.0010979]
Dummies de Estado	Sim	Sim	Sim	Sim
Tipo de Solo	Sim	Sim	Sim	Sim
Rios e Lagos	-0.01855 [0.0298175]	-0.00028 [0.0081517]	-0.00189 [0.0040276]	0.011323 [0.0325883]

Tabela 13 – Coeficientes estimados para o bioma Caatinga, 2006.

Variáveis Independentes	(Conclusão) Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy afloramento de rocha	0.245139 [0.3572544]	-0.07724 [0.097375]	-0.02535 [0.0481669]	0.231328 [0.3890148]
Precipitação verão	0.000361 [0.0086387]	0.002834 [0.0023676]	-0.00057 [0.0011634]	0.014474 [0.0094009]
Precipitação inverno	0.005364 [0.0065936]	0.002525 [0.0018168]	4.34E-05 [0.0008927]	-0.0107 [0.0071819]
Temperatura Média	-0.01559 [0.0129455]	-0.0064617* [0.0035463]	-0.0002 [0.0017552]	0.010067 [0.0141397]
Constante	-3.76994 [2.730704]	-0.14932 [0.7598391]	4.126665* [2.480398]	-2.64777 [2.987037]
Número de Observações	1172	1172	1172	1172
R- quadrado	0.7553	0.3788	0.1359	0.8079
X quadrado	3622.57	7070.03	7070.03	4927.8
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 699.859 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Na tabela 14 são apresentados os resultados para o bioma Pampa. Para esse bioma, foi gerado um fator (*Temperatura e Precipitação*) com raiz característica maior que um. Nele foram usadas as variáveis de temperaturas e precipitações trimestrais médias. As cargas fatoriais são apresentadas na tabela 33 do anexo C. O resultado do teste de KMO foi de 0,7327, indicando um bom ajuste das variáveis ao fator gerado.

O modelo apresentou os resultados dos testes de Breush Pagan e qui-quadrado significativos e o ajuste de todas as equações do sistema foi alto.

Observa-se que os preços relativos de florestas, cana e bovinos foram significativos em suas equações. O preço de florestas apresentou o sinal esperado, indicando que quanto maior o preço dos produtos madeireiros, maior a área destinada às florestas. Tal resultado também indica uma tendência ao aumento da silvicultura, pois caso o predominante fosse a extração vegetal não sustentada, o aumento do preço dos produtos levaria à redução das áreas de florestas. Essa tendência é confirmada pelos dados apresentados na Tabela 10, que aponta aumento na produção, tanto de lenha quanto de madeira em toras de silvicultura. Um ponto importante é que, em 1996, a lenha oriunda de extração vegetal representava 23,3% de toda a lenha produzida, em 2006, esse percentual foi de 14,3%. Já a madeira em toras foi praticamente toda produzida pela silvicultura. O preço relativo da cana apresentou sinal negativo na equação de área de cana, resultado contrário ao esperado, e já encontrado anteriormente em outros modelos aqui estimados. O preço relativo dos bovinos na equação de pastagens também foi negativo, indicando que quando maior o preço, menor a área de pastagens. Entretanto, este resultado tem sentido se considerarmos que as terras na região Sul são muito caras e, dessa forma, quando o preço relativos dos bovinos aumenta, os produtores podem optar por intensificar seu sistema de forma a produzir mais carne na mesma área, aumentando o uso de rações concentradas. Essa explicação também é compatível se nos atermos ao preço relativo da soja na equação de área de pastagem. Observa-se que, quanto maior o preço da soja, maior a área de pastagens, isto é, quando maior o preço da soja, mais caras são as rações concentradas, e o produtor prefere optar por manter os animais em sistemas de alimentação com maior participação de volumoso e menor de rações concentradas.

Os coeficientes das variáveis renda bruta por hectare de soja e de cana foram significativos e positivos, indicando que regiões com maior renda bruta estão relacionadas a maiores áreas plantadas dessas culturas.

O coeficiente da variável área total média seguiu o mesmo comportamento encontrado nos outros biomas, indicando que quanto maior a área total, maiores as áreas de florestas e pastagens e menor a área de soja.

Finalmente, o preço da cana, em 2004, estimulou o aumento da área plantada de cana. Já a área plantada de soja sofria influência da *dummy* de afloramento rochoso, isto é, locais com essa característica têm menores áreas de soja. Isso já era esperado, pois a presença de rochas no solo é capaz de impedir a mecanização, dificultando o plantio e a colheita desse grão.

Tabela 14 – Coeficientes estimados para o bioma Pampa, 2006.

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	0.0457671**	0.0006364*	0.0401249	-0.048251
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	[0.0205485]	[0.0003821]	[0.0294225]	[0.0365355]
	0.0401249	0.0548141	-4.619788	6.430192**
Preço relativo da soja	[0.0294225]	[0.0620352]	[4.730264]	[2.886691]
	0.0006364*	-0.1080779***	0.0548141	-0.0066778
Preço relativo da cana	[0.0003821]	[0.0314517]	[0.0620352]	[0.038485]
	-0.048251	-0.0066778	6.430192**	-7.288931***
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	[0.0365355]	[0.038485]	[2.886691]	[2.6596]
	-0.8431636	0.0217866	-4.292377***	5.758785***
Preço relativo do arrendamento	[1.265344]	[0.0197223]	[1.58632]	[2.063902]
	3.257928**	0.009972	2.039408	-7.290054***
Salário médio relativo	[1.279974]	[0.0210749]	[1.604041]	[2.089249]
	-6.458683**	-0.0543742	28.33181***	-48.23717***
Caminhões e tratores	[2.748152]	[0.0422688]	[3.242191]	[4.492417]
	0.0695401***	-0.0001192	-0.0434141***	0.8277711***
Area média	[0.0115463]	[0.0001807]	[0.0139528]	[0.0188707]
	-0.6792144			
Renda bruta por hectare - florestas	[0.7265041]			
		0.0041927*		
Renda bruta por hectare - cana		[0.0023293]		
			4.890495**	
Renda bruta por hectare - soja			[1.992797]	
				-4.251456
Renda bruta por hectare - pastagem				[11.98966]
	-1.99177			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	[3.32215]			
	0.6692616			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	[2.006478]			
		-0.5602091		
Preço da cana 2005		[0.3619104]		
		1.24828***		
Preço da cana 2004		[0.4403857]		
			445.93	
Preço da soja 2005			[325.1391]	
			-35.60248	
Preço da soja 2004			[493.3273]	
	-1.672815	0.0510673	2.797444	-2.209576
Dummy Mata Atlantica	[1.996798]	[0.0324783]	[2.392152]	[3.28021]
Tipos de Solo	Sim	Sim	Sim	Sim
	-0.0016354	-0.0001334	0.0353506***	-0.0153849*
Altitude	[0.0052459]	[0.0000875]	[0.0065634]	[0.0087125]
	0.0289306	-0.0003256	-1.1633706**	0.1357039
Rios e Lagos	[0.0603685]	[0.0009242]	[0.071104]	[0.0971251]
	2.153079	0.0207311	-5.697217***	-2.16349
Dummy afloramento de rocha	[1.531754]	[0.0240216]	[1.849467]	[2.498549]
	0.0024974	-0.0000398	0.0037958	0.0052765
Temperatura e Precipitação	[0.0039195]	[0.0000607]	[0.0047592]	[0.0063704]

Tabela 14 – Coeficientes estimados para o bioma Pampa, 2006.

Variáveis Independentes	(Conclusão)			
	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Constante	-0.3385029 [3.675681]	-0.0529651 [0.0598287]	-22.47209** [10.51574]	12.64597** [5.70761]
Número de Observações	134	134	134	134
R- quadrado	0.5079	0.5044	0.7301	0.9743
X quadrado	145.51	137.97	361.77	5090.74
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 73.390 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

4.4.4 Elasticidades

Em seguida, foram calculadas as elasticidades da área de cada atividade com relação aos preços dos produtos (que neste trabalho será chamada de Elasticidade área preço) para o Brasil e para os biomas brasileiros. Apenas para o bioma Pantanal essas elasticidades não foram calculadas, pois este não tinha o número de municípios mínimo necessário para as estimações anteriores.

As elasticidades área preço medem a sensibilidade da alocação de terra aos preços dos produtos e foram calculadas a partir dos coeficientes estimados nos capítulos anteriores, no ponto médio de cada amostra. Os coeficientes utilizados para o cálculo dos valores relativos à área e preço de outras lavouras foram calculados a partir das restrições impostas ao modelo (Eq. 7). Infelizmente, não foram encontrados na literatura, trabalhos com cálculos de elasticidades semelhantes, o que restringiu a discussão dos resultados.

4.4.4.1 Elasticidades área preço para o Brasil

As elasticidades área preço calculadas para o Brasil são apresentadas na Tabela 15. Os elementos da diagonal principal indicam as elasticidades área preço diretas e os demais, as elasticidades área preço cruzadas. Esperava-se que, quanto maiores os preços, maiores as áreas destinadas aquele uso, o que faria com que as elasticidades área preço diretas fossem positivas. Apenas para a cana esse resultado não foi encontrado, pois o sinal do coeficiente estimado foi negativo, como o encontrado por Barbosa (2011) para a mesma variável em um modelo semelhante.

Tabela 15 – Elasticidades área preço entre os usos de terra selecionados.

	Área de Florestas	Área de Cana	Área de Soja	Área de Pastagens	Área de outras lavouras
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.032566533	0.027675091	0.028874898	-0.019523002	-0.042558305
Preço relativo da cana	0.000017756	-0.105400776	0.046449347	-0.003102781	0.069044573
Preço relativo da soja	0.000152913	0.383388523	0.055359496	-0.006640650	-0.329008941
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.001227249	-0.303999352	-0.078826567	0.021653025	-0.159211711
Preço relativo de produtos de outras lavouras	-0.000049600	0.125418039	-0.072406684	-0.002951780	0.189937300

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tratando-se das elasticidades área preço cruzadas¹⁰, se o valor for maior que zero, o aumento no preço do produto aumenta o uso da terra para produzir o outro produto, indicando complementaridade entre os usos. Isto é, o produtor prefere produzir aqueles produtos simultaneamente, seja para aproveitar a mão de obra e equipamentos já adquiridos ou a logística de produção e venda que podem estar disponíveis próximas as área de produção. Caso o valor seja menor que zero, o aumento no preço de um dos produtos diminui o uso da terra para outro bem, indicando substituição. Isto é, o produtor prefere reduzir a área de outros usos e ampliar a área do produto cujo preço se elevou.

Assim, observa-se que as áreas de pastagens são substituídas por todas as outras culturas analisadas. Ainda, as áreas de florestas apresentam relações de substituição, também com outras lavouras, e complementaridade com soja e cana. Entretanto, devido a pequena magnitude dos coeficientes, todos os efeitos dos preços dos produtos agrícolas selecionados sobre as áreas de florestas são próximos de zero. Para as áreas de cana, existe complementaridade com soja e outras lavouras. As áreas de soja apresentam substituição com outras lavouras. Como os coeficientes calculados respeitam a restrição de simetria, as elasticidades área preço apresentam sinais também simétricos, de forma que as análises acima podem ser interpretadas também no sentido inverso.

¹⁰ As análises de complementaridade e substituição neste caso são diferentes das análises das elasticidades preço cruzadas da demanda, já que estamos abordando a substituição do uso pelo preço de venda do produto, isto é, o lado da oferta de bens agropecuários.

4.4.4.2 Elasticidades área preço para os biomas brasileiros.

A tabela 16 apresenta as elasticidades área preço calculadas para os biomas brasileiros. Nela a diagonal principal de cada bioma traz as elasticidades área preço diretas e os demais elementos, as elasticidades área preço cruzadas. Sinais contrários ao esperado das elasticidades área preço diretas foram encontrados para cana no bioma Amazônia, para florestas e cana no bioma Mata Atlântica, para soja no Cerrado e para cana, soja e pastagens no Pampa. Entretanto, a elasticidade área preço direta de florestas no bioma Mata Atlântica, pode indicar uma lógica de produção extrativista não sustentável. Conforme já discutido, apesar da prevalência da silvicultura nesse bioma, muita lenha ainda é extraída de forma extrativa e de acordo com Young (2002), de forma não sustentável.

Para o bioma Pampa, o sinal negativo para a elasticidade área preço direta de bovinos pode ser explicado pela possibilidade de intensificação da produção, confinando-se os animais e aumentando o uso de rações concentradas, o que aumenta a demanda local por soja, estimulando o aumento de área plantadas de soja. Nesse ponto, foi encontrada a maior elasticidade no Bioma Pampa. Um aumento de 10% no preço dos bovinos está correlacionado com um aumento de 12,1% da área plantada de soja. Já o preço da soja não tem a mesma influência sobre as áreas de pastagens, isto é, o aumento do preço da soja influencia as áreas de pastagens numa magnitude bem menor.

Tratando-se das elasticidades área preço cruzadas, em geral as estimadas para as áreas de florestas e pastagens foram os menores valores obtidos, o que indica a pouca influência dos preços dos outros produtos agrícolas analisados nesses usos. Esse resultado é comum tanto às análises para os biomas quanto para o Brasil.

Tabela 16 – Elasticidades área preço entre os usos de terra selecionados para os biomas brasileiros, 2006.

	(Continua)				
	Área de Florestas	Área de Cana	Área de Soja	Área de Pastagens	Área de outras lavouras
BIOMA AMAZÔNIA					
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.046981089	0.261457777	-0.241342051	-0.014118044	-0.064923446
Preço relativo da cana	0.000022332	-0.285628061	0.031651269	-0.002629845	0.008152620
Preço relativo da soja	-0.000756702	1.161854902	0.859661410	-0.064383701	0.043742529
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.000775868	-1.692047117	-1.128489179	0.136647243	-0.381953090
Preço relativo de produtos de outras lavouras	-0.000472334	0.694406426	0.101498504	-0.050564337	0.275955776
BIOMA MATA ATLÂNTICA					
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	-0.056431426	0.064879306	-0.002628664	0.018378101	-0.005667555
Preço relativo da cana	0.000126861	-0.054543393	0.005055157	-0.002536455	0.015916087
Preço relativo da soja	-0.000029597	0.029108729	0.216504054	-0.009783840	-0.077531868
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	0.001440501	-0.101675563	-0.068109884	0.013616181	0.013529227
Preço relativo de produtos de outras lavouras	-0.000087295	0.125373696	-0.106062485	0.002658604	0.014699756
BIOMA CERRADO					
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.009138838	0.100160449	0.107506018	-0.023692630	0.034084074
Preço relativo da cana	0.000073611	0.011397499	0.029763302	-0.005757882	0.016068909
Preço relativo da soja	0.000605617	0.228140658	-0.236888419	-0.004079517	0.120106646
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.001611296	-0.532820570	-0.049249906	0.065002120	-0.264062181
Preço relativo de produtos de outras lavouras	0.000190188	0.122003839	0.118968654	-0.021665816	0.037681703

Tabela 16 – Elasticidades área preço entre os usos de terra selecionados para os biomas brasileiros, 2006.

	(Conclusão)				
	Área de Florestas	Área de Cana	Área de Soja	Área de Pastagens	Área de outras lavouras
BIOMA CAATINGA					
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.072847505	0.085273824	-1.201358505	-0.035080412	-0.011800443
Preço relativo da cana	0.000018896	0.031228529	0.151139224	-0.000248643	-0.000952356
Preço relativo da soja	-0.000376321	0.213647698	0.661374991	-0.000445822	-0.006895386
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.003866433	-0.123668171	-0.156863331	0.008429620	-0.013527984
Preço relativo de produtos de outras lavouras	-0.000387949	-0.141289870	-0.723684166	-0.004035187	0.019250441
BIOMA PAMPA					
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.323519697	0.537752532	0.306692359	-0.064103560	-0.188267536
Preço relativo da cana	0.000045615	-0.926010705	0.004248231	-0.000089957	0.002957690
Preço relativo da soja	0.005139451	0.839266714	-0.639832738	0.154794381	-0.169809348
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.008438132	-0.139597731	1.215921651	-0.239569943	0.111176753
Preço relativo de produtos de outras lavouras	-0.004619258	0.855514715	-0.248624875	0.020722711	0.081503624

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.5 Conclusões

O aumento da produção agrícola brasileira, da população urbana e da demanda mundial por alimentos têm estimulado mudanças nos usos do solo no Brasil. Para que essas mudanças possam ser acompanhadas e reguladas de forma a evitar a poluição ou o uso indiscriminado dos recursos naturais, é importante que seus principais determinantes sejam identificados. Deve-se, ainda, considerar que as características do ambiente também influenciam essas mudanças. Nesse sentido, existem poucos estudos no Brasil que considerem tanto os aspectos econômicos como os ecológicos, abordando as mudanças no uso da terra, principalmente, pela falta de dados ambientais comparáveis e desagregados para estados e municípios.

Nesse contexto, este trabalho foi desenvolvido considerando tanto o país como um todo quanto cada um dos seus biomas separadamente.

Assim, conclui-se que a inclusão dos biomas na análise para o Brasil trouxe resultados importantes, mesmo após a inclusão das variáveis de solo, temperatura e precipitação, principalmente para as florestas e pastagens. Também, a inclusão dessas variáveis nas regressões que abordaram os biomas individualmente trouxe resultados significativos, pois as regiões de interação entre dois ou mais biomas apresentam características dos biomas que o compõe, o que influencia o uso da terra. Portanto, deve ser incluída em trabalhos futuros principalmente ligados à agropecuária, atividade sujeita às diferentes condições ecológico-econômicas, que caracterizam cada um dos biomas brasileiros.

Também se identificou que a influência dos reços sobre o uso da terra, principalmente relacionadas às áreas de pastagens e florestas, tem elasticidade de pequeno valor, o que indica que os incentivos via preços, para esses usos, podem ser pouco eficientes. Com relação às florestas, o ideal teria sido se as plantadas e naturais fossem analisadas em diferentes equações já que as dinâmicas de ambas são muito diferentes, sendo as primeiras, guiadas principalmente por incentivos de mercado e as últimas, principalmente pelas políticas públicas e programas de pagamentos por serviços ambientais disponíveis. Assim, a falta de dados impediu que fossem estimados valores para as áreas de florestas naturais, utilizando-se como custo de oportunidade, o valor dos produtos florestais provenientes delas.

Com relação ao modelo utilizado, apesar de terem sido incluídas variáveis tanto econômicas quanto agronômicas e ecológicas, acredita-se que este ainda não conseguiu captar adequadamente todas as forças capazes de influenciar as mudanças no uso do solo. Isso, porque, este é um problema complexo e a decisão final sobre o uso do solo, que é do produtor, pode ser influenciada por outros fatores não captados, como a experiência dele com os cultivos ao longo dos anos e suas preferências individuais, entre outros.

Ainda, tentou-se estimar os mesmos sistemas para alguns estados brasileiros selecionados. Entretanto, os modelos tiveram um ajuste muito ruim e não foram apresentados nesse trabalho. Isso pode ter sido pela pequeno número de observações, quando aborda-se apenas um estado e um ano e, pela quantidade de observações com produção muito baixa ou nula o que, acredita-se, tenha influenciado o ajuste de todas as estimações.

Como sugestões para trabalhos futuros, deve-se tentar incluir a dimensão de tempo, variáveis espaciais e preços mais adequados para as florestas naturais na análise. A primeira sugestão pode ser realizada incluindo-se no modelo os resultados dos próximos Censos Agropecuários, o que permitirá a determinação da causalidade entre os fatores estudados, sem prejudicar a disponibilidade de dados de preços defasados. A inclusão das variáveis espaciais poderia evidenciar as forças locais que influenciam os usos do solo, e refinar os resultados. Ainda, os preços para as florestas naturais devem ser incluídos considerando-se os programas de pagamento por serviços ambientais, sua abrangência e as legislações ambientais vigentes.

Finalmente, a literatura internacional tem descrito que a consideração explícita das dinâmicas demográfica, políticas e econômicas, como a inclusão de variáveis capazes de captar a pressão populacional, migração, acordos internacionais, pressões do mercado de trabalho e mudanças tecnológicas também podem ser importantes determinantes dos usos do solo. Assim, modelos futuros devem buscar incorporar também essas variáveis.

Referências

- ARAÚJO FILHO, J.A. de; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; SILVA, N.L. da; SOUSA, F.B. de; FRANÇA, F.M. Sistema agrossilvipastoril Embrapa Caprinos. In: LIMA, G.F. da C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MACIEL, F.C.; BARROS, N.N.; AMORIM, M.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. (Org.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**: orientações para viabilização do negócio rural. Natal: Emater, 2006. p.193-210.
- BACHA, C.J.C. O uso dos recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras – Uma visão histórica e Parcial de um Processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.34, n. 2, p.393-426, 2004.
- BANCO DO NORDESTE – BNB.Produção e Área Colhida de Cana-de-açúcar no Nordeste. **Informe Rural ETENE**, Fortaleza, v. 4, n. 20, p.1-12, 2010.
- BARBIER, E.B.; BURGESS, J.C.; GRAINGER, A. The forest transition: Toward a more comprehensive theoretical framework. **Land Use Policy**, Londres, v.27, p.98-107, 2010.
- BARBIER, E.B.;BURGESS, J.C. The economics of tropical forest: land use options. **Land Economics**, Madison, v.73, n.2, p.174-195 maio 1997.

- BARBOSA, E. C.P. **Mudanças Climáticas e o padrão do uso do solo no Brasil**. 2011. 63p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- BARRETO, H. F. M.; SOARES, J. P. G.; MORAIS, D.A.E.F.; SILVA, A.C.C.; SALMAN, A. K. D. Impactos ambientais do manejo agroecológico da caatinga no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.45, n.10, 2010, p.1073-1081
- BEATTIE, B.R.; TAYLOR, C.R. **The economics of production**. Nova York: John Wiley and Sons, 1985. 258p.
- BOWMAN, M.S.; SOARES-FILHO, B.S.; MERRY, F.D.; NEPSTAD, D.C.; RODRIGUES, H.; ALMEIDA, O.T. Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: a spatial analysis of the rationale for beef production. **Land Use Policy**, Londres, v.29, 2012, p.558-568.
- CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS – CI FLORESTAS. Eucalipto: a grande transformação da região do Mapito. Notícias, 13 out. 2010. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/conteudo.php?id=3949>> Acesso em: 21 ago. 2012
- COSTA, F. P. **Natureza econômica e impactos das pastagens no custo de produção da pecuária de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2010. 22p.
- FERES, J.G.; REIS, E.; SPERANZA, J. Produção de etanol e seus impactos sobre o uso da terra no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 8., 2010, Juiz de Fora. **Anais....** Campo Grande: ENABER, 2010. p.1-25.
- FERES, J.G.; SPERANZA, J.S. Mudanças Climáticas globais e seus impactos sobre os padrões de uso do solo no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47º, 2009, Porto Alegre. **Anais Eletrônicos...** Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em <<http://www.sober.org.br/palestra/13/768.pdf>> Acesso em: 01 jul. 2012.
- HOMMA, A. K. O.; WALKER, R.T.; SCATENA, F.N.; CONTO, A.J. de; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C.A.P.; SANTOS, A.I.M.dos. Redução dos desmatamentos da Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: HOMMA, A.K.O. [Ed.] **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília: Embrapa- SPI; Belém: Embrapa CPATU, 1998. 412p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 1995/96**. Várias tabelas. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- _____. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE. 2009. 777p.
- JUDGE, G.G.; HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; LÜTKEPOHL, H.; LEE, T.C. **Introduction to the theory and practice of econometrics**. 2ed, Nova York: John Wiley and Sons, 1988. 1024p.
- KONING, G.H.J. DE; VELDKAMP, A.; FRESCO, L. O. Land use in Ecuador: a statistical analysis at different aggregation levels. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Londres, v.70, p.231-247. 1998.
- KRUSCHE, A.V.; BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, R.L.; BERNARDES, M.C.; LEITE, N.K.; HANADA, L.; VICTORIA, D. de C.; TOLEDO, A.M.; OMETTO, J.P.; MOREIRA,

M.Z.; GOMES, B.M.; BOLSON, M.A.; NETO, S.G.; BONELLI, N.; DEEGAN, L.; NEILL, C.; THOMAS, S.; AUFDENKAMPE, A.K.; RICHEY, J.E. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v.35, n.2, p.197-205. 2005.

LAMBIN, E.F.; MEYFROIDT, P. Land use transitions: sócio-ecological feedback versus socio-economic change. **Land Use Policy**, Londres, v.27, p.108-118, 2010.

MELO, M.; TONNEAU, J.P.; SOARES, D. Sistemas pecuários, convivência com a seca e manejo alimentar. In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Ed.). **Agricultura familiar e agroecologia no semiárido**: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p.219-233.

OVERMARS, K.P.; KONING, G.H.J. DE; VELDKAMP, A. Spatial autocorrelation in multi-scale land use models. **Ecological Modeling**, Londres, v.164, p. 257-270. 2003.

PAUPITZ, J.. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semi-árido brasileiro. In: GARIGLIO, M. A; SAMPAIO, E. V. DE S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p.49-64.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Rio de Janeiro, v.43, n.1, p.135-153.2005.

SAMPAIO, E. V. S.B.; ARAÚJO, M. dos B.; SAMPAIO, Y.S.B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v.22, n.1, 2005, p.90-112.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB); INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). **Atividade Madeireira na Amazônia**: produção, receita e mercados. Belém: SFB; Imazon, 2010. 20p.

YOUNG, C. E. F. Causas socioeconômicas do desmatamento da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. DE G. (Ed.). **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. cap.10 p.103-118.

_____. Economia do extrativismo em áreas de Mata Atlântica. In: SIMÕES, L.L.; LINO, C.F. **Sustentável Mata Atlântica**: a exploração dos seus recursos florestais. São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2002. Chap.10, p.173-184.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho visou abordar vários aspectos capazes de influenciar e explicar as mudanças no uso do solo ocorridas entre 1995/1996 e 2006. Assim, o primeiro capítulo abordou as políticas públicas e alguns de seus instrumentos, identificados como importantes reguladores dessas mudanças. Os resultados indicaram, entretanto que, as políticas, por não serem adequadamente fiscalizadas, não apresentam os resultados esperados. Novas políticas e alterações das já existentes, têm ocorrido, mais recentemente, e espera-se que essas sejam capazes de melhorar a regulação sobre o uso do solo existente.

Devido às dimensões continentais do Brasil, considerou-se que as características distintas entre os biomas presentes no território nacional, também poderiam influenciar as decisões de alocação da terra entre seus possíveis usos. Tal hipótese foi analisada no segundo artigo deste trabalho. Assim, observou-se que, realmente, existem diferentes dinâmicas dependendo do bioma abordado.

Finalmente, o terceiro artigo buscou, a partir das análises realizadas nos primeiros artigos, identificar os principais determinantes dos usos da terra. Embora tenham sido incluídos nos modelos diversos fatores tanto econômicos quanto relacionados às características físicas das regiões, acredita-se que os resultados ainda não refletem adequadamente as pressões para as alterações nos usos da terra, e, ao final daquele capítulo, são sugeridos possíveis melhorias ao modelo.

Entretanto, o que fica claro ao longo de toda a análise é que é importante uma maior integração entre as diversas áreas da ciência para compreender adequadamente as dinâmicas existentes no problema dos usos da terra no Brasil. Isso porque, a divisão da produção agrícola entre os biomas, realizada no segundo capítulo, assim como, a inclusão das variáveis de biomas e tipos de solo entre outras, no terceiro artigo, não teriam sido possíveis se não tivessem sido utilizadas ferramentas de geoprocessamento. Também, na revisão de literatura realizada, foram encontrados trabalhos relacionadas à geografia e à ecologia tentando abordar o mesmo problema, utilizando as ferramentas e variáveis mais adequadas sob a ótica de cada área, mas nenhum deles consegue explicar integralmente as mudanças. Tais observações, mostram que são necessárias abordagens interdisciplinares para tentar unir os conhecimentos já estabelecidos separadamente, nas diversas áreas do conhecimento, de forma a tentar

compreender de maneira integral, os usos da terra no Brasil. Ainda, acredita-se que tal observação se aplique não apenas a esse, mas também outros problemas existentes nas fronteiras entre as áreas do conhecimento.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Análise Fatorial¹¹

No modelo proposto, a correlação entre as variáveis explicativas utilizadas no modelo foi avaliada e, em alguns modelos, as variáveis de temperatura e precipitação apresentaram correlação. Desta forma, optou-se por utilizar a metodologia de análise fatorial de forma a obter uma ou mais variáveis que contivessem as informações dessas variáveis mas que não trouxessem multicolinearidade para a análise.

A multicolinearidade faz com que os estimadores apresentem grandes variâncias e covariâncias, dificultando uma estimativa precisa. Além disso, os intervalos de confiança tornam-se maiores, o que leva frequentemente à aceitação da hipótese nula de estimador igual a zero; a razão t de um ou mais coeficientes tende a ser estatisticamente insignificante; e os estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e seus erros-padrão tornam-se sensíveis a pequenas variações nos dados. De acordo com Gujarati (2000), as técnicas estatísticas multivariadas, como a análise fatorial, podem ser empregadas para remediar a multicolinearidade quando há um grande número de variáveis explicativas incluídas no modelo.

O objetivo da análise fatorial é descrever o comportamento de um conjunto de p variáveis por meio de um número menor m (com $m < p$) de variáveis, chamados de fatores comuns (MINGOTI, 2005). Desse modo, espera-se que as variáveis originais X_i , com $i = 1, 2, \dots, p$, estejam agrupadas em subconjuntos de novas variáveis mutuamente não correlacionadas. Os fatores são, assim, variáveis alternativas que resumem as informações principais das variáveis originais.

O modelo de análise fatorial relaciona linearmente as variáveis padronizadas e os m fatores comuns, desconhecidos a princípio. As equações do modelo são:

$$\begin{aligned} Z_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ Z_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ Z_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \quad (26)$$

Nesse modelo, $Z_i = [(X_i - \mu_i) / \sigma_i]$ são as variáveis originais X_i padronizadas, tal que μ_i e σ_i são sua média e desvio-padrão, respectivamente; F_j são os fatores;

---

¹¹ As referências utilizadas nesse apêndice constam nas referências do capítulo 4.

ε_j são os erros aleatórios, que compreendem a parcela da variação de Z_i não explicada pelos fatores comuns F_j ; e os coeficientes l_{ij} , também conhecidos como cargas fatoriais, representam o grau de relacionamento linear entre Z_i e F_j .

Para que se possa operacionalizar a estimação do modelo (26), algumas suposições são necessárias:

- $E(\varepsilon) = 0$, isto é, o erro tem média zero;
- $E(F_j) = 0$, $j = 1, 2, \dots, m$, ou seja, todos os fatores têm média zero;
- $V(F_j) = 1$, $j = 1, 2, \dots, m$, e $\text{Var-Cov}(F) = I$, isto é, os fatores têm variância 1 e não são correlacionados;
- $\text{Var-Cov}(\varepsilon) = E(\varepsilon \varepsilon') = \Psi = \text{diag}(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_p)$, ou seja, os erros podem ter variâncias diferentes e não são correlacionados;
- $\text{Cov}(F_j, \varepsilon_j) = 0$, isto é, os fatores comuns são independentes dos erros.

A variância das variáveis padronizadas Z_i é dada por

$$V(Z_i) = l_{i1}^2 + l_{i2}^2 + \dots + l_{im}^2 + \psi_i = h_i^2 + \psi_i = 1, \quad (27)$$

em que $h_i^2 = l_{i1}^2 + l_{i2}^2 + \dots + l_{im}^2$. Assim, a variância de Z_i é decomposta em duas parcelas: a comunalidade (h_i^2), que é a variabilidade de Z_i explicada pelos m fatores; e a unicidade (ψ_i), que é a parte da variabilidade de Z_i ligada ao erro aleatório ε_i , específico de cada variável Z_i .

As cargas fatoriais l_{ij} precisam ser estimadas por algum mecanismo. O método dos Componentes Principais é comumente utilizado para a estimação da matriz de cargas fatoriais L . Pela decomposição espectral

$$\text{Var-Cov}(Z) = R = P\Lambda P', \quad (28)$$

em que Z é o vetor de variáveis padronizadas; R é a matriz de correlações das variáveis originais; Λ é uma matriz diagonal com as raízes características de R ; e P é uma matriz ortogonal com os vetores característicos.

A matriz R de (28) pode ser dividida em dois componentes:

$$R = P_1\Lambda_1P_1' + P_2\Lambda_2P_2'. \quad (29)$$

Considerando-se o primeiro componente, a matriz de correlações será aproximada por

$$R \approx P_1 \Lambda_1 P_1' , \quad (30)$$

a qual, de acordo com a decomposição espectral, pode ser reescrita como

$$R \approx P_1 \Lambda_1^{1/2} \Lambda_1^{1/2} P_1' \quad (31)$$

tal que $P_1 \Lambda_1^{1/2} = L$ e $\Lambda_1^{1/2} P_1' = L'$.

Após a estimação da matriz de cargas fatoriais L , pode-se realizar a rotação de fatores no intuito de obter uma matriz de cargas fatoriais de mais fácil interpretação, na qual cada fator se relaciona de forma mais distinta com certo grupo de variáveis. Nos casos em que esse procedimento foi necessário, utilizou-se o método de rotação ortogonal varimax. Esse é o método mais utilizado e possibilita que as cargas fatoriais tornem-se o mais próximo possível de zero e um.

Para analisar a qualidade do ajuste do modelo, utilizou-se o critério KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), que é um índice que compara correlações simples e parciais:

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_{ij}^2} , \quad (32)$$

em que r_{ij}^2 e a_{ij}^2 são os coeficientes de correlação simples e parcial entre X_i e X_j , respectivamente. O índice KMO varia entre 0 e 1 e, quanto mais próximo de 1, maior é a adequabilidade da análise fatorial.

ANEXOS

ANEXO A – Tabelas de Alíquotas para cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural

Tabela 17 - Alíquotas para os demais municípios brasileiros determinadas pela Lei n.8.847, de 28 de janeiro de 1994.

TAMANHO HECTARES	UTILIZAÇÃO EFETIVA DA ÁREA APROVEITÁVEL %				
	>80	>65 A 80	>50 A 65	>30 A 50	0 A 30
Até 25	0,02	0,04	0,08	0,14	0,20
25 a 50	0,03	0,06	0,12	0,20	0,30
50 a 100	0,05	0,10	0,20	0,35	0,50
100 a 250	0,07	0,15	0,30	0,50	0,70
250 a 500	0,10	0,20	0,40	0,70	1,00
500 a 1000	0,15	0,30	0,60	1,00	1,40
1000 a 2000	0,20	0,40	0,80	1,35	1,90
2000 a 3000	0,25	0,50	1,00	1,70	2,40
3000 a 5000	0,30	0,60	1,20	2,05	2,90
5000 a 10000	0,35	0,70	1,40	2,40	3,40
10000 a 15000	0,40	0,80	1,60	2,75	3,90
Acima de 15000	0,45	0,90	1,80	3,15	4,50

Tabela 18 – Alíquotas para os municípios do Polígono da Seca e da Amazônia Oriental determinadas pela Lei n.8.847, de 28 de janeiro de 1994.

TAMANHO HECTARES	UTILIZAÇÃO EFETIVA DA ÁREA APROVEITÁVEL %				
	>80	>65 A 80	>50 A 65	>30 A 50	0 A 30
Até 40	0,02	0,04	0,08	0,14	0,20
40 a 80	0,03	0,06	0,12	0,20	0,30
80 a 160	0,05	0,10	0,20	0,35	0,50
160 a 400	0,07	0,15	0,30	0,50	0,70
400 a 800	0,10	0,20	0,40	0,70	1,00
800 a 1600	0,15	0,30	0,60	1,00	1,40
1600 a 3200	0,20	0,40	0,80	1,35	1,90
3200 a 4800	0,25	0,50	1,00	1,70	2,40
4800 a 8000	0,30	0,60	1,20	2,05	2,90
8000 a 16000	0,35	0,70	1,40	2,40	3,40
16000 a 24000	0,40	0,80	1,60	2,75	3,90
Acima de 24000	0,45	0,90	1,80	3,15	4,50

Tabela 19 – Alíquotas para os municípios do Amazônia Ocidental e do Pantanal Matogrossense determinadas pela Lei n.8.847, de 28 de janeiro de 1994.

TAMANHO HECTARES	UTILIZAÇÃO EFETIVA DA ÁREA APROVEITÁVEL %				
	>80	>65 A 80	>50 A 65	>30 A 50	0 A 30
Até 80	0,02	0,04	0,08	0,14	0,20
80 a 160	0,03	0,06	0,12	0,20	0,30
160 a 320	0,05	0,10	0,20	0,35	0,50
320 a 800	0,07	0,15	0,30	0,50	0,70
800 a 1600	0,10	0,20	0,40	0,70	1,00
1600 a 3200	0,15	0,30	0,60	1,00	1,40
3200 a 6400	0,20	0,40	0,80	1,35	1,90
6400 a 9600	0,25	0,50	1,00	1,70	2,40
9600 a 16000	0,30	0,60	1,20	2,05	2,90
16000 a 32000	0,35	0,70	1,40	2,40	3,40
32000 a 48000	0,40	0,80	1,60	2,75	3,90
Acima de 48000	0,45	0,90	1,80	3,15	4,50

Tabela 20 – Alíquotas determinadas pela Lei n.9.393, de 19 de dezembro de 1996.

Área total do imóvel (em hectares)	GRAU DE UTILIZAÇÃO - GU (EM %)				
	Maior que 80	Maior que 65 até 80	Maior que 50 até 65	Maior que 30 até 50	Até 30
Até 50	0,03	0,20	0,40	0,70	1,00
Maior que 50 até 200	0,07	0,40	0,80	1,40	2,00
Maior que 200 até 500	0,10	0,60	1,30	2,30	3,30
Maior que 500 até 1.000	0,15	0,85	1,90	3,30	4,70
Maior que 1.000 até 5.000	0,30	1,60	3,40	6,00	8,60
Acima de 5.000	0,45	3,00	6,40	12,00	20,00

ANEXO B – Relação de tipos de solo

Tabela 21 – Correspondência entre os tipos de solos e o nome da variável utilizada.

(continua)	
Tipo de solo	Nome da Variável
Areias Quartzosas Hidromórficas	solo1
Areias Quartzosas Marinhas	solo2
Brunizem	solo3
Brunizem Avermelhado	solo4
Cambissolo Distrófico	solo5
Cambissolo Distrófico e Eutrófico	solo6
Cambissolo Eutrófico	solo7
Cambissolo Húmico	solo8
Laterita Hidromórfica Distrófica	solo9
Laterita Hidromórfica Distrófica e Eutrófica	solo10
Laterita Hidromórfica Eutrófica	solo11
Lateritas Hidromórficas Indiscriminadas	solo12
Latossolo Amarelo Distrófico	solo13
Latossolo Bruno Distrófico	solo14
Latossolo Húmico Distrófico	solo15
Latossolo Roxo Distrófico	solo16
Latossolo Roxo Distrófico e Eutrófico	solo17
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	solo18
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico	solo19
Latossolo Vermelho Escuro Distrófico	solo20
Latossolo Vermelho Escuro Distrófico e Eutrófico	solo21
Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico	solo22
Planossolo Distrófico e Eutrófico	solo23
Planossolo Eutrófico	solo24
Planossolo Málico	solo25
Planossolo Solódico	solo26
Podzólico Bruno Acidentado Distrófico	solo27
Podzólico Bruno Acidentado Eutrófico	solo28
Podzólico Plíntico Distrófico	solo29
Podzólico Plíntico Eutrófico	solo30
Podzol	solo31
Regossolo Distrófico	solo32
Regossolo Distrófico e Eutrófico	solo33

Tabela 21 – Correspondência entre os tipos de solos e o nome da variável utilizada.

(conclusão)	
Tipo de solo	Nome da Variável
Regossolo Eutrófico	solo34
Rendzina	solo35
Solo Aluvial Eutrófico	solo36
Solo Arenoquartzoso Profundo	solo37
Solo Bruno não Cálcico	solo38
Solo Concrecionário Laterítico	
Distrófico	solo39
Solo Concrecionário Laterítico	
Distrófico e Eutrófico	solo40
Solo Gley Distrófico e Eutrófico	solo41
Solo Gley Eutrófico	solo42
Solo Litólico Distrófico	solo43
Solo Litólico Distrófico e Eutrófico	solo44
Solo Litólico Eutrófico	solo45
Solo Podzólico Distrófico	solo46
Solo Podzólico Eutrófico	solo47
Solo Salino	solo48
Solonetz - Solodizado	solo49
Solos Aluviais Distróficos e Eutróficos	solo50
Solos Gley Distróficos	solo51
Solos Litólicos Húmicos	solo52
Solos Salinos Indiscriminados	
Costeiros	solo53
Terra Bruna Estruturada Distrófica	solo54
Terra Bruna Estruturada Distrófica e	
Eutrófica	solo55
Terra Roxa Estruturada Distrófica	solo56
Terra Roxa Estruturada Distrófica e	
Eutrófica	solo57
Terra Roxa Estruturada Eutrófica	solo58
Terra Roxa Estruturada Similar	
Distrófica e Eutrófica	solo59
Vertissolo	solo60

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do Mapa de Solos do Brasil.

ANEXO C – Resultados Completos

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0119067* [0.0060855]	0.0005686 [0.0029194]	0.0017775 [0.0057352]	-0.0133743 [0.0099429]
Preço relativo da soja	0.0017775 [0.0057352]	0.2504391* [0.1371848]	0.1083494 [0.3760082]	-0.1446373 [0.3538004]
Preço relativo da cana	0.0005686 [0.0029194]	-0.1896684* [0.1036281]	0.2504391* [0.1371848]	-0.1861697 [0.1424113]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.0133743 [0.0099429]	-0.1861697 [0.1424113]	-0.1446373 [0.3538004]	0.4421418 [0.4689405]
Preço relativo do arrendamento	-0.0776183 [0.096958]	-0.0171457 [0.0411333]	-0.1143828 [0.0805812]	0.2836554** [0.1442372]
Salário médio relativo	-0.5551158*** [0.2112748]	0.0776504 [0.0908492]	-0.0473113 [0.1779887]	0.4782401 [0.3166515]
Caminhões e tratores	-18.73774*** [1.276357]	12.78749*** [0.5444468]	34.72843*** [1.05633]	-52.02721*** [1.89605]
Area média	.3214847*** [0.0028878]	-0.0023621* [0.001217]	0.0348183*** [0.0023832]	0.5805178*** [0.004279]
Renda bruta por hectare - florestas	0.111887 [0.3767515]			
Renda bruta por hectare - cana		0.0054346 [0.0125475]		
Renda bruta por hectare - soja			0.6974536** [0.2757155]	
Renda bruta por hectare - pastagem				1.843688 [1.621812]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.3784184 [0.5343271]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	0.4059809 [0.3365055]			
Preço da cana 2005		-4.120027** [1.930998]		
Preço da cana 2004		3.805718* [1.962799]		
Dummy usinas 2007		5.69665*** [0.5125561]		
Preço da soja 2005			41.70259 [37.56359]	
Preço da soja 2004			92.19324 [82.03136]	
Dummy Amazônia	13.59176*** [2.082487]	0.8190269 [0.8772785]	0.6599568 [1.718208]	-11.44627*** [3.082213]

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy Mata Atlantica	-0.0227638 [0.9854559]	-0.7010226* [0.4152893]	2.557836*** [0.8130007]	-1.482086 [1.460213]
Dummy Caatinga	-0.6453824 [1.291566]	-0.3501442 [0.5445271]	0.6061422 [1.066653]	2.635415 [1.914911]
Dummy cerrado	4.608545*** [1.031793]	0.4780115 [0.4359801]	0.1030708 [0.852731]	-5.929946*** [1.529497]
Dummy pantanal	-32.96695*** [5.219715]	-0.8126693 [2.20868]	-11.13943*** [4.31192]	45.75095*** [7.740026]
Dummy Pampa	-7.254711*** [2.184142]	-1.11716 [0.9229548]	0.8636933 [1.807656]	5.457938* [3.244504]
Dummy AC	29.70014*** [3.927419]	1.507833 [1.652472]	1.704275 [3.233834]	-33.10557*** [5.789059]
Dummy AM	7.193897** [3.301994]	0.9449915 [1.401513]	0.2740263 [3.419508]	-18.57932*** [4.866803]
Dummy RR	23.94544*** [6.392152]	0.0851269 [2.701777]	-9.004134* [5.270576]	-14.3885 [9.46197]
Dummy PA	4.985191* [2.582597]	-0.0256097 [1.082415]	-2.813108 [2.146596]	-1.877673 [3.807209]
Dummy AP	58.41694*** [10.50781]	0.7550228 [4.432547]	-9.012275 [8.666954]	-61.42317*** [15.55834]
Dummy TO	7.520292** [3.438207]	-0.7133299 [1.432085]	-7.731809*** [2.811362]	6.401126 [5.03474]
Dummy MA	1.565966 [2.822837]	0.3139789 [1.179817]	-0.8527874 [2.357639]	-2.43139 [4.136226]
Dummy PI	17.31803*** [3.296099]	1.417513 [1.375546]	-0.8505133 [2.697706]	-18.24715*** [4.835911]
Dummy CE	15.62892*** [3.464971]	1.73675 [1.451986]	-3.08001 [2.904099]	-13.08011** [5.096064]
Dummy RN	16.4392*** [3.97627]	0.4763393 [1.785577]	-5.828865 [3.690728]	-15.69567*** [6.056617]
Dummy PB	14.57793*** [3.633534]	2.265246 [1.517297]	-4.568511 [2.983432]	-10.85187** [5.335096]
Dummy PE	13.97303*** [3.543026]	3.448615** [1.483545]	-4.562324 [2.919786]	-13.04214** [5.214456]
Dummy AL	14.11595*** [3.798402]	4.13529*** [1.592796]	-4.010127 [3.139789]	-12.71488** [5.595084]
Dummy SE	15.30162*** [3.846898]	1.760947 [1.615801]	-5.268142* [3.17233]	-8.465279 [5.674965]

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy BA	14.47579*** [3.207422]	2.218701* [1.340429]	-2.015783 [2.626716]	-14.99687*** [4.705808]
Dummy MG	7.013404** [3.108072]	1.552966 [1.296494]	-5.918718** [2.536514]	-1.45713 [4.542439]
Dummy ES	12.76162*** [3.62625]	0.5090666 [1.518534]	-7.6408** [2.968884]	-5.469288 [5.325643]
Dummy RJ	8.198541** [3.933026]	2.174232 [1.653719]	-4.827858 [3.212637]	-2.967922 [5.764692]
Dummy SP	11.59114*** [3.344201]	5.456284*** [1.402728]	-24.03084*** [2.731575]	11.34043** [4.898336]
Dummy PR	13.69292*** [3.339413]	-0.4430591 [1.401361]	-7.96062*** [2.745956]	-2.393659 [4.906814]
Dummy SC	18.03005*** [3.808512]	-1.897242 [1.60273]	-16.73757*** [3.140587]	6.423967 [5.627238]
Dummy RS	17.9778*** [3.502461]	-2.203652 [1.46394]	-11.66202*** [2.870919]	3.366128 [5.144597]
Dummy MS	-23.02373*** [3.857248]	-2.934188* [1.625498]	-15.15288*** [3.185285]	62.38905*** [5.704058]
Dummy MT	38.71152*** [2.931286]	-2.683632** [1.234989]	13.06401*** [2.402636]	-42.92032*** [4.290048]
Dummy GO	-8.179484** [3.36753]	-0.2956632 [1.409048]	-3.505735 [2.758347]	16.76523*** [4.944518]
Altitude	.0035334** [0.0015222]	-0.001975*** [0.0006426]	0.0023861* [0.0012588]	-0.005127** [0.0022583]
Solo1	-0.7334797** [0.3651938]	0.0166788 [0.1539934]	0.1519752 [0.3015218]	0.2055801 [0.541395]
Solo10	0.136021 [0.2690594]	0.0181082 [0.113532]	-0.0967083 [0.2222652]	-0.3370518 [0.3990165]
Solo11	-0.1376035** [0.062084]	0.0117545 [0.0261805]	-0.0498805 [0.0512766]	0.1609148* [0.0920572]
Solo12	0.0485476 [0.0838336]	0.0946128*** [0.0353929]	-0.2332196*** [0.0692391]	0.1627706 [0.1243063]
Solo13	-0.0118315 [0.0244948]	0.0259277** [0.0103363]	-0.0826891*** [0.0202306]	0.0448714 [0.0363116]
Solo14	-0.024913 [0.0603859]	0.0140757 [0.0254579]	-0.1048032** [0.0498519]	0.120817 [0.089514]
Solo15	0.0165278 [0.0456892]	0.0287329 [0.0192791]	-0.0157294 [0.0377516]	-0.0523546 [0.0677719]

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo16	-0.0462621* [0.0246753]	0.0082452 [0.0104062]	0.0239571 [0.0203881]	0.016312 [0.0365866]
Solo17	-0.0684409** [0.0306774]	0.0853589*** [0.0129697]	-0.16129*** [0.0253304]	0.1690725*** [0.0454906]
Solo18	-0.0066962 [0.0193999]	0.0176734** [0.0081837]	-0.0305141* [0.0160291]	-0.0011551 [0.0287734]
Solo19	0.0203038 [0.0628483]	0.0122886 [0.0265275]	-0.032766 [0.0519759]	-0.0172057 [0.0932712]
Solo2	-0.0221404 [0.053044]	-0.0016547 [0.0224058]	-0.1045568** [0.043804]	0.0206461 [0.0786431]
Solo20	-0.0693536*** [0.0217111]	-0.0085357 [0.0091846]	-0.0231587 [0.0179773]	0.066597** [0.0322378]
Solo21	-0.2764299** [0.1388959]	0.0124998 [0.0586494]	-0.5051871*** [0.1147193]	1.029388*** [0.2059607]
Solo22	-0.0043059 [0.0444542]	0.0100713 [0.0187489]	-0.0383452 [0.0367098]	0.0245739 [0.0659117]
Solo23	21.22046 [74.25091]	-9.584693 [31.32333]	6.399053 [61.31765]	-18.20117 [110.1026]
Solo24	0.0474695 [0.0560045]	-0.0003581 [0.0236358]	-0.0833336* [0.0462609]	0.022817 [0.0830521]
Solo25	-.3791094* [0.2057794]	-0.1015644 [0.0867506]	-0.4477592*** [0.1699833]	0.668769** [0.3051245]
Solo26	-0.0314085 [0.0272923]	0.0027813 [0.011513]	-0.0590081*** [0.0225358]	0.0779689* [0.0404644]
Solo27	0.067771 [0.0934745]	-0.0124284 [0.0394221]	-0.100517 [0.0771881]	0.0708664 [0.1385818]
Solo28	-0.1003237* [0.0515551]	0.0160447 [0.0217333]	-0.0455728 [0.0425948]	0.1490613* [0.0764364]
Solo29	0.0102927 [0.0385292]	0.0104302 [0.0162467]	-0.0765411** [0.0318261]	0.0574206 [0.0571352]
Solo3	-0.9279163*** [0.126975]	-0.071769 [0.053524]	-0.4015452*** [0.1048652]	1.111998*** [0.1882732]
Solo30	0.0175676 [0.046269]	-0.001623 [0.0195282]	-0.0587675 [0.0382165]	-0.0058195 [0.0686135]
Solo31	0.039204 [0.0812053]	0.0054299 [0.0343301]	-0.0959399 [0.067083]	-0.019896 [0.1204443]
Solo32	0.1651178 [0.4024487]	0.0497605 [0.1696657]	-0.0797936 [0.3323548]	-0.2654733 [0.5967492]

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo33	-0.0272768 [0.0978857]	0.0143684 [0.0412982]	-0.086346 [0.0808627]	0.1124139 [0.1451738]
Solo34	0.0105499 [0.0324391]	0.000129 [0.0136827]	-0.041195 [0.0267908]	0.0200803 [0.0480993]
Solo35	-0.5282012** [0.2457481]	-0.0271233 [0.1036053]	-0.3542951* [0.2029608]	1.104643*** [0.3643902]
Solo36	-0.0662019 [0.063241]	0.0081388 [0.0266614]	-0.0757395 [0.0522174]	0.0618902 [0.0937598]
Solo37	-0.0081842 [0.0231635]	0.0185136* [0.0097655]	-0.0477279** [0.0191279]	-0.0012119 [0.0343406]
Solo38	-0.0119788 [0.0252392]	0.0054087 [0.0106428]	-0.053154** [0.0208505]	0.0317405 [0.0374345]
Solo39	0.0954163* [0.0499085]	0.0206361 [0.0210735]	-0.0482399 [0.0412345]	-0.1034489 [0.0740158]
Solo4	-0.0380868 [0.0363367]	0.0167958 [0.0153284]	-0.0487507 [0.0300146]	0.061017 [0.053877]
Solo40	-0.0558424 [0.0648238]	0.0167312 [0.0273321]	-0.0705039 [0.0535335]	0.0770031 [0.0961183]
Solo41	-0.0327741 [0.0403735]	0.0199693 [0.0170189]	-0.0326345 [0.0333113]	-0.0769426 [0.059803]
Solo42	-11.70083*** [0.8756276]	0.0825908 [0.3696683]	-4.365579*** [0.7230972]	16.88758*** [1.298303]
Solo43	0.0513615** [0.0242233]	0.0220041** [0.01023]	-0.0616798*** [0.0200088]	-0.0277102 [0.0359177]
Solo44	-0.0242195 [0.0363262]	0.027084* [0.0153004]	-0.0790136*** [0.0299616]	0.0535696 [0.0537831]
Solo45	-0.0320307 [0.0204194]	0.0242275*** [0.0086139]	-0.0350014** [0.0168641]	0.0155241 [0.0302802]
Solo46	-0.0050793 [0.0195831]	0.0148812* [0.0082578]	-0.0756746*** [0.0161741]	0.0648689** [0.0290324]
Solo47	-0.0286128 [0.0187718]	0.0140503* [0.0079153]	-0.0575695*** [0.0155067]	0.065226** [0.0278337]
Solo48	-0.0823256 [0.0579777]	0.0129936 [0.0244366]	-0.0783329 [0.0478482]	0.1029274 [0.085908]
Solo49	-0.0162513 [0.0502045]	0.0119494 [0.0211751]	-0.050506 [0.0414644]	0.0301047 [0.0744283]
Solo5	0.0255118 [0.0307254]	-0.0076108 [0.0129863]	-0.0559508** [0.0254078]	0.0288283 [0.0456069]

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo50	0.0040992 [0.0616226]	0.0020383 [0.0259776]	-0.0542074 [0.0508946]	0.0405834 [0.0913488]
Solo51	0.0912214*** [0.0333674]	0.0073358 [0.0140655]	-0.0784798*** [0.027555]	-0.0501499 [0.0494698]
Solo52	0.0185809 [0.0590961]	0.0139115 [0.0249225]	-0.0263825 [0.0488003]	-0.0569105 [0.0876228]
Solo53	-0.2435091*** [0.0665293]	0.016837 [0.0280121]	-0.0855998 [0.0548726]	0.0410244 [0.0985224]
Solo54	0.1411107* [0.0803167]	0.0102388 [0.033832]	-0.1391529** [0.0662625]	-0.0788218 [0.1189604]
Solo55	0.0864596 [0.0674372]	-0.0475568* [0.0284407]	-0.321027*** [0.0557617]	0.4000127*** [0.099991]
Solo56	0.0206411 [0.0997221]	0.0362362 [0.0420264]	0.0035667 [0.0823449]	-0.0849322 [0.1478349]
Solo57	-0.0513255 [0.0341035]	0.0390115*** [0.014392]	0.0160072 [0.0281796]	-0.0639109 [0.0505719]
Solo58	0.0088401 [0.0264772]	0.0050749 [0.0111697]	-0.0151375 [0.0218674]	-0.0148414 [0.0392619]
Solo59	-0.363744*** [0.0909959]	0.040789 [0.0383621]	-0.2238163*** [0.0751919]	0.5289285*** [0.1349237]
Solo6	2.703197 [51.21029]	-1.0661 [21.5864]	0.433172 [42.28819]	0.8569466 [76.05218]
Solo60	-0.0247259 [0.0538192]	0.0119921 [0.0227045]	-0.0490412 [0.0444448]	0.0735918 [0.0797983]
Solo7	0.0002914 [0.0322187]	0.0167539 [0.0136146]	-0.0663985** [0.0266107]	0.0179951 [0.0477706]
Solo8	0.0445249 [0.0475072]	0.0042289 [0.020044]	-0.070418* [0.0392577]	0.0414176 [0.0704668]
Solo9	-0.1883699*** [0.0427559]	0.0151975 [0.0180338]	-0.1072026*** [0.0353187]	0.2679361*** [0.0634061]
Rios e Lagos	-0.0567019** [0.0275755]	0.0112495 [0.0116313]	-0.0231024 [0.0227757]	0.0158007 [0.040874]
Dummy afloramento de rocha	0.3394598 [0.5358959]	-0.1397741 [0.2258196]	-0.141742 [0.4422349]	-0.0046956 [0.7939352]
Precipitação verão	0.0137404 [0.0093363]	-0.005387 [0.0039299]	-0.0384154*** [0.0076963]	0.0456864*** [0.0138112]
Precipitação inverno	0.0188184** [0.0087321]	0.0024237 [0.0036816]	0.0258919*** [0.0072009]	-0.05916*** [0.0129266]

Tabela 22 – Coeficientes estimados para o Brasil em 2006

(Conclusão)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Temperatura Média	-0.066052*** [0.0209911]	0.0034783 [0.0088614]	0.0075202 [0.0173484]	0.0532339* [0.0311352]
Número de Observações	5030	5030	5030	5030
R- quadrado	0.8451	0.2685	0.3836	0.9008
X quadrado	27435.74	1778.09	3131.98	45665.10
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)=3986.185 Probabilidade 0.0000				

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Tabela 23 – Coeficientes estimados para a Amazônia em 2006

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0942608** [0.0468012]	0.0015268 [0.0029082]	-0.0375137* [0.0205448]	-0.0340367 [0.0554049]
Preço relativo da soja	-0.0375137* [0.0205448]	0.1676445 [0.2845761]	30.301727 [20.118174]	-30.835356** [10.775908]
Preço relativo da cana	0.0015268 [0.0029082]	-0.0568359 [0.0998592]	0.1676445 [0.2845761]	-0.2160451 [0.2357832]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.0340367 [0.0554049]	-0.2160451 [0.2357832]	-30.835356** [10.775908]	70.203195*** [20.31147]
Preço relativo do arrendamento	-0.4287166 [0.6753815]	-0.0479446 [0.0403259]	-0.3900984 [0.2859437]	10.455491* [0.7888816]
Salário médio relativo	-60.619866** [20.82025]	-0.2694383 [0.1798953]	-10.231516 [10.255718]	60.744089** [30.333841]
Caminhões e tratores	-560.03522*** [80.614725]	30.007042*** [0.5229927]	1880.6942*** [30.610768]	-1780.3263*** [100.01939]
Area média	0.4481189*** [0.0115758]	-0.0004985 [0.0006849]	-0.0572791*** [0.0048402]	0.5734031*** [0.0134433]
Renda bruta por hectare - florestas	0.257052 [30.031354]			
Renda bruta por hectare - cana		-0.0015614 [0.018555]		
Renda bruta por hectare - soja			-20.243742 [10.545065]	
Renda bruta por hectare - pastagem				130.41707 [90.891782]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.0789028 [10.383438]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	0.0734274 [0.7964666]			
Preço da cana 2005		0.3103817 [10.982205]		
Preço da cana 2004		-0.8681185 [10.79646]		
Dummy usinas 2007		90.411679*** [0.9965739]		
Preço da soja 2005			-1260.0929 [2910.5798]	
Preço da soja 2004			-1490.1108 [2020.5606]	

Tabela 23 – Coeficientes estimados para a Amazônia em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy cerrado	-100.15966** [40.904343]	0.0993147 [0.2910789]	20.276537 [20.061389]	50.519975 [50.715804]
Dummy pantanal	-390.02342* [210.27086]	-50.790021*** [10.266026]	0.6543454 [80.905473]	200.77959 [240.78052]
Dummy AC	250.22247*** [80.207388]	0.4170497 [0.5076994]	80.681353** [30.596268]	-380.55703*** [90.546624]
Dummy AM	90.346178 [60.777836]	0.3014127 [0.4530921]	140.1424** [70.094741]	-230.37562*** [70.894012]
Dummy RR	120.38831 [120.88266]	-0.3851178 [0.8037651]	10.762701 [50.408188]	-80.887433 [150.01314]
Dummy PA	-0.5705349 [50.124471]	0.3043001 [0.3055204]	30.346288 [20.414827]	-10.370145 [50.951862]
Dummy AP	380.6536* [190.75399]	0.6187987 [10.201529]	190.40501** [80.26128]	-720.20626*** [220.99686]
Dummy TO	-110.8918 [90.517577]	-0.1637923 [0.5680362]	-90.529031** [30.99867]	280.00624** [110.02702]
Dummy MA	-40.709562 [60.292478]	0.2980107 [0.397107]	40.908174 [30.022435]	-10.121831 [70.37158]
Dummy MT	330.47164*** [70.243359]	-0.2949009 [0.503331]	10.096777 [30.449929]	-300.32802*** [80.421047]
Altitude	-0.0203453 [0.0179407]	-0.0007052 [0.0010583]	-0.0223002*** [0.0074815]	0.0696882*** [0.0207728]
Solo1	0.1551046 [0.8694053]	0.0285568 [0.0514461]	0.1296001 [0.3644869]	-10.078421 [10.013914]
Solo10	0.0755099 [0.6676732]	0.0054519 [0.04062]	-0.0498704 [0.2862021]	-0.3694273 [0.7838932]
Solo11	-0.241086* [0.1335155]	0.0053568 [0.0079137]	-0.0477744 [0.0559522]	0.3130151** [0.1556828]
Solo12	-0.315743 [0.2185442]	0.1310916*** [0.0133595]	-0.4512604*** [0.091349]	0.8418415*** [0.2545711]
Solo13	-0.1881872** [0.0873161]	0.0025138 [0.00519]	-0.0696086* [0.0365883]	0.2401223** [0.1018463]
Solo16	-0.3742439* [0.2129647]	0.0192125 [0.0127799]	-0.5297221*** [0.0897449]	0.6414735*** [0.2482847]
Solo17	0.4743338 [10.76584]	-0.0197667 [0.1051259]	-0.0174088 [0.7378906]	-0.7355861 [20.057487]
Solo18	-0.276576*** [0.0967855]	0.0043561 [0.005769]	-0.0732496* [0.0407089]	0.3141684*** [0.1131196]
Solo2	-0.1101855 [0.450942]	0.0028939 [0.0268149]	-0.0854983 [0.1900758]	0.0850781 [0.5259061]

Tabela 23 – Coeficientes estimados para a Amazônia em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo20	-0.3331658 [0.2589837]	0.0613936*** [0.0154244]	0.4545704*** [0.1086826]	-0.6903007** [0.3018222]
Solo21	-0.9991079*** [0.3484988]	0.0366103* [0.020733]	-0.1978183 [0.1462243]	10.384873*** [0.4064842]
Solo26	-30.021937* [10.743054]	0.0182193 [0.1032989]	0.209006 [0.7307273]	20.254016 [20.033788]
Solo29	-0.1719939 [0.1857935]	-0.0015148 [0.0111176]	-0.07547 [0.0786622]	0.248166 [0.2173134]
Solo31	-0.1807631 [0.3570858]	0.0097953 [0.0210548]	0.0120264 [0.1490308]	0.1643447 [0.4160588]
Solo36	-0.2798527* [0.1634236]	0.0075764 [0.0096601]	0.0164984 [0.0682262]	0.1172587 [0.1903683]
Solo37	-0.3268583*** [0.0989563]	0.0151728*** [0.0058521]	-0.0060029 [0.0413478]	0.2511231** [0.1150802]
Solo39	0.1847194 [0.3979358]	0.0114684 [0.0244635]	0.0305223 [0.1671661]	-0.1572186 [0.4639941]
Solo41	-0.2091559** [0.1013683]	0.0049381 [0.0060044]	-0.015801 [0.0427016]	0.1323914 [0.1180528]
Solo42	-50.4099* [20.811094]	-0.0936891 [0.1658399]	0.5625586 [10.181714]	70.028552** [30.274804]
Solo43	-0.0478031 [0.1109698]	0.0102316 [0.0065816]	-0.0051221 [0.046748]	0.0726285 [0.1292743]
Solo44	-0.4610697*** [0.1321388]	-0.0022656 [0.0079635]	-0.0488846 [0.0549285]	0.4955674*** [0.1531762]
Solo46	-0.2861111*** [0.0847204]	0.0070196 [0.0050376]	-0.0139684 [0.0355332]	0.3069165*** [0.0988087]
Solo47	-0.2295979** [0.0926103]	0.0051037 [0.0054902]	-0.0648362* [0.0388394]	0.3166644*** [0.1078718]
Solo48	-0.2617299** [0.1296991]	0.0055886 [0.0077045]	-0.021419 [0.0543536]	0.2478854 [0.1511127]
Solo5	30.501171 [20.84707]	-0.356384** [0.1683077]	0.9401381 [10.187165]	-50.483956* [30.311987]
Solo50	-10.52579 [10.244551]	0.0166347 [0.0733825]	-0.0051475 [0.5194161]	10.430115 [10.449465]
Solo51	-0.1421618 [0.0871499]	0.0048902 [0.0051557]	-0.0128006 [0.0364852]	0.1338179 [0.1015637]
Solo52	-30.201502*** [10.011361]	0.0063307 [0.0597258]	0.27452 [0.4226521]	20.669641** [10.179015]
Solo53	-0.4106113*** [0.1556493]	0.0067879 [0.009204]	0.0240855 [0.0648583]	0.0661765 [0.1809782]

Tabela 23 – Coeficientes estimados para a Amazônia em 2006

(Conclusão)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo58	0.121365 [0.1883961]	0.0041324 [0.0115105]	0.023962 [0.0799158]	-0.306371 [0.2188412]
Solo59	-0.5435487*** [0.1763793]	0.0103731 [0.0104174]	-0.0989142 [0.0742836]	0.633644*** [0.2056029]
Solo60	70.251792 [60.146696]	0.0291311 [0.3662079]	0.2971789 [20.572561]	-60.110232 [70.166841]
Solo7	-0.0922268 [0.2763957]	0.0050218 [0.0164774]	0.0681859 [0.1155339]	0.063104 [0.3222579]
Solo9	-0.4435173*** [0.1113695]	0.0061408 [0.0066614]	0.0065954 [0.0468415]	0.3823254*** [0.1300495]
Rios e Lagos	-0.157341** [0.0740715]	0.0022228 [0.0044597]	0.0420085 [0.0312036]	0.0457744 [0.0865722]
Dummy afloramento de rocha	-20.864573 [20.809024]	-0.0986752 [0.1663226]	-0.5104819 [10.17341]	30.90281 [30.26722]
Temperatura e Precipitação	-0.0014794 [0.0075775]	0.0000922 [0.0004534]	-0.0041875 [0.0031647]	0.0057212 [0.0088224]
Constante	250.0048** [90.846867]	-0.6090166 [0.6886028]	60.497778 [80.291374]	-330.62964*** [110.51642]
Número de Observações	526	526	526	526
R- quadrado	0.8893	0.4566	0.8919	0.8778
X quadrado	4229.22	443.57	4339.43	3784.17
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 449.900 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Tabela 24 – Coeficientes estimados para a Mata Atlântica em 2006

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	-0.0065431* [0.0036699]	0.001561 [0.0031471]	-0.0001371 [0.0029205]	0.005771 [0.0061584]
Preço relativo da soja	-0.0001371 [0.0029205]	0.02798 [0.0919537]	0.4511243* [0.2431654]	-0.1227404 [0.2001529]
Preço relativo da cana	0.001561 [0.0031471]	-0.1392674 [0.1115971]	0.02798 [0.0919537]	-0.0845256 [0.1322729]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	0.005771 [0.0061584]	-0.0845256 [0.1322729]	-0.1227404 [0.2001529]	0.1477341 [0.2927102]
Preço relativo do arrendamento	0.0083725 [0.0588366]	0.0109469 [0.0452615]	-0.1343534*** [0.0389044]	0.0858505 [0.0880131]
Salário médio relativo	-0.3109694** [0.1249148]	-0.0163012 [0.0967969]	0.0073393 [0.0835175]	0.3324478* [0.1880831]
Caminhões e tratores	-80.466659*** [0.9280591]	80.912699*** [0.7129907]	140.27668*** [0.6031117]	-230.57155*** [10.386212]
Area média	0.2754491*** [0.0048225]	0.0334581*** [0.0036911]	0.0127218*** [0.0031393]	0.5669897*** [0.0071793]
Renda bruta por hectare - florestas	-0.0394985 [0.299558]			
Renda bruta por hectare - cana		0.0094338 [0.0110995]		
Renda bruta por hectare - soja			10.010557*** [0.2243354]	
Renda bruta por hectare - pastagem				-10.716972 [10.480396]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.3600514 [0.4182122]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	-0.1039611 [0.2985894]			
Preço da cana 2005		-30.659886* [20.133338]		
Preço da cana 2004		30.658822* [20.209602]		
Dummy usinas 2007		30.839247*** [0.4803896]		
Preço da soja 2005			1430.26* [750.57175]	
Preço da soja 2004			3090.1632*** [810.35157]	

Tabela 24 – Coeficientes estimados para a Mata Atlântica em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy Caatinga	30.021072*** [10.003918]	0.4856393 [0.7655188]	0.7291875 [0.6500733]	-20.773941* [10.490605]
Dummy Pampa	-30.326467** [10.355727]	-0.8983268 [10.036218]	30.009654*** [0.8814963]	20.277226 [20.017357]
Dummy Cerrado	30.447381*** [0.8579257]	10.58383** [0.656204]	-10.504673*** [0.5558475]	-50.261692*** [10.273385]
Dummy RN	-80.639629* [40.947011]	170.08931*** [40.210852]	-150.14449*** [30.924063]	-290.86676*** [80.213222]
Dummy PB	-90.462551*** [30.271194]	120.51491*** [30.072488]	-110.11432*** [20.634738]	-180.09508*** [50.97368]
Dummy PE	-90.026041*** [20.616451]	120.2424*** [20.586063]	-110.05654*** [20.225288]	-190.96271*** [50.031454]
Dummy AL	-100.46923*** [20.776385]	140.21219*** [20.700088]	-100.3722*** [20.450015]	-190.804*** [50.251107]
Dummy SE	-80.309531*** [20.679031]	90.466517*** [20.665189]	-100.56963*** [20.284889]	-160.6921*** [50.172825]
Dummy BA	-50.751979** [20.258385]	80.529737*** [20.322951]	-80.655566*** [10.979367]	-210.83292*** [40.487506]
Dummy MG	-50.014914** [20.042046]	80.555261*** [20.065691]	-60.561747*** [10.781862]	-200.76988*** [40.013104]
Dummy ES	-10.897695 [20.175694]	70.482456*** [20.27288]	-80.056164*** [10.957676]	-240.70448*** [40.420756]
Dummy RJ	-40.855516** [20.266205]	80.697594*** [20.342514]	-50.593065*** [20.008893]	-210.83401*** [40.545182]
Dummy SP	-30.949959* [20.087299]	110.0062*** [20.091764]	-120.59999*** [10.818431]	-190.81971*** [40.068902]
Dummy PR	-20.458464 [10.977183]	70.533108*** [20.202866]	-50.494075*** [10.910877]	-250.11925*** [40.280927]
Dummy SC	-0.0963754 [20.086683]	60.112549*** [20.370816]	-100.88664*** [20.054641]	-190.1031*** [40.584089]
Dummy RS	-0.6016694 [10.90009]	60.020109*** [20.331063]	-50.528377*** [20.011257]	-230.07777*** [40.515921]
Dummy MS	-240.8927*** [20.735012]	-0.2474942 [20.349979]	60.531557*** [20.010591]	110.52747** [40.568361]
Dummy GO	-200.63879*** [30.375807]	0 0	0 0	0 0
Altitude	0.0049384*** [0.0011824]	-0.0029193*** [0.0009032]	0.0019586** [0.0007706]	-0.004741*** [0.0017579]
Solo13	-0.0146027 [0.020247]	0.0259248* [0.0154563]	-0.0257028* [0.0131315]	-0.0189605 [0.0300816]

Tabela 24 – Coeficientes estimados para a Mata Atlântica em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo14	0.0084534 [0.032948]	-0.0015035 [0.0251316]	-0.0485106** [0.0213338]	0.0587933 [0.0489028]
Solo15	0.0256265 [0.0263288]	0.0266251 [0.0200893]	-0.0028664 [0.0170598]	-0.0780639** [0.0390986]
Solo16	-0.029397* [0.0159264]	0.0027376 [0.0121567]	0.0567374*** [0.0103323]	-0.0224531 [0.0236581]
Solo17	-0.0407825* [0.0209416]	-0.0129444 [0.0160087]	-0.0027485 [0.0135702]	0.0758925** [0.0310914]
Solo18	0.026298 [0.0167198]	0.0157096 [0.0127586]	-0.0057066 [0.0108338]	-0.0609874** [0.0248272]
Solo2	0.0294811 [0.0560122]	-0.001285 [0.0426606]	-0.0638951* [0.0362357]	-0.006215 [0.0830465]
Solo20	-0.0427984*** [0.0156466]	-0.0008896 [0.0119702]	0.005911 [0.0102314]	0.0092105 [0.0233158]
Solo22	0.070752 [0.0498409]	-0.0050938 [0.0380524]	0.006454 [0.0322862]	-0.0528603 [0.0740118]
Solo23	220.88706 [380.57616]	-70.879722 [290.46756]	-40.09671 [240.99208]	-100.98476 [570.30535]
Solo24	0.0182133 [0.0769027]	-0.0306124 [0.0587341]	-0.1290711*** [0.049891]	0.0108494 [0.1141884]
Solo26	0.0238553 [0.0249401]	-0.0193235 [0.0190502]	-0.0261044 [0.0161885]	0.0131446 [0.0370603]
Solo27	0.0686852 [0.0494248]	-0.0087699 [0.0377394]	-0.0401893 [0.0320222]	-0.0211524 [0.0733843]
Solo28	-0.0395786 [0.0385205]	-0.0007714 [0.0293917]	-0.0833319*** [0.0249756]	0.0972516* [0.0572104]
Solo29	-0.0085404 [0.0507438]	0.0125285 [0.0388456]	-0.0425782 [0.0330732]	0.0150387 [0.075637]
Solo30	0.030393 [0.0426042]	-0.0749488** [0.0325285]	-0.0104878 [0.027698]	0.0375463 [0.0633]
Solo31	0.1397129*** [0.0492239]	0.0037406 [0.0376533]	-0.0154657 [0.0319012]	-0.2202233*** [0.0731433]
Solo33	0.2557446 [0.3714231]	0.0405122 [0.283406]	0.0259797 [0.2406445]	-0.3155458 [0.5516678]
Solo34	0.0109381 [0.0335416]	-0.0250171 [0.0256155]	-0.0104596 [0.0217688]	0.0158907 [0.0498492]
Solo37	-0.0211085 [0.0289521]	0.0002938 [0.0220924]	-0.0594779*** [0.0187806]	0.0242722 [0.0430014]
Solo38	0.0436195 [0.037411]	-0.0438354 [0.028551]	-0.0100579 [0.0242401]	-0.0327396 [0.0555676]

Tabela 24 – Coeficientes estimados para a Mata Atlântica em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo4	-0.023504 [0.0262395]	0.0167018 [0.0200269]	-0.0099763 [0.0169957]	0.015821 [0.0389331]
Solo41	10.041674 [10.489118]	-0.1482749 [10.136233]	0.0199504 [0.9645171]	-20.464308 [20.211206]
Solo43	0.0404904 [0.0327164]	0.0065521 [0.0249499]	0.0279096 [0.021206]	-0.1117927** [0.0485627]
Solo44	0.0188421 [0.0369715]	0.031843 [0.0282064]	-0.0532164** [0.0239639]	-0.0314239 [0.0548779]
Solo45	0.0008792 [0.0154796]	0.0244999** [0.0118201]	-0.0381049*** [0.0100359]	-0.0062429 [0.0229944]
Solo46	0.0357043** [0.0157337]	0.0101956 [0.011992]	-0.0241853** [0.0101898]	-0.0343804 [0.0233357]
Solo47	0.005737 [0.0161909]	0.0129285 [0.0123518]	-0.0246342** [0.0105056]	-0.0078257 [0.0240457]
Solo49	0.0207788 [0.0700947]	0.0163381 [0.0535015]	-0.0013655 [0.0454442]	-0.0355527 [0.104145]
Solo5	0.1071838*** [0.0208052]	-0.0050122 [0.0158786]	-0.0158869 [0.0134814]	-0.1046557*** [0.0308924]
Solo50	-0.0389079 [0.1012643]	-0.0136626 [0.0773068]	-0.0346284 [0.065645]	0.019511 [0.1504601]
Solo51	-0.0129385 [0.0411722]	0.0199503 [0.0314634]	-0.1601515*** [0.0267136]	0.1582107*** [0.0611381]
Solo52	0.0743509** [0.0330792]	-0.0003209 [0.0252485]	0.0223103 [0.0214279]	-0.1186345** [0.0491208]
Solo53	0.0255487 [0.0835758]	-0.0021574 [0.0637907]	-0.0738019 [0.0541583]	-0.0168937 [0.1241442]
Solo54	0.1739452*** [0.0431843]	-0.0040925 [0.0328658]	-0.0755545*** [0.0279228]	-0.1533312** [0.0639505]
Solo55	0.0554852 [0.0361116]	-0.0331299 [0.0275746]	-0.1868342*** [0.0235166]	0.2207424*** [0.0536463]
Solo56	0.0327273 [0.0532154]	0.0170006 [0.040582]	-0.0481768 [0.0344954]	-0.0275052 [0.0790287]
Solo57	-0.0217416 [0.0199383]	0.0301541** [0.015227]	-0.0115723 [0.0129309]	-0.0358288 [0.0296042]
Solo58	-0.0088118 [0.0192056]	0.0062861 [0.0146378]	0.0271703** [0.0124388]	-0.0362964 [0.0285009]
Solo6	10.285141 [260.57582]	-10.960412 [200.27501]	10.148484 [170.2154]	60.810038 [390.66457]
Solo60	-0.0481293 [0.070044]	0.0010068 [0.0535439]	-0.0683985 [0.0454099]	0.134215 [0.1040775]

Tabela 24 – Coeficientes estimados para a Mata Atlântica em 2006

(Conclusão)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo7	0.0536376 [0.038428]	0.0124149 [0.0293199]	-0.0264977 [0.0248938]	-0.0631963 [0.0570376]
Solo8	0.0630743** [0.0265874]	-0.0002024 [0.0203013]	-0.0399903** [0.0172603]	0.000365 [0.0395119]
Rios e Lagos	-0.0264325 [0.0283012]	0.0282443 [0.0215945]	0.0267737 [0.0183415]	-0.0793422* [0.0420414]
Dummy afloramento de rocha	-0.0203726 [0.4433886]	-0.5918248* [0.3386303]	-0.1509259 [0.2874076]	0.2617627 [0.6582228]
Precipitação verão	-0.023205*** [0.008556]	-0.0008875 [0.0065215]	-0.0387054*** [0.0055613]	0.0547602*** [0.0126925]
Precipitação inverno	0.0614151*** [0.0104922]	0.0065708 [0.0080232]	0.0328241*** [0.0068238]	-0.1130191*** [0.0156035]
Temperatura Média	-0.0475035** [0.0196098]	-0.0118357 [0.0149788]	0.0208286 [0.0127293]	0.0808694*** [0.0291456]
Constante	.	-90.810223*** [20.611963]	-10.321905 [30.183876]	260.41887*** [50.003968]
Número de Observações	2649	2649	2649	2649
R- quadrado	0.6358	0.2584	0.4938	0.8380
X quadrado	6063.41	868.84	2576.56	13704.85
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 1656.291 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Tabela 25 – Coeficientes estimados para o Cerrado em 2006

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0068445 [0.0145514]	0.0054151 [0.0084999]	0.0155091 [0.0192924]	-0.0355761 [0.0296961]
Preço relativo da soja	0.0155091 [0.0192924]	0.4217457 [0.4402311]	-10.168518 [10.561827]	-0.2094554 [10.412291]
Preço relativo da cana	0.0054151 [0.0084999]	0.0605251 [0.3117066]	0.4217457 [0.4402311]	-0.8492265* [0.4832031]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.0355761 [0.0296961]	-0.8492265* [0.4832031]	-0.2094554 [10.412291]	20.877431 [10.844159]
Preço relativo do arrendamento	-0.092162 [0.4159153]	-0.1785563 [0.2071518]	-0.2153248 [0.4590747]	0.8872733 [0.73455]
Salário médio relativo	-0.256027 [0.4624934]	0.2380149 [0.2325926]	0.0204462 [0.5189923]	0.0671882 [0.8225255]
Caminhões e tratores	-200.88954*** [20.404482]	180.42926*** [10.211589]	510.40634** [20.646119]	-780.84603*** [40.233455]
Area média	0.3327485*** [0.0052857]	-0.0095958*** [0.0026285]	* [0.0058026]	0.5722894*** [0.0093053]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	-50.074559*** [10.933372]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	30.501762** [10.611982]			
Renda bruta por hectare - florestas	0.0575121 [10.951047]			
Renda bruta por hectare - cana		-0.076323 [0.0611898]		
Renda bruta por hectare - soja			0.1928914 [0.7232395]	
Renda bruta por hectare - pastagem				-0.0036635 [30.641893]
Preço da cana 2005		-170.68162*** [60.242148]		
Preço da cana 2004		130.07363** [60.612156]		
Dummy usinas 2007		50.697335*** [10.165049]		
Preço da soja 2005			370.65089 [590.96438]	
Preço da soja 2004			-300.61967 [1900.301]	

Tabela 25 – Coeficientes estimados para o Cerrado em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Dummy Caatinga	-20.432991 [30.196557]	10.214291 [10.584789]	10.487023 [30.508304]	-0.0228633 [50.624533]
Dummy Amazônia	90.142594*** [30.495545]	0.9961641 [10.724451]	70.32102* [30.804242]	-130.99778** [60.097417]
Dummy Mata Atlantica	10.194328 [20.460505]	-30.729384*** [10.222945]	50.83517** [20.698069]	-40.782453 [40.326183]
Dummy pantanal	-20.498098 [90.293444]	-20.017161 [40.690081]	-30.826403 [100.19383]	-10.680945 [160.35064]
Dummy PA	-560.5861** [240.9241]	-0.178271 [120.13457]	130.00298 [260.91527]	480.58154 [430.13171]
Dummy TO	-360.5208 [240.20338]	-10.910852 [110.51855]	30.809198 [250.53839]	400.20735 [400.94445]
Dummy MA	-410.03517* [240.28382]	0.0363591 [110.57718]	90.507929 [250.68009]	320.88358 [410.14782]
Dummy PI	-230.49843 [240.51003]	-0.7255417 [110.66472]	120.11371 [250.84771]	150.76253 [410.4553]
Dummy BA	-230.66168 [240.23946]	0.727424 [110.55228]	130.66548 [250.58003]	110.56531 [410.02286]
Dummy MG	-420.16149* [240.1628]	10.939561 [110.50533]	-10.64653 [250.50805]	470.99311 [400.89086]
Dummy SP	-360.16963 [240.32516]	90.381033 [110.60556]	-380.23746 [250.70905]	770.13086* [410.22821]
Dummy PR	-100.18222 [260.31918]	40.058214 [120.59062]	-240.27261 [270.86103]	340.47133 [440.67895]
Dummy MS	-800.92022*** [240.43197]	-20.086055 [110.67171]	-190.37413 [250.85273]	1330.5905*** [410.46403]
Dummy MT	-370.64123 [240.17631]	-30.082933 [110.52745]	230.70383 [250.50912]	220.06512 [400.91709]
Dummy GO	-550.17446** [240.11439]	0.219778 [110.50303]	30.947966 [250.49438]	570.51728 [400.88401]
Altitude	0.0153493*** [0.0054025]	-0.0078238*** [0.0026908]	0.0123527** [0.0059396]	-0.0249997*** [0.0094939]
Solo1	-20.36043** [0.9759977]	0.0420217 [0.4840972]	0.1566246 [10.069985]	20.124501 [10.716182]
Solo10	0.0021935 [0.4019403]	0.1074046 [0.1997691]	-0.1028119 [0.441437]	-0.4083404 [0.7076297]
Solo11	-0.0914344 [0.2017397]	0.0191382 [0.0996736]	-0.0343838 [0.2208434]	0.0304144 [0.3542231]
Solo12	-0.0567797 [0.133565]	0.1260251* [0.0663344]	-0.4122458*** [0.1464846]	0.5653614** [0.2349]

Tabela 25 – Coeficientes estimados para o Cerrado em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo13	0.2224836** [0.0944926]	0.0244975 [0.0468428]	-0.0722837 [0.103932]	-0.2152057 [0.1660217]
Solo16	0.130928 [0.1033098]	0.0229626 [0.0512469]	0.0815955 [0.1135134]	-0.3516631* [0.1817849]
Solo17	-0.0827044 [0.0587571]	0.1306344*** [0.0293919]	-0.270461*** [0.0645699]	0.2347765** [0.1034899]
Solo18	0.0162079 [0.0453947]	0.0412593* [0.0225398]	-0.0371444 [0.0498651]	-0.0708002 [0.0799378]
Solo19	-0.2984965 [0.543562]	0.0141233 [0.2690336]	-0.1337972 [0.5955652]	0.5114366 [0.9554361]
Solo2	0.0564478 [0.2529404]	0.0434376 [0.1252411]	-0.1264926 [0.2773538]	0.045633 [0.4448569]
Solo20	-0.0414359 [0.046064]	0.0065455 [0.0229855]	-0.0173882 [0.0506569]	0.0266069 [0.0811142]
Solo21	10.487833*** [0.5053349]	0.002529 [0.2492243]	-0.6555037 [0.5518812]	-0.5697983 [0.8848269]
Solo22	0.1205812 [0.1699461]	0.0680581 [0.0843056]	0.0927817 [0.1866305]	-0.3435957 [0.2989675]
Solo26	-130.82299*** [40.526337]	0.3044166 [20.240893]	-20.195418 [40.9643]	220.30755*** [70.961541]
Solo29	0.0627102 [0.0792908]	0.0450255 [0.0392824]	-0.102699 [0.0870507]	-0.0366326 [0.1395868]
Solo31	-40.691951 [60.673346]	-0.9794717 [30.310802]	-80.287091 [70.324051]	230.21441** [110.74023]
Solo33	-100.9077*** [10.780303]	0.1015185 [0.8855912]	0.0445781 [10.950449]	80.86339*** [30.128766]
Solo34	30.742077* [20.009772]	-0.4056182 [0.9941006]	20.367903 [20.199325]	-50.877773* [30.525944]
Solo35	-100.71194*** [10.628047]	0.6073926 [0.8083331]	-10.938663 [10.787038]	110.25567*** [20.863807]
Solo36	130.56542*** [50.022625]	0.1811583 [20.491977]	-30.056934 [50.508204]	-140.81568* [80.834142]
Solo37	0.0526715 [0.0491176]	0.0325146 [0.0243441]	-0.0341043 [0.0539003]	-0.1359373 [0.0864245]
Solo39	0.1219634 [0.0865508]	0.0389988 [0.0430326]	-0.0142925 [0.095087]	-0.2365638 [0.1523924]
Solo4	0.0569134 [0.3689202]	0.0915256 [0.1826846]	0.0759708 [0.4045924]	-0.262641 [0.6489558]
Solo40	-0.0254658 [0.1116459]	0.0430782 [0.0552832]	-0.1144995 [0.122408]	0.0187832 [0.1963653]

Tabela 25 – Coeficientes estimados para o Cerrado em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Solo41	-0.0858008 [0.2456245]	0.0442053 [0.1217573]	-0.0866074 [0.2693385]	-0.1568793 [0.4319107]
Solo42	-10.66759 [10.59039]	0.3507434 [0.7941444]	-20.764396 [10.742401]	40.708466* [20.79307]
Solo43	0.0163414 [0.0560918]	0.0441977 [0.0280451]	-0.030721 [0.0615622]	-0.1110333 [0.0986818]
Solo44	0.072404 [0.1206298]	0.0414626 [0.0597661]	-0.1252577 [0.1323084]	-0.0231091 [0.2121672]
Solo45	0.0256668 [0.1470309]	0.092565 [0.0730776]	-0.0472103 [0.1611909]	-0.2722717 [0.2585796]
Solo46	-0.0130159 [0.0506662]	0.0290496 [0.0251349]	-0.0908689 [0.0556167]	0.0700172 [0.089112]
Solo47	-0.0319458 [0.0457162]	0.0395144* [0.0226623]	-0.0589428 [0.0501935]	0.0331962 [0.0804314]
Solo48	-0.0190343 [0.2758516]	0.0298968 [0.1365851]	-0.1640026 [0.3025292]	0.4078262 [0.4852499]
Solo49	0.135529 [0.1759915]	0.0579807 [0.0871423]	0.0126855 [0.1928447]	-0.2382143 [0.3092896]
Solo5	-0.0281928 [0.0779333]	0.0167636 [0.0387052]	-0.1124563 [0.0855549]	0.102392 [0.1371909]
Solo50	-0.0543948 [0.1031665]	0.0203272 [0.0509467]	-0.0593544 [0.1129554]	0.057853 [0.1809446]
Solo51	0.285712*** [0.0774633]	0.0276657 [0.0383864]	-0.2023197** [0.0849745]	-0.2035088 [0.1362403]
Solo52	-0.4055157 [0.2641531]	0.0618761 [0.1316357]	0.3176746 [0.2904968]	-0.0319042 [0.46549]
Solo53	-0.31727** [0.1600339]	0.0657968 [0.0791615]	-0.2199423 [0.1753767]	-0.2481564 [0.2814275]
Solo58	0.0057345 [0.0691308]	0.0321245 [0.0342883]	0.1545429** [0.0758018]	-0.2907797** [0.1215998]
Solo59	200.20488*** [20.610759]	-0.4718808 [10.301745]	0.378722 [20.861824]	-170.32801*** [40.588784]
Solo60	-10.626348 [10.799608]	-0.0451826 [0.8933967]	-0.4559521 [10.97416]	20.96957 [30.165767]
Solo7	-0.255057 [0.1701954]	0.0727017 [0.0843547]	-0.1817255 [0.1867021]	0.3388787 [0.2993487]
Solo8	920.90917* [520.07413]	150.81904 [250.78724]	-350.40947 [570.05597]	-830.85613 [910.52188]
Solo9	-0.1523631 [0.1086946]	0.0332141 [0.0539322]	-0.2604498** [0.1193764]	0.4440415** [0.191329]

Tabela 25 – Coeficientes estimados para o Cerrado em 2006

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Rios e Lagos	-0.0464424 [0.0996026]	0.037152 [0.0494248]	-0.1857586* [0.1093698]	0.2097907 [0.1753087]
Dummy afloramento de rocha	-0.4631362 [10.594567]	-0.703364 [0.7894926]	0.1095386 [10.747475]	20.486415 [20.803373]
Temperatura e Precipitação	-0.009288 [0.00568]	-0.0025194 [0.0028185]	-0.0090879 [0.0062436]	0.0242236** [0.0100026]
Precipitação Outono	0.034247 [0.0374444]	-0.0218093 [0.0185144]	0.1252093*** [0.0410083]	-0.1752249*** [0.0658085]
Constante	360.51506 [240.9204]	-0.0126909 [110.88639]	-80.522456 [260.50384]	-290.83619 [420.13874]
Número de Observações	1287	1287	1287	1287
R- quadrado	0.8799	0.3776	0.4576	0.9177
X quadrado	9436.81	782.37	1088.99	14347.42
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 1071.687 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Tabela 26 – Coeficientes estimados para a Caatinga em 2006

(continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	0.0260231*** [0.0083801] -0.0016841	0.0004237 [0.0028065] 0.0132986	-0.0016841 [0.0014193] 0.0116147	-0.0220694** [0.0107011] -0.0035136
Preço relativo da soja	[0.0014193] 0.0004237	[0.0302674] 0.0097393	[0.0381579] 0.0132986	[0.037796] -0.0098183
Preço relativo da cana	[0.0028065]	[0.0719989]	[0.0302674]	[0.0624046]
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	-0.0220694** [0.0107011] 0.013126	-0.0098183 [0.0624046] -0.0251711	-0.0035136 [0.037796] 0.0022081	0.0847363 [.1982018] 0.0545568
Preço relativo do arrendamento	[0.0652935] -1.503002**	[0.0176578] -0.0873782	[0.0087088] .2012212**	[0.0704715] 1.591388**
Salário médio relativo	[.6027166] -12.35556**	[.2002212] 28.29798***	[.1002439] 2.160232***	[.7513434] -290.08089***
Caminhões e tratores	[5.571211] .3731478***	[1.55273] -0.0019106	[.7562517] 0.00575***	[6.168477] .4772032***
Area média	[0.0075481] -0.1124094	[0.0020797]	[0.0010272]	[0.0083234]
Renda bruta por hectare - florestas	[.3007461]			
Renda bruta por hectare - cana		0.0117595 [0.0150528]		
Renda bruta por hectare - soja			.8946371*** [.1359429]	
Renda bruta por hectare - pastagem				-1.368442 [3.529196]
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	0.5450382 [1.229893]			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	-0.6059506 [10.021677]			
Preço da cana 2005		-1.854368 [1.336695] 20.096873		
Preço da cana 2004		[1.334837] 6.476401***		
Dummy usinas 2007		[.6337686]		
Preço da soja 2005			-46.82113 [58.97657] -170.3008**	
Preço da soja 2004			[74.89245]	
Dummy Mata Atlantica	0.0584948 [.5807238] 6.362036***	-0.0553734 [.158306] 0.0780739	0.0363908 [0.0781026] .5586959***	0.6706587 [.6372405] -6.468321***
Dummy cerrado	[.9739614] 0.0015839	[.2658672] 0.0002108	[.1317145] 0.0002078	[10.064432] -0.0047531***
Altitude	[0.0010053] -0.0437968	[0.0002772] -0.0076081	[0.0001364] -0.0022696	[0.0010979] 0.0154662
Solo13	[0.030509] -0.0314727*	[0.0083477] -0.0034249	[0.0041452] 0.0000685	[0.0333061] 0.0364588*
Solo18	[0.0190535] 0.0003055	[0.0052017] -0.0073109	[0.002573] -0.0019913	[0.0208066] 0.0155482
Solo19	[0.0305403]	[0.0083337]	[0.0041205]	[0.0333577]

Tabela 26 – Coeficientes estimados para a Caatinga em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	-0.0220666	-0.0116629	0.0001249	-0.0579202
Solo2	[0.0327079]	[0.0089886]	[0.0044237]	[0.0357631]
	-0.0913531	0.0167356	-0.0080509	0.0161436
Solo20	[.1170506]	[0.0320023]	[0.0159222]	[.1279394]
	-0.016157	-0.0120697*	-0.0011448	0.0254984
Solo22	[0.0237676]	[0.0065055]	[0.0032134]	[0.0259936]
	0.0151762	-0.0019532	0.0012281	-0.0226471
Solo24	[0.0298452]	[0.0081717]	[0.0040201]	[0.03251]
	-0.0549893***	-0.0029403	-0.0008778	0.0566644***
Solo26	[0.0198769]	[0.0054284]	[0.002685]	[0.0217187]
	-0.0254288	-0.0092464	0.0004147	-0.0058108
Solo29	[0.0294943]	[0.0080656]	[0.0039861]	[0.0322078]
	-0.0084117	-0.0069913	-0.0001469	-0.0266155
Solo30	[0.0251937]	[0.0068862]	[0.0034026]	[0.0275292]
	-0.0622707	-1.257009***	-0.0072165	0.0905945
Solo31	[0.0940564]	[0.0292704]	[0.0126436]	[.1024016]
	0.0960279	0.0170772	-0.0059639	-0.1762318
Solo32	[.1623198]	[0.0442783]	[0.0219012]	[.1773085]
	-0.0001732	-0.0081157	-0.0001505	0.0024927
Solo33	[0.0439441]	[0.0119935]	[0.0059256]	[0.047998]
	-0.0169033	-0.004705	-0.0016189	0.0330106
Solo34	[0.0211486]	[0.0057812]	[0.0028584]	[0.0231086]
	.2336574**	-0.0272729	-0.0003334	-.2001405*
Solo35	[.1096475]	[0.0299478]	[0.0147943]	[.1198639]
	-0.0715614*	-0.0006735	-0.003759	0.0411412
Solo36	[0.0410691]	[0.0112288]	[0.0055596]	[0.0448696]
	-0.015399	-0.0005374	-0.0005048	0.0059727
Solo37	[0.0207796]	[0.0056835]	[0.002809]	[0.0227199]
	-0.0390074**	-0.0041187	-0.0021075	0.0391662*
Solo38	[0.0191106]	[0.0052204]	[0.0025846]	[0.0208934]
	-0.0327328	-0.0082693	-0.0004748	0.0783733**
Solo39	[0.0319737]	[0.0087518]	[0.0043712]	[0.0349935]
	-0.0115987	0.005231	0.0009421	-0.0023124
Solo4	[0.0233221]	[0.006371]	[0.00315]	[0.0254925]
	-0.0686735**	0.0015431	-0.001817	0.0323929
Solo40	[0.0333127]	[0.0091291]	[0.0045188]	[0.0363933]
	-.2005267**	-0.0082174	-0.0041202	-0.061767
Solo41	[0.0791708]	[0.0216044]	[0.0108263]	[0.0863133]
	-0.0113801	-0.000353	-0.0024034	0.0024147
Solo43	[0.0200756]	[0.0055184]	[0.0027222]	[0.0219658]
	0.0285876	-0.03913	-0.0154939	0.1251497
Solo44	[0.0983387]	[0.0271867]	[0.0132368]	[.1071807]
	-0.0437604**	-0.0004408	-0.0008663	0.0485039**
Solo45	[0.0192423]	[0.0052614]	[0.0025984]	[0.0210218]
	-0.0089556	0.0163992**	-0.0015074	-0.0263803
Solo46	[0.0245467]	[0.0067053]	[0.0033069]	[0.0267764]
	-0.0283307	-0.0007305	-0.0008044	0.0243254
Solo47	[0.0181341]	[0.0049627]	[0.0024528]	[0.0198321]
	0.0580124	-0.0368809*	0.0008219	-0.0476575
Solo48	[0.0777204]	[0.0212035]	[0.0105075]	[0.0849979]
	-0.0742546***	-0.0036205	-0.0013138	0.0634263**
Solo49	[0.0274825]	[0.0074954]	[0.0036971]	[0.0298956]

Tabela 26 – Coeficientes estimados para a Caatinga em 2006

(Conclusão)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	-1.1077342*** [0.0343446]	-0.0272211*** [0.0093347]	-0.0115628** [0.0046733]	.1691321*** [0.0371968]
Solo50	-0.080414 [.2270233]	0.0387585 [0.0620734]	-0.0092411 [0.0306417]	0.1900749 [.24801]
Solo53	-0.0244577 [0.0271255]	0.0025016 [0.0074156]	0.0004066 [0.0036629]	0.0312227 [0.0297252]
Solo58	-0.0371607 [0.0285058]	-0.0036697 [0.007787]	-0.0006607 [0.003847]	0.0394376 [0.0311626]
Solo60	-0.0259984 [0.0222571]	-0.0199501*** [0.00614]	-0.0028121 [0.0030173]	0.0182025 [0.0243619]
Solo7	-1.1356356*** [0.0449443]	-0.0090199 [0.0123371]	-0.0042756 [0.0060783]	.1262649** [0.0491058]
Solo9	-0.0185536 [0.0298175]	-0.000278 [0.0081517]	-0.0018894 [0.0040276]	0.011323 [0.0325883]
Rios e Lagos	0.2451389 [.3572544]	-0.0772361 [0.097375]	-0.0253459 [0.0481669]	0.2313275 [.3890148]
Dummy afloramento de rocha	7.641072*** [1.760005]	-0.1243646 [.4863692]	-0.3224468 [.4259588]	-2.704554 [1.922384]
Dummy PI	50.007055*** [1.871014]	-0.2811971 [.5127933]	-1.130108 [10.039443]	0.6811244 [20.042667]
Dummy CE	30.03475 [20.084157]	-0.795139 [.5983334]	-0.440577 [.3711547]	1.46503 [2.28716]
Dummy RN	4.668819** [1.991442]	-0.0976424 [.5480746]	-0.1212455 [.3266603]	2.11375 [2.178344]
Dummy PB	4.533557** [1.988562]	-0.1048661 [.5479971]	-0.0960314 [.327335]	0.5928034 [2.169573]
Dummy PE	4.101066* [2.122399]	0.8546337 [.5842097]	-0.7979352 [.7668053]	1.373423 [2.315641]
Dummy AL	40.027974* [2.184118]	-0.178458 [.5982701]	-0.04157 [.347793]	3.309868 [2.364467]
Dummy SE	2.987694 [1.919825]	-0.0903889 [.5253787]	-0.3319758 [.3577687]	4.439988** [20.095416]
Dummy BA	0.3551374 [2.226676]	-1.303797** [.6228861]	-9.9663679** [.3974601]	9.163587*** [2.433594]
Dummy MG	0.0003612 [0.0086387]	0.0028339 [0.0023676]	-0.0005713 [0.0011634]	0.0144741 [0.0094009]
Precipitação verão	0.0053644 [0.0065936]	0.0025252 [0.0018168]	0.0000434 [0.0008927]	-0.0107037 [0.0071819]
Precipitação inverno	-0.0155856 [0.0129455]	-0.0064617* [0.0035463]	-0.0002013 [0.0017552]	0.0100666 [0.0141397]
Temperatura Média	-3.769944 [2.730704]	-0.1493216 [.7598391]	4.126665* [2.480398]	-2.647769 [2.987037]
Constante	[2.730704]	[.7598391]	[2.480398]	[2.987037]
Número de Observações	1172	1172	1172	1172
R- quadrado	0.7553	0.3788	0.1359	0.8079
X quadrado	3622.57	7070.03	7070.03	4927.8
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 699.859 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Tabela 27 – Coeficientes estimados para o Pampa em 2006

(Continua)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	0.0457671**	0.0006364*	0.0401249	-0.048251
Preço relativo da silvicultura e extração vegetal	[0.0205485]	[0.0003821]	[0.0294225]	[0.0365355]
	0.0401249	0.0548141	-4.619788	6.430192**
Preço relativo da soja	[0.0294225]	[0.0620352]	[4.730264]	[2.886691]
	0.0006364*	-0.1080779***	0.0548141	-0.0066778
Preço relativo da cana	[0.0003821]	[0.0314517]	[0.0620352]	[0.038485]
	-0.048251	-0.0066778	6.430192**	-7.288931***
Preço relativo de cabeças vendidas e abatidas	[0.0365355]	[0.038485]	[2.886691]	[2.6596]
	-0.8431636	0.0217866	-4.292377***	5.758785***
Preço relativo do arrendamento	[1.265344]	[0.0197223]	[1.58632]	[20.063902]
	3.257928**	0.009972	20.039408	-7.290054***
Salário médio relativo	[1.279974]	[0.0210749]	[1.604041]	[20.089249]
	-6.458683**	-0.0543742	28.33181***	-48.23717***
Caminhões e tratores	[2.748152]	[0.0422688]	[3.242191]	[4.492417]
	0.0695401***	-0.0001192	-0.0434141***	0.8277711***
Area média	[0.0115463]	[0.0001807]	[0.0139528]	[0.0188707]
	-0.6792144			
Renda bruta por hectare - florestas	[0.7265041]			
		0.0041927*		
Renda bruta por hectare - cana		[0.0023293]		
			4.890495**	
Renda bruta por hectare - soja			[1.992797]	
				-4.251456
Renda bruta por hectare - pastagem				[11.98966]
	-1.99177			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2000	[3.32215]			
	0.6692616			
Preço da silvicultura e extração vegetal 2001	[20.006478]			
		-0.5602091		
Preço da cana 2005		[0.3619104]		
		1.24828***		
Preço da cana 2004		[0.4403857]		
			445.93	
Preço da soja 2005			[325.1391]	
			-35.60248	
Preço da soja 2004			[493.3273]	
	-1.672815	0.0510673	2.797444	-2.209576
Dummy Mata Atlantica	[1.996798]	[0.0324783]	[2.392152]	[3.28021]

Tabela 27 – Coeficientes estimados para o Pampa em 2006

(Continuação)

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
	-0.0016354	-0.0001334	0.0353506***	-0.0153849*
Altitude	[0.0052459]	[0.0000875]	[0.0065634]	[0.0087125]
	0.0086684	0.000215	0.0562845	-0.0063792
Solo16	[0.0404129]	[0.0006435]	[0.0514177]	[0.0657023]
	0.0555037	-0.0004885	-0.0942119	-0.002132
Solo2	[0.0575365]	[0.000872]	[0.0688297]	[0.0921973]
	0.0090762	0.000037	0.0290745	-0.1237896
Solo20	[0.0518806]	[0.0007971]	[0.0616982]	[0.0840281]
	0.1540371**	0.0009027	-.2128652***	-0.0478307
Solo24	[0.0653242]	[0.0010113]	[0.0782979]	[.1051148]
	-0.0650351	-0.001643	-0.0608944	0.129175
Solo25	[0.0945142]	[0.0015018]	[0.1204687]	[0.1546758]
	-0.0008826	0.0001337	-0.0920409***	.1157842**
Solo28	[0.0282752]	[0.0004303]	[0.0342587]	[0.0450539]
	-.1019143*	-0.0005569	-.1874453***	0.2767379***
Solo3	[0.0593446]	[0.0009153]	[0.0709872]	[0.0960875]
	-0.0009082	0.0009661	.1880398***	-0.1882154
Solo43	[0.0606386]	[0.0009695]	[0.0710885]	[0.097233]
	.1064842***	-0.000407	-.1083571***	-0.0705164
Solo44	[0.035227]	[0.0005562]	[0.0420137]	[0.0571084]
	-0.0031329	0.0013366***	-0.0128453	0.0523391
Solo45	[0.0315277]	[0.0004938]	[0.0373814]	[0.0505249]
	0.0425588	0.0001549	-0.0331759	-0.0026082
Solo46	[0.0300071]	[0.0004876]	[0.0379188]	[0.0489611]
	-0.0270741	0.0017494	.286192**	-0.2584712
Solo56	[.1077565]	[0.0016256]	[.1259377]	[.1725439]
	0.0099466	-0.000551	-0.0102374	-0.0417929
Solo57	[0.0404485]	[0.0006301]	[0.0489969]	[0.0657079]
	-0.0592979	0.0014896	0.0921664	-.2563924*
Solo58	[0.0902908]	[0.0014093]	[.1075566]	[.1470548]
	0.0104788	-0.00467	0.1820639	-0.0213022
Solo8	[.2400718]	[0.0036808]	[.2868544]	[.3909994]
	0.0289306	-0.0003256	-.1633706**	0.1357039
Rios e Lagos	[0.0603685]	[0.0009242]	[0.071104]	[0.0971251]
	2.153079	0.0207311	-5.697217***	-2.16349
Dummy afloramento de rocha	[1.531754]	[0.0240216]	[1.849467]	[2.498549]
	0.0024974	-0.0000398	0.0037958	0.0052765
Temperatura e Precipitação	[0.0039195]	[0.0000607]	[0.0047592]	[0.0063704]

Tabela 27 – Coeficientes estimados para o Pampa em 2006

Variáveis Independentes	(Conclusão)			
	Variáveis Dependentes			
	Área de Florestas	Área de cana	Área de Soja	Área de Pastagem
Constante	-0.3385029	-0.0529651	-22.47209**	12.64597**
Número de Observações	[3.675681]	[0.0598287]	[10.51574]	[5.70761]
	134	134	134	134
R- quadrado	0.5079	0.5044	0.7301	0.9743
X quadrado	145.51	137.97	361.77	5090.74
p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Teste de Breush Pagan Qui-quadrado (6)= 73.390 Probabilidade 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Os resultados entre parênteses referem-se ao desvio padrão. A significância dos coeficientes é representada da seguinte forma: (*) significativo a 10%; (**) significativo a 5% e (***) significativos a 1%.

Tabela 28– Área total média das propriedades agrícolas por Grandes Regiões Brasileiras em 2006

Grande Região	Área total média das propriedades agrícolas		
	Número de Estabelecimentos	Área total (ha)	Área Média (ha)
Norte	475 775	54 787 297	115,153
Nordeste	2 454 006	75 594 442	30,804
Sudeste	922 049	54 236 169	58,8213
Sul	1 006 181	41 526 157	41,271
Centro-Oeste	317 478	103 797 329	326,943

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do IBGE

Tabela 29 – Cargas fatoriais e comunalidades do fator geral para o modelo Brasil, 2006

Variável	Carga Fatorial	Comunalidade
Temp_verão	0.9823	0.0351
Temp_outono	0.9829	0.0338
Temp_inverno	0.9988	0.0025
Temp_primavera	0.9982	0.0035

Fonte: Elaboração da autora a partir de resultados da análise fatorial.

Tabela 30 – Cargas fatoriais e comunalidades do fator geral para o bioma Cerrado, 2006

Variável	Carga Fatorial		Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	
Precipitação_primavera	0.7860	-0.3667	0.2478
Precipitação_outono	0.3649	0.8313	0.1757
Precipitação_verão	0.9205	-0.2336	0.0981
Precipitação_inverno	0.7746	0.3570	0.2725
Temp_verão	0.9841	0.0112	0.0314
Temp_outono	0.9699	-0.0295	0.0585
Temp_inverno	0.9866	-0.0284	0.0257
Temp_primavera	0.9841	-0.0315	0.0305

Fonte: Elaboração da autora a partir de resultados da análise fatorial.

Tabela 31 – Cargas fatoriais e comunalidades do fator geral para o bioma Caatinga, 2006

Variável	Carga Fatorial	Comunalidade
Temp_verão	0.9979	0.0041
Temp_outono	0.9965	0.0070
Temp_inverno	0.9980	0.0041
Temp_primavera	0.9986	0.0028

Fonte: Elaboração da autora a partir de resultados da análise fatorial.

Tabela 32 – Cargas fatoriais e comunalidades do fator geral para o bioma Mata Atlântica, 2006

Variável	Carga Fatorial	Comunalidade
Temp_verão	0.9824	0.0348
Temp_outono	0.9843	0.0311
Temp_inverno	0.9991	0.0017
Temp_primavera	0.9979	0.0041

Fonte: Elaboração da autora a partir de resultados da análise fatorial.

Tabela 33 – Cargas fatoriais e comunalidades do fator geral para o bioma Pampa, 2006

Variável	Carga Fatorial	Comunalidade
Precipitação_primavera	0.9931	0.0138
Precipitação_outono	0.9850	0.0297
Precipitação_verão	0.9946	0.0108
Precipitação_inverno	0.9832	0.0332
Temp_verão	0.9963	0.0074
Temp_outono	0.9967	0.0067
Temp_inverno	0.9959	0.0082
Temp_primavera	0.9977	0.0047

Fonte: Elaboração da autora a partir de resultados da análise fatorial.

Tabela 34 – Cargas fatoriais e comunalidades do fator geral para o bioma Amazônia, 2006

Variável	Carga Fatorial	Comunalidade
Precipitação_verão	0.9277	0.1394
Precipitação_inverno	0.8543	0.2702
Temp_verão	0.9922	0.0156
Temp_outono	0.9950	0.0100
Temp_inverno	0.9924	0.0151
Temp_primavera	0.9929	0.0142

Fonte: Elaboração da autora a partir de resultados da análise fatorial.