Alexandre Toshio Igari

**O agronegócio e a conservação de vegetação nativa no Brasil:
vetores econômicos, código florestal e crédito rural**

Versão corrigida

Original disponível no Instituto de Biociências da USP

São Paulo
2013

Alexandre Toshio Igari

**O agronegócio e a conservação de vegetação nativa no Brasil:
vetores econômicos, código florestal e crédito rural**

*Agribusiness and conservation of native vegetation in Brazil:
economic drivers, forest code and rural credit*

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Doutor
em Ciências, na Área de Ecologia.

Orientadora: Dra. Vânia Regina Pivello

São Paulo
2013

Ficha Catalográfica

Igari, Alexandre Toshio

O agronegócio e a conservação de vegetação nativa no Brasil:
vetores econômicos, código florestal e crédito rural

Número de páginas: 90p.

Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade
de São Paulo. Departamento de Ecologia.

1. Conservação ambiental, 2. Decisões econômicas na
agropecuária, 3. Mudança no uso das terras,

I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências.
Departamento de Ecologia

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Profa. Dra. Vânia Regina Pivello
Orientadora

Dedicatória

À memória do meu pai,
que orienta o meu caminho
À presença da minha mãe,
que sopra o vento em minhas velas

Agradecimentos

À minha esposa Patrícia por seu amor, pela compreensão e apoio incondicional às escolhas pouco convencionais da vida de pesquisador. Aos meus filhos Hélio e Dante, pela alegria de cada dia e por serem a força transformadora da minha vida.

À Vânia Pivello, por sua generosidade maternal, amizade, apoio e confiança ao longo de todos esses anos em que tive o privilégio de ser seu orientando. Obrigado por todas as oportunidades e especialmente pelo incentivo ao meu desenvolvimento como docente.

Ao Leandro Tambosi, amigo, coautor e compadre. Obrigado pelo inestimável apoio desde os tempos de graduação, durante o mestrado na Espanha e ao longo de todo o doutorado.

À Susana Bautista, minha tutora durante o estágio de doutorado sanduíche na *Universidad de Alicante* e orientadora no *Máster em Gestión y Restauración del Medio Natural*

À Alessandra Fidelis, por seu enorme apoio e estímulo à incorporação do meu estágio de doutorado sanduíche ao projeto de cooperação com a *Universidad de Alicante*.

Ao Jean Paul Metzger pela inspiração durante as conversas e discussões e pelas contribuições sempre construtivas à minha formação como pesquisador e docente.

A todos os professores que tive durante o doutorado, em especial àqueles que certamente identificarão nesta tese os reflexos de suas aulas: Alexandre Adalardo, Danilo Iglieri, Fernando Postali, Jacques Marcovich, José Eli da Veiga, Luiz Beduschi, Moises Hidalgo, Paulo Inácio Prado, Paulo Sinisgalli, Pedro Jacobi, Ricardo Abramovay, Rozely Santos e Tadeu Malheiros.

Aos professores do IB, em especial à Astrid, Paulo Inácio e Jean Paul, pela dedicação na coordenação do PPGE/IB-USP. A todos que fizeram parte da secretaria da Ecologia, Dalva, Bernardete, Socorro e Vera. À Érika, Helder e a todos da secretaria da pós graduação do IB. Ao Luiz, Maurício, Melina, Patrícia, PC e Wellington pelo apoio às atividades de pesquisa.

Aos companheiros de LEPaC, especialmente àqueles que generosamente contribuíram com intermináveis leituras e sugestões, desde o projeto de pesquisa até a versão final da tese: Alessandra Fidelis, Ana Mengardo, Beth Gorgone, Dani Castro, Giordano Ciocheti, Imma Oliveras, Mari Vidal, Miltinho Ribeiro e Talita Zupo.

Aos meus coorientados de iniciação científica, Alice Melges, Karla Dilascio e Rodolfo Rinaldi, com quem tive a satisfação de compartilhar o aprendizado sobre os temas desta tese.

Aos companheiros de pesquisa que passaram pelo Departamento de Ecologia do IB, com os quais tive oportunidade de compartilhar ótimas conversas (entre cafés, sushis ou cervejas), Ana Maria, Carlos Candia, Dani Petenon, Érika, Esther, Flávia, Gerardo, Guilherme, Hamandinha, Hilton, Jomar, Laura, Marcão, Marcelo Awade, Mari Brando, Mari Biz, Mari Napolitano, Marília, Paula Lira, Paula Prist, Paula Valdujo, Rafa Pimentel, Rafa Barbieri, Thaís e tantos outros.

Aos companheiros da *Universidad de Alicante*, Anna, Azucena, Diana, Fran, Gérman, Hassane, Lorena, Lluna e Rosario, pela calorosa acolhida.

Ao professor Isak Kruglianskas e todos os companheiros do PROGESA, em especial a André Coimbra, Annelise Vendramini, João Furtado e Moacir Miranda, pelas ótimas conversas e pela oportunidade de atuar como docente. Agradeço também à Luciana, Márcia, Marta, Vanessa pelo apoio em todas as atividades.

Aos professores Flávio Ribeiro, Gil Anderi e Luiz Kulay e pelo voto de confiança em receber-me como docente no PECE, assim como aos companheiros Alex, Edu, Rafael, por todos os desafios que vencemos juntos.

Aos professores Belinda Manfredini e Elton Lage, além da estimada Daniele Tomaz pela acolhida e apoio irrestrito na docência no SENAC Sorocaba.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa durante o período inicial de mestrado e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado direto e também pelo auxílio financeiro durante o estágio de doutorado sanduíche na *Universidad de Alicante*.

Ao Departamento de Ecologia do IB-USP pela infraestrutura durante o doutorado e à *Universidad de Alicante*, durante o estágio de doutorado sanduíche.

Lista de Siglas

AA	Ajuste Agrícola
AC	Acre
AI	Ato Institucional
AL	Arable Land
AM	Amazonas
AP	Amapá
APP	Áreas de Preservação Permanente
ARDC	Áreas Remanescentes do Domínio de Cerrado
CAP	Common Agricultural Policies
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPR	Comissão de Agricultura e Política Rural
CBD	Convenção para Diversidade Biológica das Nações Unidas
CCJ	Comissão de Constituição e Justiça
CDRA	Cerrado Domain Remaining Areas
CE	Comissão de Economia
CF	Código Florestal
CMN	Conselho Monetário Nacional
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPE	Comissão de Projetos do Executivo
CR	Crédito Rural
CRP	Conservation Reserve Program
DCN	Diário do Congresso Nacional
EALP	Equivalent Arable Land Price
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Espírito Santo
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
ESG	Escola Superior de Guerra
EU	European Union
FT	Forest Transition
GDP	Gross Domestic Product
GIS	Geographic Information System
GO	Goiás

IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IFC	International Finance Corporation
IGP-DI	Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
LR	Legal Reserve
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
NCF	Novo Código Florestal
NFC	New Forest Code
NGO	Non-Governmental Organization
ONG	Organização Não Governamental
PAEG	Programa de Ação Econômica do Governo
PES	Payment for Environmental Services
PIB	Produto Interno Bruto
PR	Paraná
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSA	Pagamentos por Serviços Ambientais
PTB	Partido Trabalhista Brasileiro
RC	Rural Credit
RJ	Rio de Janeiro
RL	Reserva Legal
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SD	Standard Deviation
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SP	São Paulo
SUNAB	Superintendência Nacional de Abastecimento
TF	Transição Florestal
TF	Transição Florestal

TO	Tocantins
UC	Unidade de Conservação
USA	United States of America
USDA	United States Department of Agriculture
VCP	Votorantim Celulose e Papel

Sumário

Capítulo 1. Introdução Geral	1
1.1. Introdução	2
1.2. Estrutura da tese	5
1.3. Objetivos	
1.3.1. Objetivo geral	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
Capítulo 2. Crédito rural e código florestal: irmãos como Caim e Abel?	9
Resumo / Abstract	10
2.1. Introdução	11
2.2. Hipótese da Dependência da Trajetória - <i>Path Dependence</i>	14
2.3. Método de Investigação	15
2.4. As origens: 1965	15
2.5. Novos arranjos institucionais	25
2.6. Considerações Finais	27
Capítulo 3. Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: Investigating this trade-off on hotspot preservation in the State of São Paulo - Brazil	32
Resumo / Abstract	33
3.1. Introduction	35
3.2. Methods	36
3.3. Results	38
3.4. Discussion	39
3.5. Conclusions	47
Capítulo 4. Do urbanization and agricultural technology tell enough about Forest Transition stories? Investigating half century farmland changes in Brazilian states	58
Resumo / Abstract	59
4.1. Introduction	61
4.2. Methods	64
4.3. Results	66
4.4. Discussion	68
4.5. Conclusions	73
Capítulo 5. Considerações Finais	83
Resumo / Abstract	89

Capítulo 1

Introdução Geral

1.1. Introdução

As áreas tropicais perderam entre 2000 e 2005 aproximadamente 476.000 km² de vegetação nativa, e o avanço das atividades agropecuárias de larga escala é o principal responsável por esse desmatamento (Hansen *et al.* 2010). A agropecuária de larga escala, diferentemente da agricultura de subsistência, está inserida numa complexa cadeia de valor que envolve desde a produção de insumos (fertilizantes, defensivos, rações) até a distribuição dos bens agropecuários aos consumidores finais. Neste contexto, as decisões a respeito da gestão das propriedades rurais deixam de se restringir aos interesses do fazendeiro, passando a sofrer relevante influência de diversos atores, como as indústrias de processamento, as cadeias de distribuição, concorrentes, consumidores finais, bancos e governos. Esse arranjo em cadeia das atividades agropecuárias recebeu a denominação de agronegócio (Davis & Goldberg 1957).

O agronegócio brasileiro foi o principal vetor de uma perda de 165.000 km² de florestas entre 2000 e 2005 (Hansen *et al.* 2010). O Brasil abriga amplas áreas de florestas tropicais úmidas e secas, que incluem a Mata Atlântica e o Cerrado, dois *hotspots* de biodiversidade, que se caracterizam como áreas com alto endemismo e ao mesmo tempo sob pressão antrópica, com alto risco de degradação e desmatamento (Myers *et al.* 2000). Tomando como referência um horizonte temporal mais extenso, observa-se que, em relação a 1990, as áreas de vegetação nativa no país recuaram 9% até 2007 enquanto a área agropecuária avançou 9% dentro do mesmo período (UNSD 2009). O avanço do agronegócio durante a segunda metade do século XX fez com que o setor passasse a representar uma parcela substancial das exportações brasileiras. Em 2011, a agropecuária respondeu por 86 bilhões de dólares em produtos exportados, o que corresponde a 33,8% do valor total de mercadorias exportadas pelo país (OMC 2012).

O avanço da agropecuária de larga escala sobre áreas de vegetação nativa representa um *trade-off* entre os benefícios econômicos do agronegócio e a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (Nelson *et al.* 2009). Mesmo o substancial esforço do governo brasileiro ao longo das últimas duas décadas, com a criação de novas unidades de conservação (UC), tem um alcance limitado na compensação da perda de capital natural pelo desmatamento agropecuário. Em 1992, o país tinha 157 UCs federais, que totalizavam uma área de 272.942 km². Essa área protegida passou para 750.476 km² em 2011, com 310 UCs (IBGE 2012). Se forem somadas as UCs estaduais e municipais, a área protegida sobe para 1.411.834 km², o que corresponde a quase 17% da área do país (MMA 2012). Este percentual faria o país ficar muito próximo à meta XI de Aichi da CBD (Convenção para Diversidade

Biológica das Nações Unidas), no que tange a conservação em ambientes terrestres (<http://www.cbd.int/sp/targets/>). Entretanto, cabe observar que quase um terço desta área total de UCs corresponde à categoria de Áreas de Preservação Ambiental (MMA 2012), que oferecem pouca restrição ao uso das terras, resultando numa proteção ambiental insipiente. Além disso, a distribuição espacial das UCs nos biomas brasileiros é extremamente concentrada na Amazônia, que tem 16,1 % de sua área em UCs federais, enquanto o Cerrado, o segundo maior bioma brasileiro, apresenta somente 3,2% de sua área sob proteção de UCs federais (IBGE 2012). Todos os outros biomas também apresentam baixos percentuais de suas terras sob proteção federal: Caatinga (4,2%), Pampa (2,7%), Mata Atlântica (3,2%) e Pantanal (1,1%) (IBGE 2012). Este cenário reflete um viés no estabelecimento de UCs, com maior concentração em áreas remotas, que têm menores custos de oportunidade para o uso das terras (Margules & Pressey 2000). Assim, a valorização agropecuária contribui para que ocorra uma distribuição desequilibrada das UCs federais, conferindo maior proteção para o bioma Amazônia, não garantindo a preservação de toda a biodiversidade brasileira.

Metzger (2010) enfatiza a complementaridade trazida pelas áreas privadas de conservação ambiental determinadas pelo Código Florestal (CF) brasileiro (Lei Federal 12.651/2012) à estratégia de conservação em UCs públicas. A recente reforma do CF resultou em relaxamento de diversas diretrizes de conservação, mitigação e compensação de danos à vegetação nativa. Mesmo assim, a lei permanece determinando a obrigatoriedade de manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) em áreas públicas e privadas, que representavam as principais diretrizes da versão anterior do CF (Lei Federal 4.771/1965). As APPs englobam áreas sensíveis à intervenção humana e importantes tanto para a preservação da biodiversidade quanto para a provisão de serviços ecossistêmicos, como áreas de vegetação ribeirinha, encostas com mais de 45 graus de inclinação e topos de morros. As RLs representam um percentual da propriedade, variável de acordo com o bioma, que deve conservar a vegetação nativa e é destinada à exploração sustentável dos recursos naturais, não podendo sofrer manejo antrópico intensivo que descaracterize a flora e fauna locais. RLs são ecologicamente complementares às APPs, em função de suas diferenças com relação a proximidade de corpos d'água, aos solos e ao relevo. Os relaxamentos impostos na recente reforma do CF incluem a autorização do cômputo das áreas de APP no percentual exigido de RL em todos os biomas e a redução das áreas de APP a serem restauradas proporcionalmente ao tamanho da propriedade (quanto menor a propriedade, mais estreita a faixa de APP ribeirinha a ser restaurada).

Assim, as APPs e RLs podem facilitar o fluxo biológico entre grandes blocos de UCs

separadas por propriedades agropecuárias privadas (Metzger 2010). Além disso, essas áreas de conservação podem abrigar ecossistemas em regiões com maior aptidão agrícola, que podem diferir das áreas normalmente destinadas às UCs em relação a fatores como a qualidade dos solos, disponibilidade hídrica e relevo, o que promove uma maior diversidade de fisionomias protegidas. Com isso, sob a perspectiva de um planejamento sistemático para conservação (Margules & Pressey 2000), o CF pode ser um instrumento complementar ao sistema nacional de UCs, incorporando áreas com um maior custo de oportunidade para a conservação. A obrigatoriedade de conservação de APPs e RLs nas propriedades rurais privadas pode mitigar parte dos impactos ambientais negativos gerados pela expansão das fronteiras agrícolas.

O agronegócio toma suas decisões considerando a rentabilidade dos empreendimentos, a qual é fortemente influenciada pelos custos relativos dos fatores de produção – terra, trabalho e capital econômico (Angelsen *et al.* 2001). Na ausência de marcos regulatórios como o CF, taxações ou incentivos econômicos, o valor da conservação do capital natural não seria levado em consideração. O crédito rural (CR) subsidiado constitui um dos principais incentivos econômicos ao agronegócio, financiando toda a cadeia produtiva, desde investimentos na compra de máquinas, passando pelo custeio de insumos, até o financiamento da comercialização dos produtos. A política de CR, estabelecida pela Lei Federal 4.829/1965, teve um papel fundamental na substituição do modelo de agricultura intensiva em mão de obra pelo atual modelo de agronegócio, intensivo em capital econômico e tecnologia, principalmente na forma de mecanização das atividades e uso de agroquímicos. Com isso o CR reduziu o custo relativo do capital econômico em relação ao trabalho rural para a produção agropecuária (Rezende 2006).

O otimismo tecnológico da Revolução Verde, iniciada na década de 1960 e caracterizada principalmente pelo aumento expressivo da produtividade agropecuária, inspirou também previsões otimistas quanto aos efeitos das novas tecnologias rurais na conservação e recuperação de áreas de vegetação nativa (Angelsen & Kaimowitz 2001). Mather & Needle (1998) propuseram a hipótese de “Ajuste Agrícola” (AA), segundo a qual o aumento de produtividade gerado pelas novas tecnologias agrícolas tornaria possível que as fazendas reduzissem sua área de cultivo, concentrando sua produção nas áreas com maior aptidão agrícola, onde as tecnologias produziram resultados ótimos. Com isso, as áreas menos produtivas seriam abandonadas, dando lugar à recuperação da vegetação nativa.

Rudel *et al.* (2005) foram ainda mais além, propondo uma “trajetória de desenvolvimento econômico”, que faz parte da hipótese de Transição Florestal (TF). A

hipótese de TF propõe que, no início do desenvolvimento de uma região, as florestas sofrerão um declínio, pois o desenvolvimento ocorre principalmente em função da expansão das atividades extrativistas e agropecuárias, às custas de desmatamento. Segundo a trajetória de “desenvolvimento econômico”, haveria um momento no desenvolvimento em que a crescente industrialização e urbanização fariam com que os empregos urbanos atraíssem os trabalhadores do campo para as cidades. Com isso, haveria uma escassez crescente de mão de obra nas fazendas, o que incentivaria a concentração da produção agropecuária nas áreas mais produtivas, uma vez que o trabalho passaria a ser o fator de produção limitante. Assim, com a produção agropecuária se concentrando nas áreas mais produtivas, ocorreria recuperação das florestas nas áreas marginais. Esta trajetória potencializaria as previsões oferecidas pela hipótese de AA (Mather & Needle 1998), pois a escassez de mão de obra incentivaria o emprego das tecnologias agrícolas. As restrições sobre o uso das terras rurais privadas impostas pelo CF, assim como a implementação de tecnologias agropecuárias, fomentada pelo CR, oferecem condições favoráveis para a investigação a respeito da validade das previsões das hipóteses de TF e AA quanto à conservação e recuperação de florestas no Brasil.

1.2. Estrutura da tese

Esta tese é apresentada em 5 capítulos. A presente introdução representa o primeiro capítulo, onde são apresentados os principais temas e hipóteses de pesquisa, assim como o objetivo geral e os objetivos específicos de cada capítulo. Os capítulos 2 a 4 são apresentados na forma de artigos individuais que abordam separadamente os objetivos específicos da tese. Os capítulos 2 e 3 foram publicados em periódicos científicos em 2011 e 2009 respectivamente. O capítulo 4 foi submetido para publicação em dezembro de 2012. O capítulo 5 traz as considerações finais.

Alguns pontos nos capítulos 2 e 3 que fazem referência à versão do CF vigente à época de elaboração dos manuscritos podem apresentar pequenas divergências em relação à versão vigente da lei, após a reforma de 2012. Entretanto, as divergências não comprometem de forma alguma os resultados e conclusões dos capítulos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

O objetivo geral desta tese de doutorado consiste em investigar a influência dos vetores econômicos (custos e escassez relativa dos fatores de produção, assim como a lucratividade da atividade) e legais (CF e política de CR), nos efeitos do agronegócio sobre a conservação da vegetação nativa do Brasil.

1.3.2. Objetivos específicos

Os capítulos 2 a 4 desta tese apresentam os seguintes objetivos específicos:

- ▲ Capítulo 2. Investigar a origem histórica do antagonismo entre o CF e a política de CR assim como os possíveis desdobramentos em novos arranjos institucionais para conservação ambiental
- ▲ Capítulo 3. Avaliar a efetividade do CF na proteção de vegetação nativa em propriedades rurais privadas em função dos principais custos de oportunidade de conservação: a lucratividade da atividade e o preço da terra
- ▲ Capítulo 4. Avaliar a validade das hipóteses de AA e de TF, considerando os efeitos de variáveis demográficas, financeiras e tecnológicas nas mudanças de uso das terras em propriedades privadas.

Referências

- Angelsen, A. & Kaimowitz, D. (2001) Introduction: the role of agricultural technologies in tropical deforestation. In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, ed. A. Angelsen & D. Kaimowitz, pp. 1-18. Oxon, UK: CABI Publishing Wallingford.
- Davis, J. H. & Goldberg, R.A. (1957) *A concept of agribusiness*. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Hansen, M.C., Stehman, S.V. & Potapov, P.V. (2010) Quantification of global gross forest cover loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 7(19): 8650-8655.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil 2012. IBGE, Rio Janeiro, Brasil.
- Margules, C. R., & Pressey, R.L. (2000) Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243-253.
- Mather, A.S. & Needle, C.L. (1998) The forest transition: A theoretical basis. *Area* 30(2): 117-124.
- MEA – Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Washington DC, USA: Island Press.
- Metzger, J.P. (2010) O Código Florestal tem base científica? *Natureza & Conservação*, 8(1): 92-99.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente (2012) *O sistema nacional de unidades de conservação da natureza (publicação de divulgação)*. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/250/_publicacao/250_publicacao30082011035301.pdf
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858.
- Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D.R., Chan, K.M., Daily, G.C., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Lonsdorf, E., Naidoo, R., Ricketts, T.H. & Shaw, M.R. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 4-11.
- OMC – Organização Mundial do Comércio (2012) *International trade statistics 2012*. Disponível em: http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/its2012_e/its12_toc_e.htm.
- Rezende, G.C. (2006) Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola no Brasil: uma avaliação crítica. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 44(1): 47-78.

Rudel, T.K., Coomes, O.T., Moran, E., Achard, F., Angelsen, A., Xu, J. & Lambin, E. (2005) Forest transitions: Towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change* **15**(1): 23-31.

UNSD - United Nations Statistics Division (2009) *Environment statistics country snapshot:*

Brazil. Disponível em:

http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/envpdf/Country_Snapshots_Sep%202009/Brazil.pdf.

Capítulo 2

Crédito rural e código florestal: irmãos como Caim e Abel?

Alexandre Toshio Igari & Vânia Regina Pivello

*Artigo publicado em 2011 no periódico **Ambiente e Sociedade** 14(1): 133-150*

Resumo

A lei do Crédito Rural (CR) e o Novo Código Florestal (NCF) nasceram em 1965 e, ao contrário do que se poderia supor, tinham o objetivo comum de incrementar a produtividade agropecuária. Entretanto, o CR não exige o cumprimento do NCF e nem das obrigações tributárias e previdenciárias, o que prioriza os retornos econômicos em detrimento da conservação ambiental e do desenvolvimento social rural.

Palavras-chave: Legislação Ambiental, Conservação Ambiental, Economia Ecológica

Abstract

The Rural Credit (RC) law and the New Forest Code (NFC) were both born in 1965 and, contrarily to what one might suppose, they shared the common goal of increasing agricultural productivity. However, the RC neither requires compliance with NFC nor with tributary and social security laws, what takes economic returns as priority against environmental conservation and rural social development.

Keywords: Environmental Laws, Environmental Conservation, Ecological Economics

2.1. Introdução

O Novo Código Florestal (NCF) e o Crédito Rural (CR) foram criados por leis federais no mesmo ano, o primeiro em setembro e o segundo em novembro de 1965, sob o mesmo cenário social, político e econômico. O NCF (lei federal 4771-65) representa hoje o principal instrumento legal para a conservação de formações de vegetação nativa em propriedades particulares. Apesar do NCF representar uma atualização do Código Florestal de 1934, a lei estabeleceu parâmetros inovadores para a conservação de vegetação nativa nas fazendas brasileiras, como a obrigatoriedade da manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APP) dentro das propriedades rurais. As APP protegem faixas de vegetação nativa ao longo dos cursos d'água, proporcionalmente à sua largura, bem como nas encostas com mais de 45° de inclinação, nos topos de morros, em altitudes acima de 1800 m, em bordas de tabuleiros e chapadas, e ainda a vegetação fixadora de dunas e estabilizadora de mangues. O NCF, em sua primeira versão, também estabeleceu as limitações de uso das terras que futuramente viriam a ser caracterizadas como áreas de Reserva Legal (RL): nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste (em sua parte sul) as propriedades rurais deveriam manter um mínimo de 20% de sua área com cobertura arbórea, enquanto nas áreas ainda não cultivadas, a derrubada de vegetação nativa para instalação de novas propriedades agrícolas só seria permitida até o limite de 50% da propriedade. A lei passou posteriormente por sucessivas alterações que ampliaram a largura das APP ao longo dos cursos d'água, separaram as APP das áreas de RL e, por fim, estabeleceram percentuais de RL de 80% na Amazônia Legal (AL), 35% para os cerrados na AL e 20% nas demais áreas fora da AL.

Metzger (2010) concluiu, por meio de uma revisão de estudos em Ecologia de Paisagens, que APP e RL desempenham um papel complementar e imprescindível ao das Unidades de Conservação (UC) públicas, garantindo a conectividade e a preservação de manchas de habitat nos espaços antrópicos entre as UC. Os incrementos nas áreas de APP e RL impostos pelas sucessivas alterações no NCF nas últimas quatro décadas mostraram-se alinhados com os avanços no conhecimento sobre a relação entre estrutura espacial da vegetação nativa e a conservação da biodiversidade. Além da conservação da biodiversidade, também são objetivos declarados do NCF a contenção da erosão e a garantia das condições ambientais para o bem estar público. Alston e Mueller (2007) reconhecem o benefício público trazido pela conservação de vegetação nativa em propriedades privadas, mas apontam o NCF como uma das políticas públicas mais restritivas para o uso das terras no mundo, e chamam atenção para o custo de oportunidade (IGARI et al., 2009) que o proprietário privado assume ao preservar áreas nativas em suas fazendas.

O CR (lei federal 4829-65), por outro lado, foi instituído com o intuito de reduzir os custos e ampliar a oferta de crédito à agropecuária no país num momento em que os produtos agrícolas de exportação, como o café, o açúcar, o algodão e o cacau, apresentavam fraco desempenho em função de queda nos preços internacionais, da queda na demanda externa e de dificuldades de financiamento interno da produção (UH, 1965a). Desde 1964, o cenário interno para a agropecuária permanecia conturbado com desabastecimento de itens básicos como açúcar, carne e arroz (UH, 1964), culminando na autorização à SUNAB (Superintendência Nacional de Abastecimento) “para desapropriar, em qualquer ponto do território, ao preço de CR\$ 9 mil a arroba, todo o gado para a normalização do abastecimento” (UH, 1965b). O desabastecimento devia-se principalmente ao descontentamento dos produtores quanto à diminuição da lucratividade na venda dos produtos agropecuários.

O objetivo da lei do CR era tornar a agropecuária mais produtiva, por meio do investimento na comercialização, no armazenamento, na industrialização dos produtos agropecuários e sobretudo em métodos de produção alinhados com as diretrizes da Revolução Verde, intensamente mecanizados e com ampla aplicação de fertilizantes e praguicidas. A lei do CR reduzia os custos dos empréstimos rurais, por meio do estabelecimento de taxas de juros abaixo das praticadas no mercado e, ao mesmo tempo, ampliava a base de recursos disponíveis para investimento agropecuário, pois determinava que um dado percentual dos depósitos à vista no setor bancário deveria ser obrigatoriamente destinado ao crédito rural. O órgão que determinaria a taxa de juros a ser cobrada nos empréstimos e o percentual dos depósitos à vista que seriam destinados ao crédito rural seria o recém criado Conselho Monetário Nacional (CMN).

A política de CR teve um papel determinante na transformação da agropecuária nacional, financiando a infra-estrutura e mecanização necessárias a cultivos de variedades agrícolas destinadas ao mercado externo, como a soja (KAIMOWITZ; SMITH, 2001). A agropecuária é hoje responsável por mais de 31% das exportações do país, o que equivale a mais de US\$ 61 bilhões (OMC, 2009). O financiamento da mecanização agrícola impulsionou a frota brasileira de tratores, de 165 mil em 1970, para 820 mil em 2006, o que representou um aumento de quase 400%, enquanto a área total de estabelecimentos agrícolas aumentou 12% no mesmo período (BRASIL, 2006a). O crédito rural totalizou 67 bilhões de reais em 2008 (BRASIL, 2009), o equivalente a 44% do valor adicionado pela agropecuária ao PIB brasileiro (BRASIL, 2010).

É inegável a relevância do CR nos resultados econômicos da agricultura, no entanto, o bom desempenho econômico não tem sido acompanhado por equivalente resultado

socioambiental. O setor agropecuário brasileiro representa o principal vetor de desmatamento e degradação de paisagens naturais, principalmente nas fronteiras agrícolas do norte do país (HANSEN et al., 2010; NEPSTAD et al., 2009). Estados com fronteira agrícola consolidada, como São Paulo e Rio Grande do Sul, historicamente dois dos maiores recebedores dos recursos do CR (BRASIL, 2009), têm mais de 67% dos seus territórios ocupados por fazendas, as quais apresentam menos de 12% de vegetação nativa (BRASIL, 2006a). Este último percentual reflete o fracasso em se fazer cumprir o NCF, segundo o qual as fazendas nesses dois estados deveriam apresentar, somente a título de RL, ao menos 20% de suas áreas cobertas com vegetação nativa. Entretanto, é preciso salientar que o descumprimento do NCF não é exclusividade de estados com grande recebimento de CR, como São Paulo e Rio Grande do Sul, mas é uma realidade predominante nas fazendas brasileiras em todos os estados (SPAROVEK et al., 2010).

Enquanto o CR chega ao século 21 revitalizado, financiando em 2009 mais de R\$ 75 bilhões (BRASIL, 2009), o NCF chega enfraquecido, prestes a sofrer profundas alterações em seu conteúdo. Apesar de irmãos de nascimento, o NCF e o CR apresentam antagonismos desde suas origens. O artigo 37 da lei do CR traz o seguinte texto:

“A concessão do crédito rural em todas as suas modalidades, bem como a constituição das suas garantias, pelas instituições de crédito, públicas e privadas, independentemente da exibição de comprovante de cumprimento de obrigações fiscais ou da previdência social, ou declaração de bens ou certidão negativa de multas por infringência do Código Florestal”
[grifos dos autores].

O parágrafo único do artigo 37 estabelece ainda que, mesmo nos casos em que os órgãos ambientais comuniquem ao banco a multa por infringência ao Código Florestal, o crédito só deixaria de ser concedido se o interessado não apresentasse garantias para o pagamento do valor do empréstimo acrescido do valor da multa ambiental. Observa-se, portanto, que a preocupação legal considera exclusivamente a questão da solvência do crédito, desconsiderando possíveis passivos ambientais.

Por que os dois marcos legais, propostos quase simultaneamente pelo mesmo Poder Executivo, discutidos e alterados pelo mesmo Legislativo, e estabelecidos no mesmo contexto histórico, resultaram em conteúdos que hoje são tão antagônicos para o regramento das atividades do setor agropecuário brasileiro?

A hipótese a ser testada neste estudo é que o arranjo político das forças que sustentavam o NCF e o CR em 1965 diferia do arranjo que sustenta hoje as políticas de conservação ambiental e de apoio à agropecuária.

2.2. Hipótese da Dependência da Trajetória - *Path Dependence*

Segundo Alston e Mueller (2007), o NCF teria se transformado numa lei efetivamente ambiental a partir de um processo de evolução das instituições denominado *path dependence*. Os autores argumentam que o Código Florestal de 1934 tinha como principais objetivos manter estoques de lenha e caça, e não propriamente de conservar os ecossistemas nativos, sendo que somente a partir da metade da década de 1980, teriam sido adicionadas mudanças ao NCF de 1965 com clara motivação de conservação ambiental. Alston e Mueller (2007) concluíram ainda que o arranjo de forças políticas a partir da metade da década de 1980 não permitiria o estabelecimento de uma lei tão restritiva à agropecuária como o NCF. Assim, as alterações incrementais seriam dependentes da trajetória estabelecida inicialmente pelo Código Florestal de 1934 e pelo NCF.

A hipótese de dependência da trajetória (*path dependence*) foi proposta originariamente por Douglass North (NORTH, 1989; NORTH, 1994) em seus estudos sobre a natureza e evolução das instituições. As instituições são tomadas aqui em seu significado amplo, de normas que regem as interações sociais. As leis representam apenas uma parte do arcabouço das instituições, que é completado por códigos de conduta, tabus, padrões de comportamento derivados da formação dos sistemas de crenças (*belief systems*) dos indivíduos. Os sistemas de crenças são moldados por ideologias organizadas, como religião, valores sociais e políticos, tanto para explicar o mundo ao redor quanto para explicitar as expectativas de como o mundo deveria estar organizado (NORTH, 1989; NORTH, 1994). Visto que o NCF e o CR foram instituídos durante o regime militar brasileiro, o autoritarismo e a supressão do debate democrático poderiam ter feito com que o sistema de crenças dos segmentos militares que detinham o poder político preponderasse no processo de construção e no conteúdo das leis.

O estudo de Alston e Mueller (2007) caracteriza as mudanças incrementais ao NCF a partir da metade da década de 80, mas deixa uma lacuna quanto à caracterização mais detalhada do processo que transformou o Código Florestal de 1934 no NCF. A compreensão desse ponto de partida é essencial para o entendimento da dinâmica da evolução do NCF, para avaliar a coerência das reformas propostas a essa lei, assim como para discutir as alternativas emergentes de conciliação de conservação ambiental e desenvolvimento rural. Desta forma,

para compreender a racionalidade que guiou a criação do NCF e da lei do CR, seria preciso reconstituir a discussão política em 1965, durante a tramitação dos projetos que dariam origem às duas leis.

2.3. Método de Investigação

As discussões que ocorreram no Congresso Nacional em torno do NCF e do CR, em 1965, foram resgatadas a partir do histórico de tramitação dos seus projetos de lei na Câmara de Deputados, que receberam, respectivamente, os números 2874-65 e 3125-65. Os históricos de tramitação dos projetos estão disponíveis no portal da Câmara dos Deputados (www.camara.gov.br) e informam, além da cronologia da tramitação, os resultados das votações e a localização dos registros das sessões no Diário do Congresso Nacional (DCN). O portal da Câmara dos Deputados também disponibiliza a versão digitalizada do DCN desde 1953 (<http://imagem.camara.gov.br/diarios.asp>) e, para acessar o conteúdo das edições, basta informar a data e a página que se deseja resgatar. Desta forma foi possível ter acesso a todos os registros da tramitação dos dois projetos, desde as mensagens presidenciais, as justificativas apresentadas pelos ministros aos projetos, os pareceres das comissões e as discussões que ocorreram no plenário.

Os registros das sessões do Senado Federal só estão disponíveis no DCN, em formato digital, a partir de 2001. Assim, este estudo restringiu-se a analisar as discussões na Câmara. Essa restrição não prejudica a análise da tramitação, uma vez que os projetos de lei são inicialmente apresentados à Câmara, passam pelo Senado e em seguida retornam à Câmara para que as emendas propostas pelo Senado sejam analisadas e votadas. Assim, a análise da tramitação na Câmara possibilita a avaliação das emendas propostas pelas duas casas e também da versão final dos projetos que foi submetida à sanção presidencial.

Os discursos, pareceres e discussões no Congresso Nacional representam apenas uma pequena parte do processo de construção das instituições, mas este estudo assumiu que o resgate da documentação nessa instância de decisão forneceria algumas evidências significativas na identificação dos vetores que foram relevantes para a elaboração das leis analisadas.

2.4. As origens: 1965

Em junho de 1965, sob o comando do presidente Castelo Branco, o país vivia o início dos 21 anos de governo militar. O golpe de 1º de abril de 1964 não havia ainda tomado suas feições mais duras e, apesar da cassação dos direitos políticos de muitos parlamentares

oposicionistas pelo Ato Institucional (que até então não recebia numeração associada, pois era único), o Congresso trabalhava em relativa normalidade. O que se fazia sentir na Câmara de Deputados era um intenso ritmo de trabalho imposto pelo trâmite de sucessivos projetos de lei enviados pela Presidência da República. O ritmo acelerado de tramitação devia-se à aplicação do artigo 4º do Ato Institucional, que determinava o seguinte:

“Art. 4º - O Presidente da República poderá enviar ao Congresso Nacional projetos de lei sobre qualquer matéria, os quais deverão ser apreciados dentro de trinta (30) dias, a contar do seu recebimento na Câmara dos Deputados, e de igual prazo no Senado Federal; caso contrário, serão tidos como aprovados”

(Ato Institucional – 09/04/1964)

Assuntos que eram discutidos há anos, como a reforma do Código Florestal de 1934, passaram a ser apressadamente discutidos e votados pelo Congresso num prazo de 60 dias. O deputado Newton Carneiro, relator do projeto do NCF na Comissão de Agricultura e Política Rural (CAPR), queixava-se do ritmo de tramitação, enquanto destacava em seu parecer a ausência da proposta um fundo florestal no projeto de lei:

“É estranhável que a exposição de motivos e a mensagem [presidencial] não lhes façam a menor referência [ao fundo florestal]. Surpresa que é agravada pela acelerada tramitação, no Congresso, das atuais proposições do Executivo, dificultando aos parlamentares a coleta de dados e informações para lastrear-lhes os trabalhos. Tenha-se em mente, como se destacou no início deste parecer, que o mais antigo dos projetos do Código Florestal que está no Congresso tem quinze anos e o mais recente tem três, e agora temos sessenta dias para decidir sobre o projeto nº 2874”

(DCN p. 5035 – 26/06/1965)

A imposição de um trâmite acelerado no Congresso e a falta de diálogo com a sociedade na proposição dos projetos pelo Executivo reflete a tônica tecnocrata subjacente à formação dos militares pertencentes ao círculo mais próximo ao presidente Castelo Branco, egressos da Escola Superior de Guerra - ESG (CONTADOR, 2007). Esses oficiais

carregavam em seus sistemas de crenças (NORTH, 1994) a convicção de que as decisões tomadas pela tecnocracia militar seriam moral e intelectualmente superiores àquelas tomadas por meio de organizações sociais, político-partidárias e econômicas conduzidas e formadas por civis não tecnocratas (CONTADOR, 2007).

A participação vitoriosa na Força Expedicionária Brasileira ao lado dos americanos na Segunda Guerra Mundial contribuiu para arraigar também nos oficiais da ESG os valores do liberalismo econômico (CONTADOR, 2007). Esse sistema de crenças fundamentado no autoritarismo tecnocrático e no liberalismo econômico norteou o Ministro do Planejamento Roberto Campos e o Ministro da Fazenda Octávio Bulhões na elaboração das medidas ortodoxas que compunham o Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG). As medidas tinham como principais objetivos a contenção da inflação, o equilíbrio do balanço de pagamentos e a contenção do déficit fiscal (SANTOS, 2000).

A política de CR seria uma peça fundamental no PAEG, pois alavancaria a operacionalização de um novo projeto para a agricultura do país, com base na produção intensamente mecanizada de variedades agrícolas para exportação. O aumento da produção agropecuária colaboraria para conter os preços dos alimentos e para equilibrar o balanço externo de pagamentos. O CR não era uma medida isolada, estava amparado por recém criados organismos para sua operacionalização, o Sistema Financeiro Nacional e o Banco Central do Brasil (SANTOS, 2000).

O discurso do deputado Oswaldo Lima Filho, realizado 50 dias antes do início da tramitação do projeto de lei do CR, ilustra a receptividade dessa lei até entre os membros da oposição:

“[...] a parcela de crédito rural oferecida às atividades agrícolas é diminuta em relação à importância de que essa atividade se reveste, no global da atividade econômica brasileira. Por outro lado, o pouco crédito que se oferece é quase sempre oficial – concedido pelo Banco do Brasil, pelo Banco do Nordeste, pelo Banco Nacional de Crédito Corporativo, pelas organizações do poder público. Os bancos privados, pela própria natureza dos seus depósitos, pela falta de uma orientação em relação ao redesconto de seus títulos, não participam em proporções legítimas no crédito às atividades rurais.”

(DCN p. 5372 – 06/07/1965)

Diferentemente do projeto de lei do CR, que criaria uma robusta política de crédito, o projeto de lei do NCF criava apenas uma lei isolada, desprovida de instrumentos e recursos para ser operacionalizada. Também impulsionado pela aceleração do trâmite no Congresso, o projeto do NCF recebeu dos parlamentares muitas críticas com relação às dificuldades que encontraria para ser operacionalizado, tanto em função da omissão que trazia com relação às fontes de financiamento, quanto em função da ausência de recursos humanos e organizacionais para fazer cumprir a lei. A execução do NCF ficou a cargo do IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), criado em 1967, entretanto, a instituição sempre esteve muito mais voltada para a exploração de florestas plantadas do que para a conservação da vegetação nativa (DRUMMOND, 1999).

Quatro décadas depois de sua promulgação, o descompasso na destinação de recursos federais para o cumprimento das duas leis é ainda mais evidente. Em 2005, os gastos do governo federal com subsídios ao CR, constituídos dos recursos para compensação aos bancos pelas tarifas abaixo dos juros de mercado, mais as despesas com renegociações das dívidas, totalizaram R\$ 6,2 bilhões (GASQUES, 2006). Enquanto isso, no mesmo ano, o orçamento destinado ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis) e MMA (Ministério do Meio Ambiente) totalizou R\$ 1,8 bilhões (BRASIL, 2006b).

O Código Florestal de 1934 vigorou por 31 anos sem apresentar sucesso em sua implementação. Desde 1950, houve tramitação de vários projetos de lei no Congresso para reformar a legislação florestal, mas nenhum deles chegou a ser votado. A missão de propor um projeto de lei definitivo para a reforma do Código Florestal de 1934 ficou sob a responsabilidade do Ministro da Agricultura Hugo Leme, ex-diretor da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ-USP, que esteve na pasta entre 16 de junho de 1964 a 22 de novembro de 1965. Ministro de perfil técnico, em sua apresentação do anteprojeto de lei do NCF ao presidente, fez referência a alguns projetos que, desde 1950, haviam sido apresentados ao Congresso Nacional:

1230-50, apresentado pelo Ministro da Agricultura Daniel Carvalho

751-55, apresentado pelo deputado federal Herbert Levy

1011-56, de iniciativa da “Comissão Especial para Estudo e Elaboração do Novo Código Florestal e da Legislação para Proteção dos Recursos Florestais do País e do Remanescente da Fauna”

4494-62, elaborado por um Grupo de Trabalho formado por agrônomos, biólogos, juristas e

silvicultores “da melhor estirpe”, nas palavras do ministro Hugo Leme, assim como por representantes de diversos órgãos e instituições interessadas no assunto.

A discussão interdisciplinar do projeto de lei 4494-62 seria mais condizente com a construção democrática de um marco legal cujo escopo era reger o uso de terras privadas. Entretanto, em sua exposição ao presidente, o ministro Hugo Leme colocou o seguinte:

“Embora reconhecendo o mérito do projeto citado [4494-62], que representa - é de justiça que se declare - um passo decisivo para o equacionamento e solução desse grave problema [...] julguei bem, logo que assumi a direção desta pasta, incumbir o Departamento de Recursos Naturais Renováveis de elaborar um novo anteprojeto de lei florestal que melhor se ajustasse à realidade, representando, ao mesmo tempo, o pensamento do governo atual no que concerne à política florestal brasileira.”

(DCN p. 4156 – 09/06/1965)

O trecho reforça o viés tecnocrático que permeava a administração pública naquele momento. Apesar de reconhecer o valor do resultado das discussões entre especialistas de várias áreas, incluindo também atores sociais interessados na questão, o ministro acreditava que a burocracia do Ministério da Agricultura poderia produzir resultados “mais realistas” e mais alinhados com o pensamento do governo. Então, para avaliar, revisar e legitimar o projeto nascido da burocracia do ministério, Hugo Leme submeteu-o a um conselho de notáveis:

“[...] o aludido departamento elaborou um anteprojeto de lei florestal; ficou afeta a uma Comissão de alto nível, integrada pelos Drs. Victor Abdennur Farah, Presidente do Conselho Florestal Federal e assessor do meu gabinete, João Maria Belo Lisboa, Diretor Geral do Departamento de Recursos Naturais Renováveis, Roberto de Melo Alvarenga, Diretor do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, Benjamin de Campos, conselheiro jurídico deste ministério e Professor Heladio do Amaral Mello, Catedrático de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo”

(DCN p. 4156 – 09/06/1965)

A comissão reconheceu, entretanto, que o novo projeto deveria mesmo tomar como base o projeto de lei 4494-62, considerado “mais técnico, conciso e objetivo, fácil de ser entendido e mais fácil ainda de ser aplicado e que, por conseguinte, é incontestavelmente superior aos demais”. Essa preocupação com a viabilidade de operacionalização das normas concebidas pelo novo anteprojeto decorria das dificuldades técnicas e políticas que o Código Florestal de 1934 impunha para a determinação das áreas a serem preservadas. As áreas a serem preservadas variavam significativamente de região para região, em função de uma imprecisa categorização de florestas - protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento - e ainda dependiam de decretos específicos para sua oficialização. O NCF buscava trazer delimitações mais simples e claras das áreas que deveriam ser destinadas à preservação, oferecendo medidas mínimas, que poderiam ser aumentadas se as autoridades ambientais julgassem necessário.

O que era mais surpreendente, entretanto, era o Executivo encaminhar um projeto de lei florestal que aparentemente contrariava os interesses do empresariado rural, uma vez que limitava a plena e total utilização das terras privadas para agropecuária. O deputado federal opositor do PTB pernambucano Oswaldo Lima Filho foi o último ministro da agricultura antes do golpe de 1964, sendo titular da pasta no governo João Goulart, de junho de 1963 até abril de 1964. Ele expressa essa sensação de surpresa em seu discurso:

“É sobretudo louvável que o projeto, numa época de estranho liberalismo econômico que se apossou o governo atual, voltado para o passado e para formas de atividade político-econômica inteiramente superadas, contenha o preceito de que a propriedade, como dispõe a Constituição, tem um conceito sobretudo de uso social, e, assim, medidas como reflorestamento obrigatório tenham sido objeto de menção na lei. Fixou-se o princípio de que a intervenção estatal em matéria de reflorestamento e de defesa de recursos naturais é uma medida constitucional e um imperativo do bem comum e deve, por isso, figurar na lei.”

(DCN p. 5372 – 06/07/1965)

A mensagem de apresentação do anteprojeto do NCF ao presidente Castelo Branco revela ainda uma contundente argumentação do Ministro da Agricultura Hugo Leme, que

poderia ser hoje em dia atribuída a algum inflamado discurso dos movimentos ambientalistas, sustentando a prerrogativa do Estado brasileiro impor regras sobre o uso das terras privadas:

“A Constituição Federal condiciona o uso da propriedade ao bem-estar social (art.147). Com base neste princípio, as leis estabeleceram gabaritos, áreas de ventilação, tetos de aluguéis e uma série de restrições ao uso da propriedade, sem qualquer indenização aos proprietários. Ora, se o poder público pode criar restrições ao uso da propriedade, que dizer daquelas que são impostas pela própria natureza, antes da existência daquele poder? Assim como certas matas seguram pedras que ameaçam rolar, outras protegem fontes que ameaçam secar, outras conservam o calado de um rio que poderia deixar de ser navegável, etc. São restrições impostas pela própria natureza ao uso da terra, ditadas pelo bem-estar social. Raciocinando deste modo, os legisladores florestais do mundo inteiro vêm limitando o uso da terra sem cogitar qualquer desapropriação para impor essas restrições ao uso. Fixam-nas em suas leis, como um vínculo imposto pela natureza e que a lei nada mais fez do que declará-lo existente.”

(DCN p. 4156 – 09/06/1965)

É preciso registrar que a argumentação dos dois discursos anteriores ficaria esvaziada alguns meses depois, pois em 27 de outubro de 1965 o Ato Institucional número dois (AI-2) suspendia a Constituição de 1946. Apesar da turbulência política do momento, o projeto do NCF encontrava apoio também nos partidos que não faziam parte da base de apoio do governo, como podemos observar na conclusão do pronunciamento do deputado federal opositor Antônio Bresolin do PTB gaúcho:

“Sr. Presidente [da Câmara] e Srs. Deputados, espero que a Casa, examinando este projeto de lei, dê-lhe seu decidido apoio. É iniciativa reclamada a largos anos por todos aqueles que sonham com um Brasil melhor, por todos aqueles que, fora e acima dos partidos políticos, olham para o futuro da nossa pátria com base na realidade brasileira. Não podemos assistir tranquilos, não podemos assistir indiferentes, à continuidade criminosa da devastação das nossas florestas, enquanto as

terras se vão empobrecendo, a população diminuindo e o povo definhando e até passando fome.“

(DCN p. 5437 – 07/07/1965)

Havia no Congresso Nacional um forte descontentamento com os sucessivos fracassos em reformar o Código Florestal de 1934. Com isso, mesmo desaprovando os meios pelos quais o governo impunha a tramitação da matéria e mesmo havendo discordância com o conteúdo de alguns pontos do projeto proposto, parlamentares da oposição viam o NCF como um instrumento importante para a modernização da produção agropecuária no país. Em seu discurso no plenário, o deputado Oswaldo Lima Filho chamou atenção para o insucesso do Código Florestal de 1934:

“[...] essa legislação [Código Florestal de 1934] assim ideal, sem fundamento na realidade, que se tem constituído sempre numa irrisão para o país, a tal ponto que se pode repetir com propriedade ainda hoje o comentário do mestre Capistrano de Abreu, de que no Brasil havia muitas leis, faltava apenas a lei que obrigasse ao cumprimento das demais. O Código Florestal [de 1934], Sr. Presidente e Srs. Deputados, não foge à regra. Nunca tivemos doutrina florestal, nem opinião pública interessada nos problemas florestais. Este é uma país em que o desprezo mais completo e cabal pesa sobre a flora e os recursos naturais da nação. É país onde se pesca a dinamite e a timbó, extinguindo a fauna. É país onde as queimadas constituem forma de cultura a mais primitiva, aquela que data do homem do neolítico“

(DCN p. 5371 – 06/07/1965)

O modo de produção da agropecuária naquela época, menos tecnificado e com menor aplicação das inovações trazidas pela Revolução Verde (mecanização, fertilizantes e praguicidas), era visto pelos parlamentares como fonte de degradação dos solos, dos recursos hídricos e das reservas florestais. O deputado gaúcho Antônio Bresolin relata essa percepção:

“[...] na região que represento, a região Serrana-Missioneira, por mais de uma vez encontrei agricultores que quiseram conversar comigo afirmando que o fumo só dá bons resultados, só produz boa safra se

plantado em terra nova, na chamada roça nova, onde é devastada a floresta. A grande maioria dos nossos agricultores, no meu estado, em Santa Catarina, no Paraná, tem essa mentalidade de devastar a floresta, de explorá-la até exauri-la e depois emigrar para outros lugares onde também haja florestas [...]"

(DCN p. 5437 – 07/07/1965)

O deputado Oswaldo Lima Filho vai mais adiante e destaca também a responsabilidade dos agricultores brasileiros frente à necessidade de conter a erosão dos solos e de preservar os recursos hídricos:

"[...] mas não é impunemente que um povo age assim. O descaso pela erosão do solo arável, como já disse alguém, rouba deste país cerca de 500 milhões de toneladas de solo por ano. E basta alguém viajar de avião sobre o rio Paraná para verificar, nos limites com o Paraguai, na vertente brasileira, os rios vermelhos de lama de terra arável, o que vai empobrecendo o oeste paranaense e o sul do Mato Grosso. Do outro lado, descendo da floresta do Paraguai, os rios azuis, com água clara, ainda não aterrados pelo problema da erosão. A mesma coisa se verifica no São Francisco, de que já se disse que foi o 'rio da unidade nacional', cujas virtudes de tráfego fluvial foram exaltadas ao tempo do Império e que hoje está sendo aterrado paulatinamente, a ponto de a navegação nele se tornar impossível durante seis meses do ano. E mais, na época das enchentes as águas, não encontrando o leito natural, que vai sendo soterrado, ganham as planícies e inundam toda a região"

(DCN p. 5371 – 06/07/1965)

Como é possível observar nos discursos do Ministro da Agricultura e dos parlamentares, o modo de produção agropecuária predominante no Brasil, naquele momento, era tido como causa das mazelas ambientais nas áreas rurais. A derrubada de florestas, a perda de solos férteis e a degradação dos recursos hídricos deviam-se ao avanço da produção agropecuária extensiva em direção a terras virgens. Entretanto, a conservação dos recursos naturais defendida nos discursos pouco estava relacionada com objetivos atuais de conservação da biodiversidade, mas estavam de fato intimamente relacionados com a

preocupação com a perda de produtividade agropecuária e ineficiência de exploração dos recursos naturais como madeira, solo e água.

O NCF que hoje é contestado pela bancada ruralista do Congresso Nacional e pelo Ministério da Agricultura, sob o argumento que a proteção à vegetação nativa nas fazendas diminui a produtividade e competitividade da agropecuária brasileira, na verdade não é fruto de conspirações de ONGs ambientalistas estrangeiras contra o progresso agropecuário do país, mas sim, fruto de um projeto do próprio Ministério da Agricultura para resguardar a produtividade e competitividade do setor. Assim, a reconstituição da discussão política em torno dos projetos indica que os interesses das duas leis – CR e NCF – não eram tidos, na época, como opostos ou excludentes, mas complementares no objetivo de alcançar maior produtividade e competitividade na agropecuária, conservando os recursos naturais necessários para tanto.

Entretanto, o artigo 37 da lei do CR traz a peculiar característica de incentivar o descumprimento (ou ao menos não incentivar o cumprimento) do recém criado NCF, das obrigações tributárias e previdenciárias. O artigo 37 não estava presente na primeira versão do anteprojeto de lei entregue pelo Ministro da Fazenda Octávio Bulhões ao Presidente Castelo Branco e nem no projeto de lei 3125 entregue pelo Presidente para tramitação na Câmara de Deputados. A emenda que daria origem ao artigo 37 foi inserida pela CPE (Comissão de Projetos do Executivo) durante a tramitação do projeto pelo Senado Federal, e receberia a denominação de emenda 12, na sua tramitação final pela Câmara. Quando o projeto de lei do NCF voltou à Câmara de Deputados, a emenda 12 foi analisada e aprovada pela CCJ (Comissão de Constituição e Justiça), pela Comissão de Economia (CE), pela Comissão de Agricultura e Política Rural (CAPR) e em seguida pelo plenário da Câmara. O parecer da CCJ, cujo relator era o deputado Ulysses Guimarães, trazia a seguinte justificativa para a aprovação da emenda 12:

“Amplia o benefício da comodidade da concessão do crédito [...].
Cumprir erradicar o vício de transformar o Banco do Brasil em fiscal e executor de lei e obrigações de outros departamentos de administração, que devem ter meios para tanto”

(DCN p. 8797 – 20/10/1965)

Cabe aqui uma análise crítica mais detalhada da justificativa da CCJ. Se o CR exigisse a apresentação de comprovantes de cumprimento das obrigações fiscais, previdenciárias e de

cumprimento do NCF, as instituições bancárias não estariam assumindo o papel de fiscalizadoras, mas simplesmente exigindo documentos emitidos pelos departamentos responsáveis que atestassem o cumprimento das leis. O artigo 37 abre a possibilidade de o Estado subsidiar o crédito a atividades lesivas ao interesse público e impede que o CR seja um incentivo para a regularização da situação tributária, previdenciária e ambiental das propriedades rurais.

Em 1965, os interesses que moviam o estabelecimento de marcos legais para a conservação de florestas e incremento do crédito rural tinham o denominador comum do aumento da produtividade agrícola. Nas décadas que se seguiram, foi ocorrendo um distanciamento e polarização dos interesses ambientais e da agropecuária, que passaram a ser independentes e, na grande maioria dos casos, conflitantes.

2.5. Novos arranjos institucionais

A expansão do cultivo de soja na década de 1970 do sul para o centro-oeste do Brasil é um caso emblemático dos efeitos socioambientais perversos que acompanharam o crescimento econômico impulsionado pelo CR e pela tecnificação da agricultura. A expansão do cultivo mecanizado da soja provocou o aumento do preço das terras no sul, aumento da concentração fundiária, migração de colonos para o centro-oeste e avanço da fronteira agrícola sobre o cerrado brasileiro (KAIMOWITZ; SMITH, 2001). A política de CR e a tecnificação da agricultura priorizaram uma agricultura intensiva em capital, enquanto o recurso abundante no país era o trabalho. Essa opção de política pública contribuiu para o aumento da legião de despossuídos no meio rural (REZENDE, 2006).

Por outro lado, neste início de século, o setor agropecuário começa a ser avaliado não apenas em função de sua lucratividade e produtividade, mas passa a incorporar variáveis que transcendem os limites das fazendas, como a conservação de ecossistemas (e de serviços ecossistêmicos locais, regionais e globais), migração de populações, impactos na comunidade em torno dos empreendimentos e no desenvolvimento humano dos seus trabalhadores. O desempenho com relação a essas variáveis passa a estar sujeito ao escrutínio de novos atores e instâncias que representam um peso cada vez maior nas decisões do setor agropecuário:

- ⤴ ONGs com papel contestador, fiscalizador, divulgador e negociador com relação aos impactos socioambientais negativos das organizações;
- ⤴ consumidores locais e internacionais cujas escolhas levam em conta o desempenho socioambiental nas cadeias produtivas;

- ⤴ investidores que avaliam o desempenho socioambiental como critério objetivo de mensuração da saúde financeira e solidez dos empreendimentos;
- ⤴ restrições e barreiras socioambientais no comércio internacional.

Merecem destaque no Brasil do século 21 as iniciativas de ONGs ambientalistas na pressão e negociação com as cadeias produtivas da soja e da carne, com expressivos resultados de redução dos impactos socioambientais ao longo de suas vastas e capilarizadas cadeias produtivas (NEPSTAD et al., 2006). A pressão das ONGs sobre esses grupos econômicos tem como retaguarda as novas expectativas dos consumidores quanto ao desempenho dos bens e serviços que consomem, ao longo de todo o seu ciclo de vida, avaliando além das características tradicionais de preço e qualidade, também os impactos socioambientais inerentes aos processos produtivos. O número de consumidores hoje dispostos e aptos a fazer coerentemente esse tipo de julgamento sobre os produtos ainda é bastante restrito, e talvez demande algum tempo para que ganhe escala esse tipo de consumo responsável no Brasil. Entretanto, a principal virtude dessas iniciativas das ONGs é começar a trazer a reflexão sobre os temas globais em conservação ambiental para as escolhas cotidianas do cidadão comum, mesmo que essas escolhas ainda careçam de uma fundamentação mais robusta.

Começam também a surgir novos arranjos institucionais, como o crédito direcionado a atividades que produzam resultados socioambientais positivos. O PRONAF florestal – linha de crédito destinada ao fomento de atividades florestais sustentáveis na agricultura familiar – começou a ser implementado em 2002, quase quatro décadas depois da instituição da lei do CR, e ainda assim, dispõe de poucos recursos em relação ao seu enorme desafio de conciliar desenvolvimento humano e conservação das florestas, por meio da exploração sustentável dos recursos florestais (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009).

No outro extremo do espectro dos segmentos que compõem o setor agropecuário temos outro exemplo de condicionamento do crédito ao desempenho socioambiental. O grupo brasileiro Amaggi, maior exportador privado de soja no mundo, adotou uma estratégia de adequação de suas atividades aos critérios socioambientais da IFC (*International Finance Corporation*), braço do Banco Mundial para empréstimos privados (IFC, 2006), para obter da instituição financiamentos aos seus investimentos (STICKLER; ALMEIDA, 2008). O objetivo, além de obviamente obter os recursos financeiros, era obter da IFC uma chancela internacionalmente reconhecida de qualidade e conformidade socioambiental de suas operações, o que seria muito relevante para garantir o acesso de seus produtos a mercados

internacionais com exigências socioambientais cada vez mais restritivas.

Contudo, é preciso destacar que o artigo 37 da lei do CR permanece em vigor, e assim, medidas louváveis como a recente iniciativa do Banco do Brasil – instituição responsável pela maior parte dos empréstimos de CR (BRASIL, 2009) – em restringir o crédito a quem não cumprir o NCF (ISA, 2011), podem sofrer contestações quanto à sua legalidade. Para dar maior lastro legal a esse tipo de iniciativa, é imprescindível que o anacrônico artigo 37 seja revogado.

2.6. Considerações Finais

A reconstituição histórica da discussão que criou o Crédito Rural e o Novo Código Florestal, nascidos do mesmo berço em 1965 mostrou, ao contrário do que se supunha, que seus objetivos não eram vistos como antagônicos pelas forças políticas que os conceberam. As leis tinham como denominador comum a expectativa de incremento da competitividade e da produtividade agropecuária. Entretanto, a condição estabelecida pelo artigo 37 da lei do CR, de que seus empréstimos não seriam condicionados ao cumprimento do NCF, das obrigações tributárias e previdenciárias, acabou simbolizando a opção de priorização dos investimentos voltados ao incremento da produção agrícola nacional, em detrimento da conservação ambiental e desenvolvimento social no campo.

A aprovação do NCF e do CR ocorreu em um momento peculiar da história política do país, no início de um regime de exceção, mas enquanto ainda era possível um certo debate democrático no Congresso Nacional. Era possível discutir e alterar as propostas enviadas pelo Poder Executivo, mas o debate era limitado pelo restrito prazo imposto pelo Ato Institucional e pela ausência de parlamentares cassados. O NCF, que hoje é o principal marco legal para a conservação de vegetação nativa em áreas privadas e também o principal ponto de atrito entre as bancadas ambientalista e ruralista no Congresso, foi proposto pelo Ministério da Agricultura e teve apoio de um deputado da oposição que também já havia ocupado o cargo de Ministro da Agricultura, algo difícil de se imaginar no atual contexto. Os sistemas de crenças (*belief systems*) que guiavam as ações dos atores políticos que propuseram e aprovaram o NCF em 1965 certamente diferem muito daqueles que guiam os atuais ruralistas, visto que a conservação ambiental era considerada na época como um vetor positivo para o incremento da produtividade da agricultura, e não como um obstáculo para o crescimento econômico.

Este estudo permite inferir que o caminho que as duas legislações percorreram teria mesmo sido fortemente influenciado pelas suas origens, o que corrobora a hipótese de

dependência da trajetória (*path dependence*). Assim como no trecho bíblico proposto no título deste artigo, desde a gênese já se sabia qual seria o filho preferido, qual disporia de mais recursos e teria suas demandas priorizadas. A diferença em relação ao trágico fim da história de Caim e Abel é que, no século 21, por meio das oportunidades que surgem com os novos arranjos institucionais, o Crédito Rural e o Novo Código Florestal têm a possibilidade de convergir novamente seus objetivos, agora não somente em torno do incremento da produtividade e competitividade, mas na direção de um maior desenvolvimento socioambiental na agropecuária brasileira.

Referências bibliográficas

- ALSTON, L. J.; MUELLER, B. Legal reserve requirements in Brazilian forests: Path dependent evolution of *de facto* legislation. **Revista Economia**, v. 8, n. 4, p. 25-53, 2007.
- ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Introduction: the role of agricultural technologies in tropical deforestation. In: ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. (Org.), **Agricultural Technologies and Tropical Deforestation**. Reino Unido, Oxon: CABI Publishing Wallingford, 2001. pp. 1-17.
- BRASIL – CÓDIGO FLORESTAL. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Brasília, DF, 1965a.
- BRASIL – CRÉDITO RURAL. Lei nº 4.829 de 5 de novembro de 1965. **Institucionaliza o Crédito Rural**. Brasília, DF, 1965b.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo agropecuário 2006 – Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006a. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - MAPLA. **Lei Orçamentária – 2006, anexo IV: detalhamento das ações – órgãos do Poder Executivo**. Brasília, DF: MAPLA, 2006b. Disponível em:
<http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Leis/060516_lei_11306_vol_4.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília, DF: MDA, 2008. Disponível em:
<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/Manual_Agroflorestal.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. Banco Central do Brasil – BACEN. **Anuário estatístico do crédito rural 2009**. Brasília, DF: BACEN, 2009. Disponível em:
<<http://www.bcb.gov.br/?RELRURAL>>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Base de dados – PIB municipal 1999-2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em:
<ftp://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2004_2008/banco_dados.zip>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- CONTADOR, V. **Modelo econômico e projeto de nação-potência: Brasil 1964-1985**. 2007.

- 409 f. Tese (Doutorado em História Econômica) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.
- DRUMMOND, J. A. A legislação ambiental brasileira de 1934 a 1988: Comentários de um cientista ambiental simpático ao conservacionismo. **Ambiente e Sociedade**, v. 2, n. 3-4, p. 127-149, 1999.
- GASQUES, J. G.; VERDE, C. M. V.; BASTOS, E. T. Gastos públicos em agricultura: retrospectiva e prioridades. **Textos para discussão IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada)**. Texto para discussão 1225, 2006. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1225.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- HANSEN, M. C.; STEHMAN, S. V.; POTAPOV, P. V. Quantification of global gross forest cover loss. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 7. n. 19, p. 8650-8655, 2010.
- IFC - INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. **International Finance Corporation's performance standards on social & environmental sustainability**. Washington, D.C.: IFC, 2006. Disponível em: <[http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/pol_PerformanceStandards2006_full/\\$FILE/IFC+Performance+Standards.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/pol_PerformanceStandards2006_full/$FILE/IFC+Performance+Standards.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- IGARI, A. T.; TAMBOSI, L. R.; PIVELLO, V. R. Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: investigating trade-off on hotspot preservation in the State of São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, v. 44, p. 346-355, 2009.
- ISA – Instituto Socioambiental. Banco do Brasil começa a restringir crédito de quem não cumprir Código Florestal a partir de junho. **Notícias Socioambientais**, ed. 9 de fevereiro, 2011. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/nsa/detalhe?id=3252>>. Acesso em: 02 mar. 2011.
- KAIMOWITZ, D.; SMITH, J. Soybean technology and the loss of natural vegetation in Brazil and Bolívia. In: ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. (Org.), **Agricultural Technologies and Tropical Deforestation**. Reino Unido, Oxon: CABI Publishing Wallingford, 2001. pp. 195-211.
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 92-99, 2010.
- NEPSTAD, D.; STICKLER, C. M.; ALMEIDA, O. Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p.1595-1603, 2006.

- NEPSTAD, D.; SOARES-FILHO, B. S.; MERRY, F.; LIMA, A.; MOUTINHO, P.; CARTER, J.; BOWMAN, M.; CATTANEO, A.; RODRIGUES, H.; SCHWARTZMAN, S.; MCGRATH, D. G.; STICKLER, C. M.; LUBOWSKI, R.; PIRIS-CABEZAS, P.; RIVERO S.; ALENCAR A.; ALMEIDA, O.; STELLA, O. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 326, p. 1350-1351, 2009.
- NORTH, D. C. Institutions and economic growth: an historical introduction. **World Development**, v. 23, n. 4, p. 1319-1332, 1989.
- NORTH, D. C. The historical evolution of polities. **International Review of Law and Economics**, v. 14, n. 4, p. 381-391, 1994.
- OMC – Organização Mundial do Comércio. **International trade statistics 2009**. Genebra: WTO Publications, 2009. Disponível em:
<http://www.wto.org/english/res_e/statistics_e/its2009_e/its09_toc_e.htm> Acesso em: 16 jan. 2011.
- REZENDE, G. C. Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola no Brasil: uma avaliação crítica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 1, p. 47-78, 2006.
- SANTOS, M. H. P. Roberto de Oliveira Campos – homem de ação do governo Castelo Branco. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 2, p. 112-121, 2000.
- SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal Brasileiro. **Novos Estudos**, v. 88, novembro, p. 181-205, 2010.
- STICKLER, C. M.; ALMEIDA, O. T. Harnessing international finance to manage the Amazon agro-industrial explosion? The case of International Finance Corporation loans to Grupo Maggi. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 27, n. 1-2, p. 57-86, 2008.
- UH – Última Hora. Crise vence “revolução”: faltam açúcar, sal e arroz, e café subirá. **Jornal Última Hora**, ed. 17 de junho, p. 2, 1964. Disponível em:
<<http://www.arquivoestado.sp.gov.br/uhdigital/pesquisa.php>>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- _____. Exportações. **Jornal Última Hora**, ed. 15 de setembro, p. 4, 1965a. Disponível em: <<http://www.arquivoestado.sp.gov.br/uhdigital/pesquisa.php>>. Acesso em: 16 jan. 2011.
- _____. Borghoff ganha força para pegar boi e pede licença. **Jornal Última Hora**, ed. 15 de setembro, p. 8, 1965b. Disponível em:<
<http://www.arquivoestado.sp.gov.br/uhdigital/pesquisa.php>>. Acesso em: 16 jan. 2011.

Capítulo 3

**Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection:
Investigating this trade-off on hotspot preservation
in the State of São Paulo - Brazil**

Alexandre Toshio Igari, Leandro Reverberi Tambosi & Vânia Regina Pivello
*Artigo publicado em 2009 no periódico **Environmental Management** 44(2): 346-355*

Resumo

Antes do desmatamento, o estado de São Paulo tinha 79.000 km² cobertos pelas fisionomias de Cerrado (savana brasileira), mas hoje restam no estado apenas 8.5% deste *hotspot* de biodiversidade, a maior parte em terras privadas. A demanda global por produtos agropecuários impôs uma forte pressão sobre as áreas naturais, e as decisões econômicas dos gestores do agronegócio são cruciais para o destino das áreas remanescentes do domínio do Cerrado (ARDC) no Brasil. Nosso objetivo foi investigar a efetividade da política brasileira de áreas protegidas privadas, e propor uma alternativa factível para promover a proteção das ARDC. Este artigo avaliou os principais custos de oportunidade do agronegócio para a preservação de áreas naturais: a lucratividade do uso da terra e o preço da terra arável. O percentual de ARDC e os custos de oportunidade foram estimados para 349 municípios do estado de São Paulo por meio de dados espaciais secundários e valores de lucratividade dos 38 principais produtos agropecuários. Nós verificamos que a política brasileira de áreas protegidas privadas fracassa em preservar as ARDC, apesar dos valores das multas por não conformidade serem maiores que os custos de oportunidade médios. O cenário com leis muito restritivas quanto às áreas protegidas privadas e as historicamente altas taxas de juros bancários nos permitiram conceber uma factível proposta de *cross-compliance* (conformidade cruzada) que pudesse aprimorar as políticas ambiental e agrícola.

Palavras-chave: Custos de oportunidade agropecuários, Conservação do *hotspot* de Cerrado, Política de áreas protegidas privadas, *Cross-compliance*

Abstract

Prior to deforestation, São Paulo State had 79,000 km² covered by Cerrado (Brazilian savanna) physiognomies, but today less than 8.5% of this biodiversity hotspot remains in the state, mostly in private lands. The global demand for agricultural goods has imposed strong pressure on natural areas, and the economic decisions of agribusiness managers are crucial to the fate of Cerrado domain remaining areas (CDRA) in Brazil. Our aim was to investigate the effectiveness of Brazilian private protected areas policy, and to propose a feasible alternative to promote CDRA protection. This paper assessed the main agribusiness opportunity costs for natural areas preservation: the land use profitability and the arable land price. The CDRA percentage and the opportunity costs were estimated for 349 municipal districts of São Paulo State through secondary spatial data and profitability values of 38 main agricultural products. We found that Brazilian private protected areas policy fails to preserve CDRA, although the values of non-compliance fines were higher than average opportunity costs. The scenario with very restrictive laws on private protected areas and historical high interest rates allowed us to conceive a feasible cross-compliance proposal to improve environmental and agricultural policies.

Keywords: Agricultural opportunity costs, Cerrado hotspot conservation, Private protected areas policy, Cross-compliance

3.1. Introduction

A closer look into Brazilian native vegetation draws our attention to the Cerrado, a biome even more threatened than the Amazon Rainforest (Ratter 1997). The Cerrado is the world's most biodiverse savanna, with high degree of endemism and very high rate of environmental loss, thus regarded as a biodiversity hotspot (Myers and others 2000). It is the second largest biome in Brazil, and is enduring a rapid land conversion to economic use. Cerrado physiognomies covered more than 2 million km² in Brazil, and today less than 45% of the original area remains (Klink and Machado 2005). The main reasons to this massive land conversion are the lack of specific legal protection to this biome (in comparison with other biomes, such as the Amazon Rainforest and the Atlantic Forest) and the development of agricultural technologies, which made possible to increase crop productivity in the harsh Cerrado soils (Ratter 1997; Klink and Machado 2005).

Land conversion in the Cerrado began in the southeastern states of Brazil, where almost all natural areas have been converted into planted pastures or crops. According to the Brazilian map of biomes (MMA/IBGE 2004), the Cerrado physiognomies covered 32% of São Paulo State (about 79,000 km²), an area equivalent to almost twice the area of the Netherlands. According to Metzger and Rodrigues (2008), São Paulo State currently has less than 8.5% of its original Cerrado area, which is today scattered in few and small patches, and less than 6.5% of the remaining patches are protected as natural reserves. Therefore, the major portion of the remaining patches lays in private properties, subjected to landowners' decisions.

São Paulo State represents less than 3% of the Brazilian territory, but accounts for more than one third of the national gross domestic product (GDP), and more than 21% of the country's population (IBGE 2007a; IBGE 2007b). The state also presents a wealthy agribusiness, as the country's major biofuel producer from sugarcane, and the largest wood producer for the paper industry, while cattle ranching accounts for more than 10 million animals (IBGE 2006a; IBGE 2006b; IBGE 2006c).

The global demand for agricultural goods (food, fiber and biofuel) is increasing the pressure on natural areas in developing countries (Balmford and others 2005) and, in Brazil, the trade-off between agricultural expansion and the preservation of private natural areas is driven by the balance between agribusiness revenues and the non-compliance fines imposed by environmental laws.

Brazil presents very restrictive environmental laws, and the main law for the preservation of private natural areas is the Forest Code (Federal Law 4771), passed in 1965.

This law states that a certain percentage of rural properties must keep its natural cover. Such area is called Legal Reserve (LR), and must be assigned on the ownership title. The size of the LR varies from 80% of the rural property in the Legal Amazon region to 20% in other biomes (Chomitz 2004; Young 2005; Klink and Machado 2005). The Forest Code also states that rural properties must preserve riparian forests, natural vegetation on hilltops and slopes greater than 45°, which are classified as APP (Area of Permanent Preservation), and LR size cannot include the APP (Chomitz 2004). Therefore, rural properties in the state of São Paulo must preserve at least 20% of their total area as LR, plus areas classified as APP.

Brazilian private protected areas policy presents a “command-and-control” approach, and it relies on the “polluter pays” principle (Siebert 1998). Thus, private benefits of landholders cannot imply public welfare losses, and they have to preserve natural areas in order to provide a minimum amount of public environmental services. Therefore, landholders have to bear all opportunity costs, and non-compliance with environmental laws is punished with expensive fines (Chomitz 2004; Young 2005). The fine for cutting down LR was established in 1999 through the Federal Decree 3179, and its value was R\$1,000 per hectare, about US\$444 at 03/20/2009 exchange rate (FED 2009). In 2005, the Federal Decree 5523 raised the fine value to R\$5,000 per hectare (around US\$2,222). The main landholders’ opportunity costs to preserve natural areas are the land use profitability and the arable land price (Ando and others 1998; Naidoo and Iwamura 2007).

In this scenario, the economic decisions of agribusiness managers are crucial to the fate of Cerrado domain remaining areas (CDRA) in São Paulo State. The aim of this study was to investigate the effectiveness of the present private protected areas policy, and to propose a feasible alternative to promote CDRA protection given the main opportunity costs for natural areas preservation in agribusiness activities: the land use profitability and the arable land price.

3.2. Methods

São Paulo State is divided in 645 municipal districts (IBGE 2007a), and we analyzed those that had more than 10% of their area under Cerrado domain (Fig. 1), in a total of 349, representing 98% (77,389 km²) of the Cerrado domain area (MMA/IBGE 2004) in São Paulo. We used ArcGIS 9.2 software (ESRI 2008), to undertake the spatial analysis on the natural areas database of São Paulo State (São Paulo 2005), which is the result of a 1:50,000 land use mapping through LANDSAT-TM images from 2002. Since this natural areas database is the most recent spatial data of São Paulo remnants, we undertook all economic assessment

(agricultural production, profitability, land price, interest rates and exchange rates) from 2002 data, to allow a suitable analysis. Also, we adopted the 2002 fine value for cutting down LR (R\$1,000 per hectare) instead of the present fine value (R\$5,000 per hectare). All economic values in this study were converted from Brazilian currency (reais) to US dollars using the average exchange rate of 2002 (US\$1.00 = R\$2.92) ([FED 2009](#)).

To determine the CDRA percentage in each municipal district of the study area, the Cerrado domain area was superposed to the remnant vegetation patches, which reflected the conservation status of Cerrado domain vegetation. Also, the amount of arable land (AL) was estimated for each municipal district by subtracting urban areas, water reservoirs, natural reserves, and natural vegetation outside reserves from the total municipal district area.

To estimate the average annual agricultural profitability per hectare in each municipal district, we assessed the area covered in 2002 by the 38 main agricultural products (avocado, banana, bean, beef cattle, carrot, coffee, cotton, cucumber, eucalyptus, garlic, grape, guava, lemon, lettuce, maize, mango, manioc, melon, onion, orange, papaya, passion fruit, peach, peanut, pine, pineapple, potato, rice, rubber, sorghum, soybean, sugarcane, sunflower, sweet pepper, tangerine, tomato, watermelon and wheat) ([IEA 2002](#)). We assessed the profitability ([Agrianual 2003](#); [Anualpec 2003](#)) and the production ([IEA 2002](#)) of these items in the total AL for each municipal district. As annual crops usually can be harvested twice a year, the production database ([IEA 2002](#)) recorded each harvested area separately, ensuring an accurate assessment of the total agricultural profitability in each municipal district. However, this double-counting of harvested areas could overestimate the real AL. Thus, to avoid double counting, we used the amount of AL estimated from the 2002 land use map ([São Paulo 2005](#)).

The assessment of the average profit per hectare ([Agrianual 2003](#); [Anualpec 2003](#)) took account of net revenues, variable production costs (e.g. seeds, fertilizers, labor) and management costs. To assess the average profitability per hectare of eucalyptus and pine we adopted the data from EMBRAPA, the Brazilian Agricultural Research Agency ([Dossa and others 2002a](#); [Dossa and others 2002b](#)). To estimate the annual average profit per hectare of the extensive cattle ranching activity in each municipal district, we considered the pasture area and the total meat production (revenue and weight) in each municipal district ([IEA 2002](#)) and then we assessed the average cost per unit weight in 2002 ([Anualpec 2003](#)). This change in the methods was necessary because the profitability per hectare presents wide variations according to cattle density on pastures.

Most arboreal fruits were recorded in the production database as number of plants ([IEA 2002](#)), thus we converted that information to cultivated area (hectare) applying a density

factor to each crop (Agrianual 2003). The cultivation of perennial products usually requires an implementation stage, which may result in negative profitability for a given time, depending on the product. In this study we considered the average annual product profitability including all the development stages, from implementation to maturity.

Arable land prices in 2002 were surveyed in the IEA database according to the municipal district (IEA 2002). As the assessment of arable land opportunity costs depends on the interest rate, we adopted the average official Brazilian interest rate (SELIC) in 2002, which was 19.11% per year (BCB 2002a).

To explore the existence of correlation between the agricultural opportunity costs (average annual agricultural profitability and average arable land prices) and CDRA percentages, according to the municipal district, we performed a Spearman rank correlation analysis (Zar 1999). Then, we verified if CDRA percentages were in compliance with the minimum percentage of LR imposed by law (20%), and if the fine amount for non-compliance with the law (US\$342 per hectare) was higher than opportunity costs. The average annual agricultural profitability was directly comparable to the fine amount, however, the fine amount had to be converted to an equivalent arable land price (EALP) to become comparable to land prices. Therefore, the fine amount (US\$342 per hectare) was divided by the interest rate (19.11% per year) resulting in a minimum land value (EALP = US\$1,790 per hectare) in which the non-compliance with the law would be economically attractive.

3.3. Results

The 38 agricultural products accounted for 11.3 million hectares in 2002 (Table 1), which represented 86% of the total arable land of the study area (13.2 million hectares) estimated from the spatial database (São Paulo 2005). The total agricultural revenue and the total cost in the study area were respectively US\$5.51 billion and US\$4.07 billion, resulting in a total annual agricultural profit of US\$1.44 billion (Table 1). Thus, the annual average profitability of the study area was US\$109.00 per hectare.

The eight main agricultural products in the region accounted for 95.2% of the total cultivated area; cattle ranching (54.4%) and sugarcane crops (19.1%) combined accounted for 73.5% of the total cultivated area (Table 1). Of the eight main products, only orange showed annual profitability (US\$1,165 per hectare) higher than the fine amount for cutting down LR (US\$342 per hectare). That high annual profitability put orange production at the top annual profitability in the study region (36.1 %), although it accounted only for 3.9% of the cultivated area. The set of 13 products included in the class “Fruits except orange” also

showed average annual profitability (US\$389) higher than the fine value.

Comparing the average annual profitability and the percentage of CDRA in each municipal district with the fine amount for cutting down LR (US\$342 per hectare) and the minimum LR percentage imposed by law (20%), we verified that only 6 of the 349 municipal districts of the study area presented average annual profitability above the fine value (Fig. 2 - quadrants A), and only 5 municipal districts (1.4%) showed CDRA percentages higher than 20% (Fig. 2 - quadrants D). There were 338 municipal districts with CDRA percentages below the legal obligation and below the fine value (Fig. 2 - quadrant C), and there were no municipal districts above the legal obligation and above the fine value (Fig. 2 – quadrant B).

Municipal districts in quadrants A, C and D (Fig. 2) showed different land uses (Fig. 3). Orange was the main product in A, where its percentage (32.7%) was almost ten times higher than in C and D; conversely, average pasture percentage in A (13.7%) was more than three times lower than in C and D. Land use percentages in C were similar to the percentages showed in table 1. In D, average CDRA percentage (26.5%) was more than four times higher than the average percentage in A and C, and the main land use were pasture (45.5%), eucalyptus and pine silviculture (8.1%), coffee (5.4%) and sugarcane (6.7%), which represented less than half the average sugarcane percentage in A and C.

The relationship between the price of arable land and the percentage of CDRA (Fig. 4) showed 100 municipal districts with average arable land prices higher than EALP (US\$1,790 per hectare) in which it would be economically attractive not to comply with the law (Fig. 4 – quadrants A and B). There were 246 municipal districts with CDRA percentage below the legal obligation and average arable land price below US\$1,790 per hectare (Fig. 4 - quadrant C). In the entire study area, average arable land price was US\$1,799 (standard deviation = US\$725).

Both opportunity costs analyzed, the average annual agricultural profitability ($r^2=0.032$; 347 d.f.; $P=0.0008$) and the arable land price ($r^2=0.077$; 347 d.f.; $P=0.0000001$) did not show significant correlation with CDRA percentages in the study area.

3.4. Discussion

Opportunity costs and Private protected areas policy

Our survey on the literature reporting agricultural opportunity costs corroborated the average annual profitability found in this study. Naidoo and Iwamura (2007) undertook a global scale study and found an average gross agricultural revenue of US\$55 ± US\$130 per hectare. In finer scale studies, Azzoni and Isai (1994) in Brazil, Naidoo and Adamowicz

(2005) in Uganda, Kosoy and Others (2007) in Nicaragua, Northon-Griffiths and Southey (1995) in Kenya, Muñoz-Piña and others (2008) in Mexico, Rasul and Tapha (2007) in Bangladesh, Yaron (2001) in Cameroon, and Olschelski and Benitez (2005) in Ecuador assessed agricultural revenues as opportunity costs for natural areas preservation and found values ranging from US\$25 to US\$492. The variation in agricultural revenues depends on the type of agricultural activity, the estimation method, the interest rate adopted, distance from producer to consumer centers, the country's trade characteristics, available transportation structure, and several other variables.

The agriculture in São Paulo State is strongly concentrated in a few products and the comparison between the type of agricultural land use and CDRA percentages suggest that pasture, eucalyptus, pine tree and coffee cultures can be positively correlated to higher CDRA percentages, while sugarcane production can be negatively correlated. Although there is a wide variation around average values, this is a concerning scenario, given the accelerated expansion of sugarcane crops over other land uses in São Paulo State (Camargo and others 2008).

The municipal districts where the average annual profitability is higher than the fine amount can be explained by the high proportion of orange crops, a more profitable product, and the low amount of pasture for extensive cattle ranching, which is a less profitable activity. Fruit production in general results in very high average revenues (Naidoo and Iwamura 2007). Coffee production caused economic losses due to low prices in 2002, and lowered the average annual profitability in some municipal districts where that culture was representative.

The opportunity costs presented here - the agribusiness profitability and the arable land price - show two different and excludable alternatives to agribusiness managers: they can either plant the arable land and get the profits, or they can sell or rent the land and get revenues compatible with the interest rate. But both cases represent alternative opportunity costs to the preservation of the CDRA, and must be considered in private protected areas policy for the entire area.

Our results comparing average annual profitability and the level of Cerrado preservation in the state of São Paulo showed a high degree of law disregard, since 98.6% of the municipal districts in the study area had less than 20% of CDRA, although the average profitability value (US\$109 per hectare) was quite lower than the fine amount for cutting down the LR vegetation (US\$342 per hectare). Moreover in 2002 there was a fine for hindering natural vegetation regeneration (US\$103 per hectare) that could be imposed annually and increased 3 times in case of recurrence. The number of municipal districts in

compliance with the Forest Code may be even smaller, because the natural areas mapped as CDRA did not differentiate APP from LR, thus, some of the natural areas accounted as LR may actually be APP, which are protected independently.

The average arable land price in the study area was US\$1,799 per hectare, and if we apply the interest rate (19.11%), the average annual opportunity cost for the land ownership would be US\$344 per hectare, slightly above the fine amount. In this case, the fine amount would not be high enough to hinder CDRA exploitation. As the interest rate increases, more municipal districts with cheaper lands would be above the limit imposed by law and therefore would not be interested in keeping CDRA.

The situation where average annual arable land opportunity costs (US\$344 per hectare) is more than three times the average annual agricultural profitability (US\$109 per hectare) does not make economic sense. To understand the situation, we must take into account the following conditions:

- ⤴ the main agricultural products in the study area are commodities (meat, sugarcane, soybean, wheat, orange, coffee, paper pulp), and their prices are determined by international markets;
- ⤴ the main input prices (seeds, fertilizers, pesticides, fuel) are also internationally set;
- ⤴ thus, the profitability of the main agricultural products in the study area depends on the international economic scenario;
- ⤴ the interest rate in Brazil is the main economic policy tool to control inflation, and historically it is far above international levels (BCB 2002a).

Given these conditions, the economic viability of Brazilian agribusiness relies on the subsidized agricultural credit policy. In 2002, while the official interest rate (SELIC) was 19.11% per year, the subsidized interest rate for agricultural activities (rural credit) was 8.75% per year (BCB 2002b), less than half the SELIC rate. Thus, if we apply the subsidized interest rate to the average land value in the study area ($\text{US\$1,799} \pm 725$) the annual opportunity cost value falls to $\text{US\$157} \pm 63$, which is compatible with the average annual profitability in the area (US\$109).

The payment for environmental services (PES) schemes is not suitable to the study area due to the high opportunity costs (Wunder 2007). In developing countries, such as Mexico (Muñoz-Piña and others 2008) and Costa Rica (Barton and others 2009; Miranda and

others 2006; Sierra and Russman 2006; Chomitz and others 1999), the annual values paid to landowners to set aside natural areas were around US\$27 and US\$42 per hectare respectively. These values are far below the average annual opportunity costs to landowners in São Paulo State. Even the average annual value paid by USDA Conservation Reserve Program (CRP) in United States, which was US\$111 per hectare (USDA 2006; Baylis and others 2008), was just slightly higher than the average profitability found in this study. Only in China (Uchida and others 2005) we found a PES value reasonably higher than São Paulo State average opportunity costs, as the Chinese Grain for Green Program paid annually US\$353 per hectare for land retirement. Both programs CRP and Grain for Green are too expensive and the Brazilian environmental institutions could not afford such huge expenses (Young 2005). The easier alternative would be to keep the “command-and-control” approach, and raise the fine amount, hoping that higher fine values would change landowners’ behavior. And this is exactly what policy makers have recently done. In 2005 the Federal Decree 5523 (08/25/2005) raised the fine amount for cutting down the LR to R\$5,000 and in 2008 the Federal Decree 6686 (12/10/2008) raised the fine for hindering natural vegetation regeneration to R\$5,000 (around US\$2,222 on 03/20/2009 exchange rate, FED 2009). There is no recent comprehensive CDRA survey to assess the effectiveness of such fine increase. Giannakas and Kaplan (2005) and Ozanne and others (2001) emphasize the role of monitoring effort and landowners’ sensibility to risk on environmental policy enforcement. Although the fine values were higher than landowners’ opportunity costs, the lack of surveillance on environmental compliance probably hinders the achievement of conservation targets. But even if enforcement produced effective CDRA conservation, it would be socially unfair that private landowners bear the costs of conserving the majority of the remnants of a global biodiversity hotspot. This situation could be unsustainable because landowners would certainly apply all their political influence to change environmental laws, and the outcome could be even worse than the present environmental situation.

The absence of a significant correlation between agricultural opportunity costs and CDRA percentages suggests that landowners disregard the possibility of environmental penalties in their decisions about land use. Even the municipal districts with the least profitable agricultural activities and the cheapest arable lands were not in compliance with LR minimum percentage (20%).

Cross-compliance proposal

Given the restrictive set of environmental laws and the historical high interest rates, Brazilian agribusiness faces two challenges: the environmental challenge, in which it faces legal environmental restrictions for land use; and the financial challenge, where high interest rates to finance its costs can endanger the agribusiness economic viability. Furthermore, enforcement of environmental laws could impose heavy financial losses through fine imposition and decrease in cultivated area (illegal cultivated areas in LR and APP). These financial losses could even increase loan insolvency, insurance prices, and consequently increase the financial costs to the entire agribusiness. However, from this double challenge, it is possible to build a feasible cross-compliance scheme to conserve hotspots in Brazil.

According to Kramer and Batie (1985), cross-compliance strategies had their origins in soil conservation policies during the New Deal era. Government benefits were granted in order to reduce agricultural production in areas more prone to soil erosion. The expected outcome of this policy was the increase in commodity prices and in the level of soil conservation after the crisis of 1929. Later, the environmental objectives of the cross-compliance schemes gained more space, and the Sodbuster Bill of 1984 denied federal price support, crop insurance and other benefits to farmers who plow highly erodible land.

In EU, the discussion about cross-compliance strategies aiming to conciliate agricultural and environmental objectives emerged in 1990s. Cross-compliance strategies took place in “Agenda 2000” reform of Common Agricultural Policies (CAP) and have been implemented since 2003. Agricultural subsidies were decoupled from agricultural yield and became dependent on the compliance with environmental standards (Bennett and others 2006).

Cross-compliance schemes can either make agricultural benefits (direct payments, support prices, loans, tax credits) contingent to attain conservation standards (“red ticket” approach), or alternatively, the benefits of agricultural programs can increase if farmers meet or exceed conservation standards (“green-ticket” approach) (Batie and Sappington 1986).

Despite national particular characteristics, most cross-compliance schemes in USA and in EU adopted the “red ticket” approach (Claassen and others 2008; Baylis and others 2008; Posthumus and Morris 2008; Mosnier and others 2008; Graaff and others 2008; Herzog and others 2008; Hoag and Holloway 1991; Giannakas and Kaplan 2005). A “red ticket” cross-compliance scheme is also beginning to be implemented in the Legal Amazon, to halt the deforestation produced by cattle ranching and soybean crops. The National Monetary Council, which is the institution responsible for ruling the financial market in Brazil, enacted a norm (National Monetary Council norm 3545, 02/28/2008) that demands some environmental

compliance requirements in order to grant agricultural loans in Amazon biome.

However, “red ticket” cross-compliance schemes can become unattractive to landowners in Brazil because the two challenges (environmental and financial) would be merged in one even larger challenge, since environmental compliance could become another restriction to attain subsidized loans. Thus a massive landowner support to this type of cross-compliance scheme would not be expected (Young 2005).

A “green ticket” cross-compliance approach would have much better acceptance, given the unattended demand for cheaper agricultural credit. The results showed that the total costs for agricultural production were US\$4.07 billion, while according to the annual report of agricultural subsidized credit program (BCB 2002b), the municipal districts in the study area received US\$852 million in agricultural loans. This is slightly more than 20% of the total agricultural costs in the study area, therefore almost 80% of the agricultural costs were being borne by farmers, either by self-financing capacity, or by taking loans at market-set interest rates. Even in the self-financing alternative, when farmers do not have to effectively pay a high interest rate, there are financial losses given the opportunity costs of their own assets (e.g. agricultural land, cash).

Our proposition to build a “win-win” cross-compliance scheme is to introduce foreign environmental financial sources (e.g. World Bank or international NGOs) to increase the level of subsidized loans to landowners who are in compliance with environmental targets. The scheme would be attractive to foreign environmental financial sources because even the subsidized interest rates in Brazil are very competitive compared to the interest rates in developed countries (FOREX 2009). Furthermore, these would be short-term loans, if compared to other environmental projects. Landowners would benefit from a higher availability of subsidized resources to make new investments, which could increase the productivity and profitability, even in compliance with environmental laws. And if there would be compliance with Brazilian restrictive set of environmental laws, a significant portion of the Cerrado hotspot and other important biomes would be conserved in private lands. Thus, this cross-compliance environmental scheme would induce a more efficient and greener economy (Altman 2001).

However, it is not possible to foreign institutions to lend money directly to Brazilian farmers. The financial operation has to be done through public or private Brazilian banks. There are already two examples of Brazilian private banks (Banco Real and Unibanco) financing environmentally friendly initiatives. Banco Real is a local branch of ABN Amro Bank (recently acquired by Santander Bank), and is a founder-member of the Equator

Principles (www.equator-principles.com). These principles aim to assess the social and environmental impacts of the activities to be financed. Banco Real have incorporated the Equator Principles in its risk analysis, and have also achieved in late 2007 a US\$200 million credit line from IFC (International Finance Corporation, the financial branch of World Bank Group – www.ifc.org) to finance sustainability-oriented business activities.

Unibanco is a locally controlled private bank of Brazil, which have recently joined its operations to Itaú Bank and became the largest Brazilian private bank and one of the largest banks of America. Unibanco and Itaú have also adopted the Equator Principles, and Unibanco was the first locally controlled bank in Brazil to obtain, in June 2008, a sustainability credit line from IFC. The total credit line is US\$200 million, and US\$75 million are already available to finance sustainable projects.

Other important public and private banks operating in Brazil have also adopted the Equator Principles, such as Bradesco, Banco do Brasil, HSBC, and could also sign sustainability credit lines with IFC. Thus, this could be a feasible way to implement cross-compliance schemes in Brazil. However, the Equator Principles were intended to assess projects larger than US\$10 million, and most agricultural loans in Brazil are much smaller than this value (BCB 2002b). Furthermore, several financial institutions are being accused of using the Equator Principles to “green-wash” their operations in developing countries (Scholtens and Dam 2007).

Banco do Brasil is a federal bank that has adopted the Equator Principles, and is the most important institution for agricultural financing in Brazil. Although 55% of the subsidized agricultural financing in 2002 came from public federal banks (BCB 2002b), this study showed a negligible level of compliance with legal environmental standards in the study area. This may represent a lack of integration between agricultural and environmental public policies concerning the environmental criteria to grant subsidized loans.

The success of the cross-compliance proposal depends on financing institutions truly committed to sustainability, as well as on land use monitoring effectiveness. Monitoring efforts are crucial to cross-compliance schemes, but can increase significantly transaction costs (Giannakas and Kaplan 2005). However, as the compliance with LR and APP requirements demands mainly land cover monitoring, remote sensing technologies may help to increase the effectiveness and decrease the costs of compliance monitoring. Furthermore, INPE (Brazilian National Institute of Space Research) has developed high-resolution satellite images free of charge (CBERS-2B), and also an open access GIS software (Camara and others 1996). These remote sensing tools and the growing number of specialized technicians

able to undertake remote sensing imagery classification, can make the overall monitoring costs become much more feasible.

It is very important to note that the most important agricultural products in the study area (table 1) are usually part of a broader and integrated supply chain (beef, biofuel mills, pulp and paper, orange juice, food industry), and are usually self-financing activities. Thus, those activities are less prone to be influenced by subsidized credit opportunities. But the achievement of cross-compliance benefits may mean more than a direct financial benefit, it may be regarded as an environmental performance indicator. This indicator can be recognized by stakeholders and stockholders as a useful assessment of the environmental liabilities and risks in the organization's supply chain. Thus, cross-compliance subsidized credit may bring a double benefit to the organization, and environmental compliance may be seen as an opportunity instead of a threat to the agribusiness strategy (Porter and Linde 1995).

Bunge and Votorantim Pulp and Paper (VCP) may be cited as examples of organizations with highly integrated supply chains, and which have great influence on their suppliers' environmental behavior. VCP is one of the largest enterprises in the Brazilian pulp and paper industry, and has a program called "Poupança Florestal" (Forest Savings) in which the enterprise gives some incentives to small landowners to become eucalyptus suppliers, but keeping the traditional agricultural activities and also complying with environmental standards. The program also has financial support from Banco Real, and public banks, which grant subsidized credit (www.vcp.com.br). This improvement in stakeholder relationship is also reflected in stockholder evaluation, thus VCP was included in the Dow Jones Sustainability Index and the ISE-Bovespa (Enterprise Sustainability Index of São Paulo Stock Market – www.bovespa.com.br).

Bunge is an international enterprise operating in Brazil since 1905, and is another good example of a company influencing the behavior of its integrated supply chain. The enterprise is part of the Amazon Soy Moratorium, an agreement between traders, NGOs and recently the Government, which agreed not to buy soybeans from newly deforested areas in the Amazon biome since 2006. Bunge produces food goods to the final consumer and also produces fertilizers. Thus, Bunge suppliers of grains are committed by contract to comply with labor and environmental obligations, and in case of violation of these obligations, suppliers have their fertilizers purchasing and supply agreements rescinded (www.bunge.com.br).

VCP and Bunge are examples of positive environmental influence on their supply chain, and present alternative approaches of cross-compliance schemes, offering other benefits rather

than subsidized credit to foster environmental legal compliance in Brazil. However there are many more examples of environmental disregard, as showed in this study, and there is much work to be done to integrate and conciliate agricultural and environmental aims in Brazil.

3.5. Conclusions

Despite the existence of very restrictive environmental laws and expensive fines in Brazil, the environmental “command-and-control” policy fails to conserve the CDRA. The opportunity costs for CDRA preservation in São Paulo State intensive agricultural lands are very high, and compatible with other opportunity costs in similar conditions around the world. The high opportunity costs in the study area hinder the feasibility of PES schemes. However the scenario with very restrictive environmental laws and historical high interest rates allowed us to conceive a “win-win” cross-compliance proposal in which the agricultural subsidized loans become conditional to environmental legal compliance. Thus, the proposed cross-compliance scheme could improve and better integrate environmental and agricultural policies.

Curiously, we proposed a cross-compliance scheme in a global economic conjuncture similar to that in which it first emerged after the 1929 crisis. We can see the origin of the present global economic crisis, in a very simplistic assessment, as a series of mistakes in financial risk evaluation. If we continue to neglect environmental risks in loan granting to economic activities, this can lead to an even more serious crisis, which would compromise not only the economy, but also the planet’s carrying capacity. Obviously cross-compliance schemes do not answer all the questions about the paths to environmental conservation, but we are sure that environmental cross-compliance policies can be a useful tool to conserve important Brazilian biomes.

Acknowledgements

The authors wish to thank the anonymous referees for the valuable suggestions, which improved the final version of the manuscript. We also wish to thank CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico for financial support.

References

- Agrianual (2003) Agrianual: anuário da agricultura brasileira 2003. FNP consultoria e comércio, São Paulo, Brasil, 546 pp
- Altman M (2001) When green isn't mean: economic theory and the heuristics of the impact of environmental regulations on competitiveness and opportunity cost. *Ecological Economics* 36:31-44
- Ando A, Camm J, Polasky S, Solow A (1998) Species distributions, land values, and efficient conservation. *Science* 279:2126-2128
- Anualpec (2003) Anualpec: anuário da pecuária brasileira 2003. FNP consultoria e comércio, São Paulo, Brasil, 400 pp
- Azzoni CR, Isai JY (1994) Estimating the costs of environmental protection in Brazil. *Ecological Economics* 11:127-133
- BCB (2002a) Banco Central do Brasil – temporal series for SELIC interest rate and rural credit. Accessed on line May 18, 2008: <http://www4.bcb.gov.br/?SELICMES>
- BCB (2002b) Banco Central do Brasil – annual report of rural credit - 2002. Accessed on line May 18, 2008: <http://www.bcb.gov.br/htms/CreditoRural/2002/>
- Balmford A, Green RE, Scharlemann JPW (2005) Sparing land for nature: exploring the potential impact of changes in agricultural yield on the area needed for crop production. *Global Change Biology* 11:1594-1605
- Barton DN, Faith DP, Rusch GM, Acevedo H, Paniagua L, Castro M (2009) Environmental service payments: Evaluating biodiversity conservation trade-offs and cost-efficiency in Osa Conservation Area, Costa Rica. *Journal of Environmental Management* 90(2):901-911
- Batie SS, Sappington AG (1986) Cross-compliance as a soil conservation strategy: a case study. *American Journal of Agricultural Economics* 68(4):880-885
- Baylis K, Peplow S, Rausser G, Simon L (2008) Agri-environmental policies in the EU and United States: A comparison. *Ecological Economics* 65:753-764
- Bennett H, Osterburg B, Nitsch H, Kristensen L, Primdahl J, Verschuur G (2006) Strengths and weaknesses os cross-compliance in the CAP. *EuroChoices* 5(2):50-57
- Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J (1996) SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics* 20(3):395-403.
- Camargo AMMP, Caser DV, Camargo FP, Olivette MPA, Sachs RCC, Torquato SA (2008) Dinâmica e tendências da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades

- agropecuárias, estado de São Paulo, 2001-2006. *Informações Econômicas SP* 38(3):47-66
- Chomitz KM, Brenes E, Constantino L (1999) Financing environmental services: the Costa Rican experience and its implications. *The Science of the Total Environment* 240:157-169
- Chomitz KM (2004) Transferable development rights and forest protection: an exploratory analysis. *International Regional Science Review* 27:348-373
- Claassen R, Cattaneo A, Johansson R (2008) Cost-effective design of agri-environmental payment programs: US experience in theory and practice. *Ecological Economics* 65:737-752
- Dossa D, Silva HD, Bellote AFJ, Rodigheri HR (2002a) Produção e rentabilidade de pinus em empresas florestais. *Embrapa Florestas - Comunicado Técnico* 82:1-6. http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec82.pdf
- Dossa D, Silva HD, Bellote AFJ, Rodigheri HR (2002b) Produção e rentabilidade do eucalipto em empresas florestais. *Embrapa Florestas - Comunicado Técnico* 83:1-4. http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec83.pdf
- ESRI (2008) Environmental Research Systems Institute, Redlands, CA.
- FED (2009) Federal Reserve Statistical Release – Foreign exchange rates – Historical rates for Brazil. Accessed on line April 10, 2009: <http://www.federalreserve.gov/releases/h10/>
- FOREX (2009) Forex Market – World interest rate table. Accessed on line April 9, 2009: <http://www.fxstreet.com/fundamental/interest-rates-table/>
- Giannakas K, Kaplan JD (2005) Policy design and conservation compliance on highly erodible lands. *Land Economics* 81(1):20-33
- Graaff J, Duarte F, Fleskens L, Figueiredo T (2008) The future of olive groves on sloping land and ex-ante assessment of cross compliance for erosion control. *Land Use Policy* *in press*
- Herzog F, Prasuhn V, Spiess E, Richner W (2008) Environmental cross-compliance mitigates nitrogen phosphorus pollution from Swiss agriculture. *Environmental Science & Policy* 2: 655-668
- Hoag DL, Holloway HA (1991) Farm production decisions under cross and conservation compliance. *American Journal of Agricultural Economics* 73(1):184-193
- IBGE (2006a) Produção agrícola municipal – Culturas temporárias e permanentes 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio Janeiro, Brasil, 33:133 pp
- IBGE (2006b) Produção da extração vegetal e da silvicultura. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio Janeiro, Brasil, 21:45 pp
- IBGE (2006c) Censo agropecuário 2006 – Resultados preliminares. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio Janeiro, Brasil, 146 pp

- IBGE (2007a) Contas nacionais – Produto interno bruto dos municípios 2002-2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio Janeiro, Brasil, 230 pp
- IBGE (2007b) Contagem da população 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio Janeiro, Brasil, 311 pp
- IEA (2002) Instituto de Economia Agrícola – agricultural production and land price database in the state of São Paulo in 2002. Accessed on line April 21, 2008: <http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>
- Klink CA, Machado RB (2005) Conservation of Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19(4):707-713
- Kosoy N, Martinez-Tuna M, Muradian R, Martinez-Alier J (2007) Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics* 61:446-455
- Kramer RA, Batie SS (1985) Cross compliance concepts in agricultural programs: the New Deal to the present. *Agricultural History* 59(2): 307-319
- Metzger JP, Rodrigues RR (2008) Mapas-síntese In: Rodrigues RR, Bononi VLR Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, Brasil, 246pp
- Miranda M, Dieperink C, Glasbergen P (2006) Costa Rican environment service payments: the use of a financial instrument in participatory forest management. *Environmental Management* 38:562-571
- MMA/IBGE (2004) Mapa de Biomas do Brasil. Accessed on line March 25, 2009: ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/biomas.pdf
- Mosnier C, Ridier A, Képhaliacos C, Carpy-Goulard F (2009) Economic and environmental impact of the CAP mid-term review on arable crop farming in South-western France. *Ecological Economics* 68(5):1408-1416
- Muñoz-Piña C, Guevara A, Torres JM, Braña J (2008) Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics* 65:725-736
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858
- Naidoo R, Adamowicz WL (2005) Economic benefits of biodiversity exceed costs of conservation at an African rainforest reserve. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(46):16712-16716
- Naidoo R, Iwamura T (2007) Global-scale mapping of economic benefits from agricultural lands: Implications for conservation priorities. *Biological Conservation* 140:40-49

- Norton-Griffiths M, Southey C (1995) The opportunity costs of biodiversity conservation in Kenya. *Ecological Economics* 12:125-139
- Olschelski R, Benitez PC (2005) Secondary forests as temporary carbon sinks? The economic impact of accounting methods on reforestation projects in the tropics. *Ecological Economics* 55:380-394
- Ozanne A, Hogan T, Colman D (2001) Moral hazard, risk aversion and compliance monitoring in agri-environmental policy. *European Review of Agricultural Economics* 28(3):329-347
- Porter ME, Linde CV (1995) Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review* 73(5):120-134
- Posthumus H, Morris J (2008) Implications of CAP reform for land management and runoff control in England and Wales. *Land Use Policy* *in press*
- Rasul G, Thapa GB (2007) The impact of policy and institutional environmental on costs and benefits of sustainable agricultural land uses: The case of the Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. *Environmental Management* 40:272-283
- Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater S (1997) The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230
- São Paulo (2005) Secretaria do Meio Ambiente e Instituto Florestal: Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo. Imprensa Oficial, São Paulo, Brasil, 200 pp
- Scholtens B, Dam L (2007) Banking on the Equator. Are banks that adopted the Equator Principles different from non-adopters? 35(8):1307-1328
- Siebert H (1998) *Economics of the environment: Theory and policy*. Springer, Heidelberg, Germany, 313 pp
- Sierra R, Russman E (2006) On the efficiency of environmental service payments: A forest conservation assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica. *Ecological Economics* 59:131-141
- Uchida E, Xu J, Rozelle S (2005) Grain for Green: Cost-effectiveness and sustainability of China's conservation set-aside program. *Land Economics* 81(2):247-264
- USDA (2006) USDA Land retirement programs In: *Agricultural resources and environmental indicators*, 2006 edition, Economic Research Service, USA, pp 175-183
<http://www.ers.usda.gov/Publications/AREI/EIB16/>
- Wunder S (2007) The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology* 21(1):48-58
- Yaron G (2001) Forest plantation crops or small-scale agriculture? An economic analysis of

- alternative land use options in the Mount Cameroon area. *Journal of Environmental Planning and Management* 44(1):85-108
- Young CEF (2005) Financial mechanisms for conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19(3):756-761
- Zar JH (1999) *Biostatistical Analysis*. Princeton Hall, New Jersey.

Table 1: Total planted area, average annual profitability, and total annual profit of the 38 main agricultural products in the 349 municipal districts of São Paulo State with more than 10% of their area covered by Cerrado domain vegetation (study area), in 2002.

Agricultural product	Total Area		Annual Profitability	Total Annual Profit	
	x 1,000 ha	%	US\$/ha/yr	x 1,000 US\$	%
Cattle ranching (on pasture)	6,157	54.4%	54	335,328	23.3%
Sugarcane	2,158	19.1%	134	288,903	20.1%
Maize	787	7.0%	80	63,188	4.4%
Eucalyptus	494	4.4%	79	39,160	2.7%
Soybean	463	4.1%	149	69,012	4.8%
Orange	446	3.9%	1,165	519,853	36.1%
Coffee	131	1.2%	-127	-16,728	-1.2%
Pine	120	1.1%	183	22,043	1.5%
Fruits except orange (13)	91	0.8%	389	35,539	2.5%
Other products (17)	462	4.1%	180	83,229	5.8%
Total in study area	11,311	100%		1,439,528	100%

Fig. 1: Study area showing the 349 municipal districts of São Paulo State with more than 10% of their area as Cerrado domain vegetation (in gray).

Fig. 2: Average annual profitability of agricultural activities and percentages of Cerrado domain remaining area (CDRA) in the 349 municipal districts (dots) of the study area. The dashed vertical line represents the minimum Legal Reserve (LR) percentage imposed by law, and the horizontal dashed line represents the fine value for cutting down the LR. Quadrant A (n=6 municipal districts), quadrant B (n=0), quadrant C (n=338), quadrant D (n=5).

Fig. 3: Percentages of total arable land covered by the main agricultural land uses and Cerrado domain remaining area percentage (CDRA) in the study area. A = municipal districts with less than 20% of CDRA and average annual profitability above the non-compliance fine value; C = municipal districts with less than 20% of CDRA and below the non-compliance fine value; D = municipal districts with more than 20% of CDRA and average annual profitability below the non-compliance fine value. Error lines = one standard deviation.

Fig. 4: Average arable land price and percentages of Cerrado domain remaining area (CDRA) in the 349 municipal districts (dots) of the study area. The dashed vertical line represents the minimum Legal Reserve (LR) percentage imposed by law, and the horizontal dashed line represents the fine value converted to Equivalent Arable Land Price through the annual interest rate ($EALP = US\$342 / 19.11\%$). Quadrant A ($n=98$ municipal districts), quadrant B ($n=2$), quadrant C ($n=246$), quadrant D ($n=3$).

Capítulo 4

**Do urbanization and agricultural technology
tell enough about Forest Transition stories?
Investigating half century farmland changes in Brazilian states**

Alexandre Toshio Igari, Leandro Reverberi Tambosi & Vânia Regina Pivello
*Artigo submetido em 2012 para publicação no periódico **Environmental Conservation***

Resumo

Transição Florestal (TF) é uma hipótese controversa que afirma que o desenvolvimento urbano inicia uma cadeia de eventos que levaria ao recuo das áreas agropecuárias e à recuperação das florestas. A industrialização e a urbanização criariam novos empregos e atrairiam trabalhadores para as cidades. Os custos do trabalho rural subiriam e as fazendas se concentrariam nas terras mais produtivas. A recuperação das florestas então se estabeleceria nas áreas agrícolas menos produtivas. A hipótese do Ajuste Agrícola (AA) complementa esse cenário e afirma que maiores custos com a mão de obra fomentariam a implementação de tecnologia nas fazendas e então a produção agropecuária ficaria ainda mais concentrada nas terras com maior aptidão para este uso. Em 1965, o Congresso brasileiro aprovou o Novo Código Florestal (NCF) e a lei de Crédito Rural (CR). Ambas visavam aprimorar a produtividade agropecuária. O NCF criou áreas de preservação obrigatória nas fazendas de maneira a conservar os solos agrícolas e os recursos hídricos. O CR disponibilizou empréstimos subsidiados para aprimorar a tecnologia agropecuária. O NCF e o CR sustentam uma estrutura legal favorável à investigação das predições das hipóteses de TF e AA no Brasil. Estas predições foram testadas sob a abordagem de análise de trajetória, a partir de meio século de dados demográficos, financeiros, tecnológicos e de uso da terra em 26 estados brasileiros. Os resultados não corroboraram as predições de ambas hipóteses. As conclusões apontam oportunidades para investigar explicações complementares para as mudanças no uso das terras, que deveriam lidar explicitamente com variáveis como: custos agropecuários relativos, fluxos migratórios humanos e comércio de bens agropecuários. Estas variáveis capturariam as condições comparativas que poderiam explicar a expansão ou retração das fazendas em diferentes regiões em diferentes escalas. A presente mudança no uso das terras propulsionada pela agropecuária pode levar a um “ajuste ecológico” em escala global, no qual os ecossistemas seriam removidos ou conservados principalmente de acordo com seu potencial de lucratividade.

Palavras-chave: Mudança no uso das terras, decisões econômicas na agropecuária, conservação florestal, política de uso das terras

Abstract

Forest Transition (FT) is a controversial hypothesis which states that urban development starts a chain of events that could lead to the retreat of farmlands and to forest recovery. Industrialization and urbanization would create new jobs and attract workers to the cities. Rural labor costs would increase and farms would concentrate in the more productive lands. Forest recovery would then take place in the less productive agricultural areas. Agricultural Adjustment (AA) hypothesis complement this scenario and argues that increased labor costs would foster farmland technology and then agricultural production would be even more concentrated in the more suitable lands. In 1965, Brazilian Congress has passed the New Forest Code (NFC) and the Rural Credit (RC) law. Both aimed to improve agricultural productivity. NFC created some mandatory preservation areas inside farms in order to conserve agricultural soils and water stocks. RC provided subsidized loans to improve agricultural technology. NFC and RC support a favorable legal framework to investigate the predictions of FT and AA hypotheses in Brazil. These predictions were tested under path analysis approach considering half century demographic, financial, technological and land use data from the 26 Brazilian states. Results did not corroborate the predictions of both hypotheses. The conclusions pointed out to opportunities to investigate complementary explanations for land use change, which might explicitly deal with variables as: relative agricultural costs, migratory human fluxes and trade of agricultural goods. These variables would capture the comparative conditions that could explain the expansion or retraction of farmlands in different regions at different scales. The ongoing agriculture-led land use change can drive a global-scaled “ecological adjustment”, in which ecosystems would be displaced or conserved mainly according to their agricultural profitability.

Keywords: Land use change, agriculture economic decisions, forest conservation, land use policy.

4.1. Introduction

Human history evidenced the advance of croplands over natural areas to meet the needs for food, fibers and fuels (Grigg 1982). The gloomy predictions of human demographic models pointed out population increase as a determinant driving force for poverty, starvation (Malthus 1798) and also for depletion of natural resources (Meadows *et al.* 1972). Population growth (Fig. 1 – box at rightmost part) affects rural land use through multiple and sometimes opposite pathways. Changes in economy patterns, from agriculture dominant to industry and services based, induce urban populations to increase faster than rural ones. Migration to developing cities reduces the availability of rural labor (Fig. 1 – boxes at bottom left corner), what increases the labor costs for maintenance or expansion of farmlands (Rudel *et al.* 2005).

Rudel *et al.* (2005) identified the scarcity of rural labor as a key driver for increase of forest area in Greece, Ireland and Portugal in the period between 1990 and 2000. Given the reduction of the workforce, farms concentrated their production in the more productive lands and forest recover took place at marginal areas. Rudel *et al.* (2005) refer to this sequence of events as the “economic development path” in the Forest Transition (**FT**) hypothesis, since economic development of cities leads to the recovery of forests in marginal rural areas.

Furthermore, the growth of urban population fosters the expansion of cities over surrounding rural areas, what contributes to inflate the rural land prices (Livanis *et al.* 2006). As well as labor costs, the increase of land price also changes the relative agricultural costs. This scenario favors the investment in labor-saving and land-saving technologies, as mechanization and fertilization of croplands respectively (Angelsen *et al.* 2001). The emergence of new agricultural technologies allowed to increase the productivity of croplands and to roughly balance the supply and the increasing demand of agricultural goods. However, technology by itself, can not endlessly expand agricultural production, and does not represent the solution for starvation or underdevelopment, given the unequal distribution of resources (Angelsen & Kaimowitz 2001a). Technological development can even accelerate the depletion of natural resources, since the improvement of land productivity is reliant on intensive use of fossil fuels, minerals and freshwater (Clay 2004; MEA 2005).

Some impacts of agriculture on environment, as water eutrophication, soil compaction and salinization may actually be intensified by new technologies, as well as new impacts emerge with the use of agrochemicals and genetically modified organisms (Clay 2004; MEA 2005). Despite these significant environmental impacts, some Green Revolution hypotheses argue that adoption of agricultural technologies may increase the productivity in croplands and relieve the pressure of farmland expansion over remaining natural vegetation (Angelsen

& Kaimowitz 2001a; Balmford *et al.* 2005).

Mather and Needle (1998) proposed the “Agricultural Adjustment” (AA) hypothesis, in which agricultural technologies might contribute for slowing down farmland expansion and even contribute for fostering forest recovery. In a scenario where technology leads to an increase in agricultural yields to the level of the demand for agricultural goods, Mather and Needle (1998) predict some reduction of farmland area, and the concentration of agricultural activities in the more suitable lands, where technologies produce better results. Therefore, total farmland area in the landscape would tend to decline, and secondary forests would grow up in the less productive abandoned areas.

Despite demographic (rural exodus) and technological local effects on limiting farmland expansion, the globalized access to markets of agricultural goods (Fig. 1 – boxes at bottom right corner) may increase the agricultural revenues and contribute to intensify the pressure toward farmland expansion (Angelsen 1999). If local production is export-aimed, but does not represent a substantial international market-share, agricultural prices would be weakly reduced by local yield increase. In this scenario, where local sale price is perceived as static at any local yield level, productivity gains would increase farm profitability and stimulate the farmland expansion (Angelsen *et al.* 2001).

The material-intensive urban consumption habits may leverage the effects of population growth on farmland expansion. This situation may be illustrated by the effects of changes in dietary habits of the growing Chinese urban population on Brazilian soybean expansion. The urban dietary change, from locally produced vegetables to pork and poultry products, fosters the expansion of Brazilian soybean croplands for animal feeding (Nepstad *et al.* 2006).

However, globalization of markets and the change of people’s preferences may also play a controlling role on farmland expansion over natural areas. The growing concern about the exhaustion of ecosystem services spurred the development of environmentalist Non-Governmental Organizations - **NGOs** (Fig. 1 – boxes at top right). NGOs contributed to insert ecosystem services conservation in public and private sector agendas. In Brazil, this emerging scenario shows initiatives as the Brazilian soybean roundtable and the Amazonian beef boycott. Both initiatives had as starting point the concerns of distant urban consumers about the environmental impacts of agricultural production (Nepstad & Stickler 2008). Taking into account the risk of economic losses, transnational companies and NGOs pressed Brazilian farmers to suspend the expansion of soybean cropland on native areas, and also induced the Amazonian ranchers to comply with Brazilian environmental and land use laws.

Brazilian farmers have undergone relevant legal changes since 1960 to address the government objective of multiplying the country agricultural production. In the decade of 1960 Brazilian agriculture was losing competitiveness in traditional export commodities as coffee, sugar, cotton and cocoa. Furthermore, the growing urban population was dealing with frequent shortages of basic agricultural goods as rice, sugar and beef (Igari & Pivello 2011).

In late 1965 the Brazilian National Congress has passed two laws with the objective of enhancing the productivity of agriculture: the New Forest Code (**NFC**) and the Rural Credit (**RC**) (Igari & Pivello 2011). NFC was a land-use law that aimed to restrain the degradation of agricultural soils and freshwater stocks through the definition of mandatory areas of permanent preservation (commonly known as **APP**) which encompasses native vegetation in riparian areas, hilltops and slopes steeper than 45°. Furthermore a given percentage of the farm could not be converted to agricultural use (later on these areas were named as Legal Reserves).

The RC law was approved two months after the NFC, and aimed to provide financial resources for investments to modernize Brazilian agriculture, and therefore, improve the competitiveness of agricultural commodities (Igari & Pivello 2011). RC law stated that a percentage of the deposits in the banking system would have to be invested as rural credit under subsidized interest rate (Fig. 1 – boxes at top left corner). Moreover, an intriguing clause in the RC law stated that the subsidized loans could not be conditioned to compliance with the NFC.

This early conflict between NFC and RC is reflected in the present scenario. In 2005, public subsidies to rural loans represented three times the total budget of the Ministry of Environment, the institution responsible for enforcing NFC and for the management of most Brazilian federal nature reserves. In 2008 the rural credit accounted for 44% of the agricultural added value to Brazilian Gross Domestic Product - **GDP** (Igari & Pivello 2011).

The financial support provided by RC was preceded by a governmental program to foster domestic production of industrialized goods, which benefited the national farm equipment industry. In 1960 imports supplied all farm equipment in Brazilian agriculture, but three years later, there already were six companies, with total production capacity of 21.600 units per year (Vegro *et al.* 1997).

The local development of agricultural technology gained momentum in 1973, when the federal government created the national agency for research on agriculture and cattle raising (Fig. 1 – R&D box), which was the main responsible for successful adaptation of temperate agricultural crops to the Brazilian soils and climate (Kaimowitz & Smith 2001).

The investment decisions in farmlands rely on the relative costs of the factors of production (Angelsen *et al.* 2001), namely land (farmland, natural resources), labor (human work) and economic capital, which includes built capital (facilities, machinery) and financial capital (Fig. 1 – bottom left dashed box). Without enforced regulatory constraints, incentives, taxes or market-based interventions, the value for conserving the natural capital would not be taken into account in farmer decisions. Furthermore, legal decoupling between subsidized loans and compliance to NFC (Fig. 1 - decision diamond shape at top left part) may even be interpreted as a governmental financial incentive to degrade the natural capital (Igari *et al.* 2009).

The broad diversity of land use patterns, of rural/urban population composition, of technological development and economic wealth among the Brazilian states offer a promising opportunity to study the relationship among the hypothesized driving forces for land use change. It is possible to identify a wide range of combinations between the extreme scenarios, from remote barren rural regions, which present large portions of pristine areas under risk of massive deforestation (Hansen *et al.* 2010), to developed states where secondary forests seem to recover in rural landscapes (Baptista & Rudel 2006). Furthermore, Brazilian demographic and agricultural surveys deliver standardized long-term land use, demographic and technological data, what allows to evaluate the variations since the 1960 baseline (prior to NFC and RC law) until the present scenario. Standardized surveys avoid confounding effects of differences in forest cover measures and definitions. Moreover, sub-national approaches of land use change allow to control the variation of government policies in cross-national studies what usually entangles the causation effect of the explanatory variables.

The aim of this study is to investigate the validity of the “economic development path” of FT hypothesis (Rudel *et al.*, 2005) and of the AA hypothesis (Mather & Needle 1998) concerning the state-level effects of demographic, financial and technological variables on land use changes in private farmlands. Therefore, we sought to answer the questions: (a) Does the reduction of rural population lead to the lack of rural labor and then to farmland retraction and forest recovery? (b) Does the technological development in farms lead to reduction of croplands, and then, to forest recovery?

4.2. Methods

The hypothesized interactions among demographic (rural and urban population), financial (rural credit) and technological (human labor or mechanization improvement) drivers of land use change (average percentage of farmland in the state and average

percentage of forests inside farms) were represented in the path diagram (Fig. 2) in order to perform a path analysis (Wright 1921; Wright 1934; Shipley 2004). The path diagram was built *a priori*, and it represents a simplified version of the conceptual model (Fig. 1) with the variables and relationships that are supported by FT and AA hypotheses. The predicted causality direction of each relationship is represented by arrows between the variables.

Data analysis took into account the long-term variation ($\Delta = \text{Recent} - 1960$) of each variable as well as the influence of 1960 data on these variations. The year of 1960 was chosen as baseline, since it is prior to the effects of RC law on farm mechanization and of NFC on conservation of native vegetation inside farms. The significance of relationships between the variables was tested under path analysis approach (Wright 1921; Wright 1934). The first step was to calculate the total correlation between each pair of variables.

Given the heteroscedasticity and lack of normality (Crawley 2007) in most variables, the total correlation in each path (between each pair of variables) was calculated through Spearman non-parametric rank correlation (Legendre & Legendre 1998). The p value of each Spearman correlation was calculated through 10000 random permutations (Legendre 2000) and compared to Bonferroni adjusted significance level $\alpha_i = 0.05/19 = 0.0026$, where 19 is the number of tested paths (Shaffer 1995).

The path coefficients between variables are usually estimated through resolution of multiple equations departing from total correlation coefficients (Wright 1921). However the present analysis adopted the equivalent method discussed by Wright (1960). In this approach, path coefficients are equivalent to partial coefficients from multiple linear regressions. Each variable is regressed to the set of directly and indirectly connected explanatory variables (Retherford & Choe 1993; Shipley 2004).

Considering the heteroscedasticity and lack of normality of the data (Crawley 2007) the multiple linear regressions were structured from the rank transformation of the raw data (Conover & Iman 1981). All statistical analysis was performed with R Package (R Development Core Team 2012).

The state-level data regarding farmland area, forest area inside farms, number of tractors (as a proxy of mechanization), and number of rural workers were extracted from Brazilian agricultural census of 1960 (IBGE 1960a) and 2006 (IBGE 2006). Rural and urban population data were taken from demographic census of 1960 (IBGE 1960b) and 2010 (IBGE 2011), because 2010 demographic census was the closest survey to 2006 agricultural census.

In 1960, the present states of Tocantins (**TO**) and Mato Grosso do Sul (**MS**) were part of the states of Goiás (**GO**) and Mato Grosso (**MT**) respectively. The state-level agricultural

and demographic data of these four states in 1960 were estimated from the compilation of municipal-level data (IBGE 1960c; IBGE 1960d; IBGE 1960e).

Rural credit data was attained from Brazilian Central Bank annual reports from 1969 to 2006 (BCB 1985; BCB 1999; BCB 2012a), and the average annual RC value was calculated for each state in that period. It was not possible estimate the RC value for the states of TO, MS, GO and MT before the divisions, because RC municipal-level data was available only after 1998. The average annual data for these states took into account only the registers after the divisions.

To calculate the average RC annual value, the values of RC in each year were converted to the currency value in 2006 (Brazilian real – R\$) through the online conversion device of Brazilian Central Bank, adopting the inflation index IGP-DI (BCB 2012b). Then, RC values were converted to US dollars (US\$) through the average daily exchange rate of 2006, where US\$1.00 = R\$2.17 (FED 2012).

The percentage of farmland in each state was calculated through the division of the total farmland area (in 1960 and 2006) by the official state area (IBGE 2012). The average percentage of native forests inside farms was attained through the division of total area of native forests inside farms by the total farmland area in each state. The average level of mechanization was estimated by the number of tractors per 1000 ha of farmland in the state. The average intensity of rural labor in the state was estimated by the number of rural workers per 1000 ha of farmland. The rural and urban population data were directly extracted from the demographic census in each year.

4.3. Results

Aggregated data encompassing the 26 Brazilian states showed an expressive increase of the Brazilian urban population (+127 million) contrasting with a shrinking rural population (-8 million) from 1960 to 2010 (Table 1). The negative variation of the rural population is reflected on the reduction of the average rural labor intensity (rural workers per km²) and on the increase of average mechanization in farmlands (tractors per km²). The mechanization increase was supported by an average annual rural credit of US\$ 22.6 billion. Despite the reduction of rural labor intensity and the increase of mechanization, the national percentage of farmland has increased from 29% to 38% (+9%) between 1960 and 2006. In the same period, there has been an increase (+6%) of the average percentage of native forest area inside farms (Table 1). The standard deviation (**SD**) was much larger than mean values in 11 of the 13 variables considered in the analysis (Table 1), what expresses the heterogeneity among states.

The urban population has increased in all 26 states, and in several of them the increase until 2010 was one order of magnitude larger than the entire urban population in 1960 (Table 1). Meanwhile, the rural population increased in 12 states, but even in these states the increase of urban population was far larger than rural population growth (Table 1).

Rural labor intensity declined in 12 states from 1960 to 2006 and there has been an overall augment of the average mechanization in farmlands until 2006. Only 3 states (SP, RS and PR - refer to Table 1 for states names) accounted for more than 54% of the national rural loans between 1960 and 2006 (marked with “(+)” in Table 1). These three states also showed substantial mechanization increase in the same period.

The percentage of farmland declined in 12 states (Table 1). This farmland reduction does not necessarily means that forests would recover, since farmland could give place to other non-forest land uses, as mining or cities. Furthermore, from these 12 states, 6 states (AC, AP, AM, ES, RJ and SP) also showed decline in the average percentage of forests inside farms, what would reduce, or even revert the eventual forest gain.

Despite the increase in the percentage of forests inside farms in 14 states and the overall increase of mechanization (Table 1), the land-use predictions from AA hypothesis were confirmed only in six states (marked with “A” in Table 1). Furthermore, the predictions from the “economic development path” of FT hypothesis were confirmed in only four states (marked with “F” in Table 1), although the reduction of rural labor intensity have took place in 12 states.

Both AA and FT hypotheses are represented in the simplified path diagram (Fig. 2). The positive correlation between the urban population in 1960 (Fig. 2 – box 1) and its respective variation between 1960 and 2010 (Fig. 2 – box 2) indicates that states which presented more urban population in 1960 were also the ones which presented the most representative increase until 2010. Conversely, the negative correlation between the rural population in 1960 and its variation until 2010 (Fig. 2 – boxes 4 and 5) indicates that states which held more rural population in 1960 were the ones which undergone the most drastic reductions.

The lack of significance of the correlation between urban population variation (Fig. 2 – box 2) and the land-use response variables (Fig. 2 – boxes 8 and 12) indicates that variation of the percentage of farmland area in the state and variation of the average forest area inside farms were not related to urban demographic changes.

Although a significant negative correlation between the variation of urban and rural population from 1960 to 2010 (Fig. 2 – boxes 2 and 5) was found, the path coefficient

between these two explanatory variables (Fig. 2 - P5_2) was not significant, because this variation is mostly explained by demographic condition in 1960 (Fig. 2 – boxes 1 and 4). A similar situation occurs regarding the negative path coefficient between the variation of rural population and the variation in the level of farm mechanization (Fig. 2 – P6_5). The significant correlation between the pair of variables (Fig. 2 – boxes 5 and 6) cannot be confirmed by the path coefficient (Fig. 2 – P6_5), which is not significant under Bonferroni corrected significance level. The variation of the level of mechanization (Fig. 2 – box 6) is positively correlated to the former level of mechanization in 1960 and also to the average annual rural credit in the state (Fig. 2 – boxes 3 and 13, respectively).

The negative correlation between the variation of rural labor intensity from 1960 to 2006 and the same indicator in 1960 (Fig. 2 – boxes 9 and 10, respectively), as well as the positive correlation between the variation of the rural population and the variation of the percentage of farmland in the state (Fig. 2 – boxes 5 and 8) are not robust at Bonferroni corrected significance level. The path coefficients between this pair of variables are also not significant (Fig. 2 – P8_5).

The variation of the percentage of farmland between 1960 and 2010 is negatively correlated to the percentage of farmland in 1960 (Fig. 2 – boxes 7 and 8). The variation of the average percentage of forests inside farms is also negatively correlated to the former percentage in 1960 (Fig. 2 – boxes 11 and 12). These results indicate that states which had, as an example, low percentage of farmland and high average percentage of forests inside farms in 1960 showed the largest increases of farmland area and the most representative declines of forest cover.

4.4. Discussion

There is a well-grounded criticism on proposing causality relationships from correlation results. “Data mining” on correlations among variables may lead to spurious causality patterns and mislead the conclusions about the system under analysis (Shipley 2004; Legendre & Legendre 1998). The path analysis method (Wright 1921; Wright 1934) was designed under a different approach of correlation analysis. Hypotheses and the relationships among the variables have to be represented *a priori* in the path diagram. Path coefficients between the variables indicate the coherence between theoretical predicted relationships and the observed data. This straightforward approach was suitable to the objective of testing land use hypotheses through temporal and spatial broad-scale empirical data. Therefore, the role of

empirical data in path analysis is not to deliver alternative best-fitted models to explain co-variations between variables, but to evaluate the degree of convergence of the data to the proposed hypotheses.

It is also important to notice that the results of the present study reflect only the hypothesized private land use decisions under several state-level demographic, technological and financial scenarios. Results do not directly take into account the creation of public natural reserves, which was responsible for a significant land use change in the period under analysis (Naughton-Treves *et al.* 2005). Rudel *et al.* (2005) address the public natural reserves in the “forest scarcity path” of FT hypothesis. In this perspective, government implement public forest reserves in order to compensate the scarcity of ecosystem services.

The half century timeframe was chosen in order to capture the contribution of the RC law on farm mechanization and of NFC on conservation of native vegetation in private rural properties. Both laws could then foster AA and FT in Brazil. Rudel (1998) predicted a time lag of 15 to 20 years in the “economic development path” of FT hypothesis. This means that land abandonment and forest recovery would take one generation after the urbanization-led demographic changes. The half century timeframe would then be large enough to capture significant changes in all variables. The broad-scale timeframe and the sub-national assessment were also compatible to the approach of the study conducted by Rudel (2001), in which he identified the positive effects of the Green Revolution on FT at the south of the United States between 1935 and 1975.

The growth of the percentage of farmland in Brazil between 1960 and 2006 corroborates the country-scaled assessments that identified agriculture as the main cause for Brazilian forest loss (Rudel *et al.* 2005; Hansen *et al.* 2010). Barbier (2004) conducted a cross-national global analysis and identified drivers of farmland expansion and deforestation in developing countries. His broad-scaled results corroborate Brazilian state-level findings concerning the negative correlation between the 1960 percentage of farmland and the agricultural expansion in the states. Then, farm expansion mainly occurs in less explored areas.

Finer-scale results of Baptista and Rudel (2006) showed that urbanization and industrialization prompted municipal-level forest recovery in the prosperous southern Brazilian state of SC. On the other hand, DeFries *et al.* (2010) pointed out that urbanization would be correlated to tropical deforestation, what is also true for the metropolitan area of SP state (Teixeira *et al.* 2009). Although the results of six states corroborated the predictions of the “AA hypothesis”, and four states confirmed the predictions of the “economic development

path” of FT hypothesis, the path analysis did not corroborate significant causality effect of demographic or technological variables on land use change. These results leave room for complementary or even alternative explanations for driving forces that lead to rural land use change.

Even the significant causation effect of RC on variation of mechanization intensity may be interpreted from a different perspective. Rezende (2006) argue that Brazilian rural labor costs have really showed an increasing trend in the decade of 1960. However, this trend was not pushed by competition with new urban labor opportunities, as predicted by FT hypothesis. In that time, rural workers were increasingly benefited by recent labor rights which assured better wages and work conditions.

Government then has passed the subsidized RC law to compensate farmers for the increased labor costs (Rezende 2006). This new scenario benefited the mechanization of large farms, which were better prepared to deal with RC requirements. Large farms were widely benefited by scale economies derived from substitution of human workforce by mechanization. The social side-effect was a significant unemployment increase in the Brazilian countryside (Kaimowitz & Smith 2001). Rural unemployment may increase pressure over marginal lands for subsistence agricultural production (Barbier *et al.* 2010).

The technological optimism of the AA hypothesis derives from Borlaug Green Revolution global previsions, in which agricultural technology would deliver expanding yields and save land for forest recovery (Angelsen & Kaimowitz 2001a). Interpreted at global scale, the Borlaug previsions are plausible whether gains of agricultural productivity match the increase on demand of agricultural goods. Beyond this point, agricultural production would exceed the demand and further farmland advance would be avoided. Agricultural production would then concentrate in countries where the factors of production (labor, land and capital) are cheaper (Angelsen 1999). In this context it is not surprising the occurrence of FT in temperate developed countries, where rural labor and farmland are quite more expensive, while agricultural frontiers expand in tropical regions (Rudel *et al.* 2005).

Finer-scaled assessments within sub-national, regional or municipal-level approaches may eventually present some similarities to those global-scaled FT and AA. The expanding access of local agricultural products to regional and global markets, as well as the growing mobility of workforce toward distant labor opportunities may entangle local land use decisions and broad-scale variables. The results from the southern state of RS, which apparently corroborate both AA and FT hypotheses, can illustrate this point. Kaimowitz and Smith (2001) pointed out the successful technological adaptation of soybean varieties to

tropical conditions as the starting point of mechanization in many Brazilian states. Soybean production started in Brazil in the early 1960s in the southern states. The initial yield was very constrained by capital needs for mechanized production. Thus, soybean production was largely benefited by subsidized RC, and then mechanized soybean croplands replaced traditional labor-intensive cultures as coffee in the south of Brazil.

The foreign demand for soybean spurred a chain of events on local production in which land prices increased, many southern small farmers sold their lands, soybean mechanized crops took place in the more suitable lands and total farming declined. Mechanization reduced rural labor opportunities and many workers migrated to cities (Kaimowitz & Smith 2001). This chain of events corroborates the hypotheses predictions. However, migration was pushed by rural unemployment instead of availability of better urban jobs.

Furthermore, in a sub-national scale perspective, many southern small farmers were attracted by cheap lands and migrated to expanding agricultural frontier states as MT. New farmers started to produce soybeans, largely expanding the croplands on Cerrado (Brazilian savannah) and on Amazonian Forest (Kaimowitz & Smith 2001). Thus, contrasting land use results from RS and MT encompass intertwined effects of migration, mechanization, financial constraints and foreign market opportunities. Despite the evidence of crop productivity increase leading to FT in the south of the United States, Rudel (2001) admitted that governmental incentives for cotton expansion in the west might have contributed to land retirement in his study area, what clearly illustrates the entangled land use change causation chain.

Agricultural frontiers and FT regions represent contrasting and complementary scenarios under ongoing land use change. This process may be interpreted as a global-scaled AA (Meyfroidt *et al.* 2010) in which economic balance between the factors of production determines what, where and how agricultural goods will be produced. Rural labor mobility and trade of agricultural goods are two relevant exchange channels between agricultural frontiers and FT regions (Walker 2012). The way these variables contribute to local land use dynamics may be dependent on the interactions within underpinning comparative characteristics of both regions (Pfaff & Walker 2010).

Expanding agricultural frontiers would present characteristics that make agriculture more competitive (as cheaper lands and lower labor costs) as well as cropping advantages (suitable soils, freshwater availability and favorable climate). Meanwhile FT would take place where some combinations of these variables make local agriculture perform worse. Then, if

transport costs are low, local demand in these FT regions would be supplied by agricultural goods produced in agricultural frontiers (Pfaff & Walker 2010).

FT would then promote the recovery of natural areas strictly in less profitable agricultural lands, what would constrain the diversity of ecosystem functions and the supply of ecosystem services. At a global perspective, agricultural frontiers expansion would cause the loss of tropical biodiverse biomes (Barbier 2004; Hansen *et al.* 2010) while FT would mainly recover temperate secondary forests (Rudel *et al.* 2005). This market-driven land use change approach is unlikely to converge to a reasonable land use pattern capable to supply enough agricultural goods and ecosystem services.

Thus, the ongoing global and regional agricultural adjustments (Meyfroidt *et al.* 2010) would cause as side-effect some human driven “ecological adjustments”, where ecosystems would be displaced or conserved mainly according their agricultural profitability. Walker (2012) concluded that much of the Atlantic Forest recovery in the developed states of SP (Lira *et al.* 2012) and SC (Baptista & Rudel 2006) may be supported by imports of forest and agricultural products from Amazonian deforestation. Furthermore, some ecosystem services as watershed balance and nutrient cycling can be profoundly affected by long-distance transport of agricultural goods, since local stocks of water and nutrients are incorporated to exported crops and livestock (MEA, 2005). Obviously, other ecosystem services as carbon storage can be compensated worldwide, despite the carbon content differences among world biomes. However, much of local ecosystem services, as pest control, pollination and soil conservation, which could contribute to agriculture production, can be largely damaged in this economic-driven “ecological adjustment”.

Angelsen and Kaimowitz (2001b) summarized the results of studies in Europe, USA, Latin America, Asia and Africa, which presented some alternative perspectives for predictions of AA and FT hypotheses. The authors argue that economic incentives or subsidies remove financial constraints to farm expansion and may foster deforestation. Thus, to avoid environmental losses, agricultural incentives and subsidies would have to be conditioned to broad-scale assessments of environmental impacts. Fearnside (2008) also considers the restriction of incentives and subsidies as a key issue on addressing rural demographic movements and on improvement of policies for reduction of Amazonian deforestation.

Igari *et al.* (2009) pointed out that subsidized rural credit plays a pivotal role in recent advance of Brazilian capital-intensive agriculture, given historically national increased interest rates. Then, RC policy could constitute an important tool to enforce environmental land use laws as the NFC. Although the 2012 reform of NFC softened some mandatory

standards for conservation of the ecosystem services, the NFC finally incorporates a clause that conditioned the subsidized rural loans to farmer compliance with preservation constraints. It represents a late but representative contribution on stopping government subsidized forest loss. However this clause will still take five more years to come into effect.

Contrary to AA previsions, Angelsen and Kaimowitz (2001b) consider that investments in labor-saving technologies (as mechanization) are drivers of deforestation. Farm mechanization would foster rural workforce migration and contribute to expansion of the agricultural frontier. Thus, increase of workforce mobility is also seen as a potential cause of deforestation (Walker 2012).

Rudel *et al.* (2009) have also proposed alternative pathways to AA and FT hypotheses. Performing meta-analysis, the authors identified changes in the main drivers of tropical deforestation. From 1960 to 1985 rural population growth was the main cause of tropical deforestation, mainly through small farms advance pushed by government incentives. After 1985 capital-intensive mechanized agriculture became the main deforestation driver, and in some cases, urbanization also played a key role in the expansion of agriculture. These results support the idea that the role of mechanization and urbanization, pointed out as two main driving forces in AA and FT hypotheses, depends on the interaction with other broader-scaled explanatory variables in land use change pathway.

Much of the contradictions between the alternative perspectives may be attributed to differences in the scale and in the focus of the analysis (Walker 2012). In agricultural frontiers better access to international markets, increased mobility of workforce, finance support and mechanization may locally spur expansion of farmland and consequently increase deforestation (Fearnside 2008). On the other hand, in developed regions the same variables may contribute to FT previsions, since migration to cities increases rural labor costs, and then local produced goods become more expensive, enduring the concurrence with foreign lower priced agricultural goods.

4.5. Conclusions

The results of the present study did not corroborate AA and FT predictions regarding the causality effect of urbanization and agricultural technology on rural land use change. The predictions of both hypotheses were locally confirmed in some states, however, the analysis of local results must take into account broad-scale connections and fluxes that could mislead the conclusions. The occurrence of FT in one place can be linked to larger deforestation in others through migration of workforce and trade of agricultural goods. This study highlighted

the importance of designing future approaches on land use change analysis that must explicitly deal with explanatory variables as: relative agricultural costs, migratory fluxes and trade of agricultural goods. These variables would capture the economic comparative aspects that could lead to expansion or retraction of farmlands in different regions at different scales and then help to understand the connections between FT and deforestation in each of those regions. However, this economic-driven land use change lead to an “ecological adjustment”, where ecosystems are displaced or conserved mainly according to their potential agricultural profitability. Nature conservation would mainly take place in the less suitable lands for agricultural use. This free-market approach is unlikely to converge to a reasonable land use pattern capable to supply enough agricultural goods, biological diversity and ecosystem services. Public policies on land use planning, economic incentives and subsidies must be capable to integrate agriculture and environmental conservation objectives

Acknowledgments

We are grateful for the valuable comments from Susana Bautista, Antonio Aledo, Moises Hidalgo, Juan Sánchez, Jean Paul Metzger, Alessandra Fidelis, Elizabeth Barbosa and Ana Mengardo in previous versions of this manuscript. A. T. Igari and L. R. Tambosi also thank the PhD scholarships and research support provided by CNPq and CAPES.

References

- Angelsen, A. (1999) Agricultural expansion and deforestation: modeling the impact of population, market forces and property rights. *Journal of Development Economics* **58**(1): 185-218.
- Angelsen, A. & Kaimowitz, D. (2001a) Introduction: the role of agricultural technologies in tropical deforestation. In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, ed. A. Angelsen & D. Kaimowitz, pp. 1-18. Oxon, UK: CABI Publishing Wallingford.
- Angelsen, A. & Kaimowitz, D. (2001b) Agricultural technology and forests: a recapitulation. In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, ed. A. Angelsen & D. Kaimowitz, pp. 383-402. Oxon, UK: CABI Publishing Wallingford.
- Angelsen, A., Van Soest, D., Kaimowitz, D. & Bulte, E. (2001) Technological change and deforestation: a theoretical review. In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, ed. A. Angelsen & D. Kaimowitz, pp. 19-34. Oxon, UK: CABI Publishing Wallingford.
- Balmford, A., Green, R.E. & Scharlemann, J.P.W. (2005) Sparing land for nature: Exploring the potential impact of changes in agricultural yield on the area needed for crop production. *Global Change Biology* **11**(10): 1594-1605.
- Baptista, S.R. & Rudel, T.K. (2006) A re-emerging atlantic forest? Urbanization, industrialization and the forest transition in Santa Catarina, southern Brazil. *Environmental Conservation* **33**(3): 195-202.
- Barbier, E.B. (2004) Explaining agricultural land expansion and deforestation in developing countries. *American Journal of Agricultural Economics* **86**(5): 1347-1353.
- Barbier, E.B., Burgess, J.C. & Grainger, A. (2010) The forest transition: towards a more comprehensive theoretical framework. *Land Use Policy* **27**: 98-107.
- BCB - Banco Central do Brasil. (1985) *Crédito rural: dados estatísticos 1969-1985*. Rio de Janeiro, Brazil: BCB.
- BCB - Banco Central do Brasil. (1999) *Anuário estatístico de crédito rural 1986-1999*. Brasília, Brazil: BCB.
- BCB - Banco Central do Brasil. (2012a) Anuário estatístico do crédito rural 1999-2012. [WWW document]. URL <http://www.bcb.gov.br/?RELRURAL>.
- BCB - Banco Central do Brasil. 2012b. Calculadora do cidadão – Correção de valores (Índice de preços). [WWW document]. URL <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>

- Clay, J. (2004) *World agriculture and the environment: A commodity-by-commodity guide to impacts and practices*. Washington DC, USA: Island Press.
- Conover, W.J. & Iman, R.L. (1981) Rank transformations as bridge between parametric and nonparametric statistics. *The American Statistician* **35**(3): 124-129.
- Crawley, M.J. (2007) *The R book*. West Sussex, England: John Wiley and Sons Ltd.
- Fearnside, P.M. (2008) The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. *Ecology and Society* **13**(1): 23.
- Defries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M. & Hansen, M. (2010) Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience* **3**(3): 178-181.
- FED – Federal Reserve Statistical Release. (2012) Foreign Exchange Rates - Historical Rates for Brazil. [WWW document]. URL http://www.federalreserve.gov/releases/h10/Hist/dat00_bz.htm
- Grigg, D. (1982) *The dynamics of agricultural change: the historical experience*. New York, USA: St. Martin's Press.
- Hansen, M.C., Stehman, S.V. & Potapov, P.V. (2010) Quantification of global gross forest cover loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **7**(19): 8650-8655.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1960a) *Censo agrícola de 1960 – Brasil - VII Recenseamento geral do Brasil – Volume II*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1960b) *Censo demográfico de 1960 – Brasil - VII Recenseamento geral do Brasil – Volume I*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1960c) *Censo agrícola de 1960 – Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal - VII Recenseamento geral do Brasil – Volume II, Tomo XIV*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1960d) *Censo demográfico de 1960 – Goiás - VII Recenseamento geral do Brasil – Volume I, Tomo XVIII*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1960e). *Censo demográfico de 1960 – Mato Grosso - VII Recenseamento geral do Brasil – Volume I, Tomo XVII*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2006) *Censo agropecuário 2006 – Resultados preliminares*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011) *Censo demográfico 2010 – Características da população e dos domicílios – Resultados do universo*. Rio de

- Janeiro, Brazil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012) Área territorial oficial brasileira. [WWW document]. URL <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>
- Igari, A.T., Tambosi, L.R. & Pivello, V.R. (2009) Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: Investigating trade-off on hotspot preservation in the state of São Paulo, Brazil. *Environmental Management* **44**(2): 346-355.
- Igari, A.T. & Pivello V.R. (2011) Crédito Rural e Código Florestal: Irmãos Como Caim e Abel? *Ambiente e Sociedade* **14**(1): 133-150.
- Kaimowitz, D. & Smith, J. (2001) Soybean technology and the loss of natural vegetation in Brazil and Bolivia. In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, ed. A. Angelsen & D. Kaimowitz, pp. 195-211. Oxon, UK: CABI Publishing Wallingford.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998) *Numerical ecology – second English edition*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science B. V.
- Legendre, P. (2000) Comparison of permutation methods for the partial correlation and partial mantel tests. *Journal of Statistical Computation and Simulation* **67**(1): 37-73.
- Lira, P.K., Tambosi, L.R., Ewers, R.M. & Metzger, J.P. (2012) Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. *Forest Ecology and Management* **278**: 80-89.
- Livanis, G., Moss, C.B., Breneman, V.E. & Nehring, R.F. (2006) Urban sprawl and farmland prices. *American Journal of Agricultural Economics* **88**(4): 915-929.
- Malthus, T. (1798) *An essay on the principle of population*. London, UK: J. Johnson in St. Paul's Church-Yard. Reprinted in 1998 by Electronic Scholarly Publishing Project.
- Mather, A.S. & Needle, C.L. (1998) The forest transition: A theoretical basis. *Area* **30**(2): 117-124.
- MEA – Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Washington DC, USA: Island Press.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens III, W.W. (1972) *The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York, USA: Universe Books.
- Meyfroidt, P., Rudel, T.K. & Lambin, E.F. (2010) Forest transitions, trade, and the global displacement of land use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **107**(49): 20917-20922.
- Naughton-Treves, L., Holland, M.B. & Brandon, K. (2005) The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment*

- and *Resources* **30**: 219-252.
- Nepstad, D.C., Stickler, C.M. & Almeida, O.T. (2006) Globalization of the Amazon soy and beef industries: Opportunities for conservation. *Conservation Biology* **20**(6): 1595-1603.
- Nepstad, D.C. & Stickler, C.M. (2008) Managing the tropical agriculture revolution. *Journal of Sustainable Forestry* **27**(1-2): 43-56.
- Pfaff, A. & Walker, R. (2010) Regional interdependence and forest "transitions": Substitute deforestation limits the relevance of local reversals. *Land use Policy* **27**(2): 119-129.
- R Development Core Team. (2012) *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Retherford, R.D. & Choe, M.K. (1993) *Statistical Models for Causal Analysis*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Rezende, G.C. (2006) Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola no Brasil: uma avaliação crítica. *Revista de Economia e Sociologia Rural* **44**(1):47-78.
- Rudel, T.K. (1998) Is there a forest transition? Deforestation, reforestation, and development. *Rural Sociology* **63**(4): 533-552.
- Rudel, T.K. (2001) Did a Green Revolution restore the forests of the American south? In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, ed. A. Angelsen & D. Kaimowitz, pp. 53-68. Oxon, UK: CABI Publishing Wallingford.
- Rudel, T.K., Coomes, O.T., Moran, E., Achard, F., Angelsen, A., Xu, J. & Lambin, E. (2005) Forest transitions: Towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change* **15**(1): 23-31.
- Rudel, T.K., Defries, R., Asner, G.P. & Laurance, W.F. (2009) Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conservation Biology* **23**(6): 1396-1405.
- Shaffer, J.P. (1995) Multiple hypothesis testing. *Annual Review of Psychology* **46**: 561-584.
- Shipley, B. (2004) *Cause and correlation in biology – a user's guide to path analysis, structural equations and causal inference*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Teixeira A.M.G., Soares-Filho, B.S., Freitas, S.R. & Metzger, J.P. (2009) Modeling landscape dynamics in an Atlantic Rainforest region: implications for conservation. *Forest Ecology and Management* **257**: 1219-1230.
- Vegro, C.L.R., Ferreira, C.R.R.P.T. & Carvalho, F.C. (1997) Indústria brasileira de máquinas agrícolas: evolução e mercado: 1985-95. *Informações Econômicas* **27**(1): 1-26.

- Walker, R. (2012) The scale of forest transition: Amazonia and the Atlantic Forests of Brazil. *Applied Geography* **32**(1): 12-20.
- Wright, S. (1921) Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research* **20**(7): 557-585.
- Wright, S. (1934). The Method of Path Coefficients. *The Annals of Mathematical Statistics* **5**(3): 161-215.
- Wright, S. (1960). Path coefficients and path regressions: alternative or complementary concepts? *Biometrics* **16**(2): 189-202.

Table 1: Demographic (urban and rural population), technological (rural labor and mechanization), financial (rural credit) and land-use (farmland in the state and forests in farms) results concerning the 26 Brazilian states in 1960 and their variation (Δ) until the most recent survey (2010 for demographic and 2006 for all other variables). Highlighted numbers are the three higher (+) and lower (-) values of each column.

State		Urban population (x10 ³)		Rural population (x10 ³)		Rural labor (worker.km ⁻²)		Mechanization (tractor.km ⁻²)		Farmland in the state (%)		Forests in farms (%)		Mean annual rural credit (US\$.yr ⁻¹ x10 ⁶)
		1960	Δ 2010	1960	Δ 2010	1960	Δ 2006	1960	Δ 2006	1960	Δ 2006	1960	Δ 2006	1969-2006
Acre	(AC)	34 ⁽⁻⁾	499 ⁽⁻⁾	125	75	32 ⁽⁻⁾	253	0.0 ⁽⁻⁾	1.8 ⁽⁻⁾	62	-39 ⁽⁻⁾	82 ⁽⁺⁾	-19	32 ⁽⁻⁾
Alagoas	(AL)	421	1877	835	-12	1903 ⁽⁺⁾	240	1.7	15.4	69	7	31	-19 ⁽⁻⁾	267
Amapá	(AP)	35	565 ⁽⁻⁾	33 ⁽⁻⁾	35	39 ⁽⁻⁾	111	0.2	0.9 ⁽⁻⁾	9	-3	61	-14	5 ⁽⁻⁾
Amazonas	(AM)	237	2519	123	602 ⁽⁺⁾	261	473 ⁽⁺⁾	0.0	2.0 ⁽⁻⁾	4 ⁽⁻⁾	-2	88 ⁽⁺⁾	-38 ⁽⁻⁾	78
Bahia	(BA)	2049	8056	3870 ⁽⁺⁾	46	1030	-233	0.3	9.1	31	20 ⁽⁺⁾	25	8	913
Ceará ^A	(CE)	1103	5241	2186	-82	732	714 ⁽⁺⁾	0.2	7.0	74 ⁽⁺⁾	-20 ⁽⁻⁾	29	7	343
Espírito Santo	(ES)	370	2559	799	-216	987	132	1.8	40.0	63	-1	30	-15	257
Goiás	(GO)	517	4904	1077	-494	202	-39	0.7	16.8	57	19	13	8	1189
Maranhão	(MA)	443	3701	2034	392	1158	-395 ⁽⁻⁾	0.1	4.6	25	14	25	7	195
Mato Grosso	(MT)	139	2346	182	367	71	4	0.1	8.8	9	44 ⁽⁺⁾	27	12	1069
Mato Grosso do Sul [*]	(MS)	208	1890	364	-12	57	14	0.3	12.3	65	19	14	5	859
Minas Gerais ^A	(MG)	3914 ⁽⁺⁾	12800 ⁽⁺⁾	6167 ⁽⁺⁾	-3285 ⁽⁻⁾	579	2	1.2	27.0	67	-11	9 ⁽⁻⁾	13	2228
Pará	(PA)	624	4573	917	1474 ⁽⁺⁾	637	-284	0.7	3.5	4	14	50	-10	246
Paraíba ^{A,F}	(PB)	695	2144	1296	-368	1359	-63	1.2	6.5	72	-5	11 ⁽⁻⁾	20 ⁽⁺⁾	189
Paraná	(PR)	1311	7595	2953	-1420 ⁽⁻⁾	1128	-398 ⁽⁻⁾	4.6	69.8	57	20	25	-7	3761 ⁽⁺⁾
Pernambuco ^{A,F}	(PE)	1828	5221	2252	-506	2132 ⁽⁺⁾	-393 ⁽⁻⁾	1.7	8.5	60	-5	19	6	448
Piauí	(PI)	292	1759	957	111	393	482 ⁽⁺⁾	0.1	3.9	36	2	27	23 ⁽⁺⁾	131
Rio de Janeiro	(RJ)	5253 ⁽⁺⁾	10214 ⁽⁺⁾	1397	-870	875	-105	5.5 ⁽⁺⁾	31.9	69	-22 ⁽⁻⁾	18	-3	347
Rio Grande do Norte ^{A,F}	(RN)	428	2038	713	-11	812	-36	0.9	12.5	70	-9	11	20	153
Rio Grande do Sul ^{A,F}	(RS)	2412	6690	2976	-1383	616	-6	7.0 ⁽⁺⁾	73.9 ⁽⁺⁾	77 ⁽⁺⁾	-5	10 ⁽⁻⁾	2	3920 ⁽⁺⁾
Rondônia	(RO)	31 ⁽⁻⁾	1112	40 ⁽⁻⁾	378	140	193	0.3	6.6	1 ⁽⁻⁾	34 ⁽⁺⁾	80 ⁽⁺⁾	-46 ⁽⁻⁾	73
Roraima	(RR)	12 ⁽⁻⁾	332 ⁽⁻⁾	16 ⁽⁻⁾	90	37 ⁽⁻⁾	136	0.0 ⁽⁻⁾	2.6	4 ⁽⁻⁾	4	12	35 ⁽⁺⁾	14 ⁽⁻⁾
Santa Catarina	(SC)	688	4561	1441	-440	967	-21	1.9	113.8 ⁽⁺⁾	62	1	29	-3	1022
São Paulo	(SP)	8044 ⁽⁺⁾	31508 ⁽⁺⁾	4779 ⁽⁺⁾	-3080 ⁽⁻⁾	895	-349	14.1 ⁽⁺⁾	72.9 ⁽⁺⁾	78 ⁽⁺⁾	-10	12	-1	4648 ⁽⁺⁾
Sergipe	(SE)	291	1229	461	87	1696 ⁽⁺⁾	120	0.6	19.6	67	1	16	-4	115
Tocantins [*]	(TO)	63	1094	260	442 ⁽⁺⁾	114	9	0.0 ⁽⁻⁾	6.9	35	17	21	14	178
Mean		1209	4886	1471	-311	725	22	1.7	22.3	47	3	30	0	872
SD		1881	6273	1576	1030	600	277	3.1	28.8	27	18	23	18	1300
Brazil – total		31444	127026	38254	-8078	626	-124	2.5	22.4	29	9	22	6	22678

^A Corroborates agricultural adjustment hypothesis (+ mechanization → - farmland → + forests in farms)

^F Corroborates “economic development path” of forest transition hypothesis

(+ urban population → - rural population → - rural labor → - farmland → + forests in farms)

^{*} In 1960 MS and TO were part of the MT and GO respectively. Data in 1960 in these states were estimated from municipal-level surveys

Figure 1: Representation of demographic, legal, economic and technological drivers on farm land-use management. Arrows represent the influence of one variable on another.

* not significant at $\alpha_i=0.0026$ after Bonferroni correction

Figure 2: Path diagram representing hypothesized causality relationships among demographic (urban and rural population), technological (mechanization and rural labor), and financial (rural credit) explanatory variables and their effects on land-use variables (percentage of farmland in the state and percentage of forest area in farms). Path coefficients are represented below the correspondent arrow and p value is represented between brackets. When the path coefficient is influenced by former interactions among explanatory variables, it differs from the total correlation coefficient (ρ) between the pair of variables. The corrected path coefficient P_{j_i} represents the effect of the variable i on j , taking into account the indirect influence of interactions among other explanatory variables; ns = not significant after Bonferroni correction.

Capítulo 5

Considerações Finais

5.1. Considerações Finais

O Código Florestal (CF) e o Crédito Rural (CR) são hoje tidos como antagônicos com relação aos seus efeitos sobre as atividades do agronegócio. O CF restringe as atividades em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs), impedindo que a totalidade das propriedades privadas seja convertida para uso agropecuário. O CR, por sua vez, subsidia as taxas de juros dos financiamentos rurais em pontos chave da cadeia de valor do agronegócio, no custeio da safra, nos investimentos produtivos e na comercialização da produção, compensando, ao menos em parte, a desvantagem comparativa com os competidores externos com relação aos custos de financiamento rural. Assim, na perspectiva do agronegócio, enquanto o CF limita a exploração das potencialidades agrícolas do país, o CR confere mais competitividade às *commodities* agropecuárias.

Entretanto, o capítulo 2 desta tese demonstrou que esse antagonismo não se manifestava desta forma em 1965, ano em que ambas as leis foram concebidas. Os legisladores julgavam que o sistema produtivo da agropecuária predominante naquele tempo, pouco tecnificado e que avançava a produção sobre áreas sensíveis da propriedade, era responsável pela degradação do solo e dos recursos hídricos, pela baixa produtividade agropecuária, pelo desabastecimento de produtos primários nos centros urbanos e pela perda de competitividade nos mercados externos. Assim, a proteção de APPs e RLs trazida pelo CF apresentava como justificativa o argumento de que a preservação dessas áreas contribuiria para a conservação do solo e dos recursos hídricos e, conseqüentemente, também contribuiria para aumentar a produtividade total das fazendas. Com relação ao CR, essa relação com o objetivo de aumento de produtividade era ainda mais clara, uma vez que o subsídio às taxas de juros contribuiu para viabilizar investimentos produtivos que favoreceram a tecnificação da agropecuária. Assim, os legisladores não viam o CR e o CF como antagônicos, mas sim complementares, dentro do objetivo de aumentar a produtividade e competitividade da agropecuária brasileira.

Tendo em vista a conjuntura da época, mesmo o antagonismo do artigo 37 do CR em relação ao CF pode ser contemporizado. O artigo 37 do CR impede que o descumprimento do CF ou pendências previdenciárias sejam motivo para que o agente financeiro negue o financiamento rural a juros subsidiados. Deve-se ter em mente que o CR foi instituído apenas dois meses após o CF, tempo que seria insuficiente para que as propriedades rurais interessadas nos financiamentos a juros subsidiados se adequassem ao CF. Com isso, o artigo 37 deveria ter sido implementado como uma disposição transitória, com prazo de validade definido, suficiente para que as propriedades rurais do país tomassem as medidas de

adequação ao CF. Entretanto, o artigo 37, em vigor até hoje, constitui uma disposição geral do CR, sendo juridicamente contestável, uma vez que dá margem a situações em que empréstimos com subsídios públicos sejam destinados a proprietários rurais com pendências previdenciárias ou ambientais com o Estado.

O objetivo comum de aumento de produtividade de ambas as leis, operacionalizado pelo CR por meio do fomento a investimentos em tecnificação da agropecuária e pelo CF por meio da provisão de serviços ecossistêmicos provenientes da conservação de áreas nativas, ofereceu um panorama promissor para investigar as previsões das hipóteses de Transição Florestal (TF) e Ajuste Agrícola (AA). A hipótese de AA, prevê que o maior nível de tecnificação da agropecuária faria com que as atividades agrícolas se concentrassem nas áreas mais produtivas, levando então ao abandono das áreas marginais e dando lugar à recuperação das florestas. A proteção de APPs e RLs aumentaria a produtividade das terras agropecuárias e estimularia a recuperação da vegetação nativa dentro das fazendas, o que poderia culminar em um primeiro movimento no sentido do ganho líquido de florestas previsto pela TF.

O capítulo 3 avança a partir deste ponto, avaliando, quatro décadas após sua instituição, o nível de cumprimento do CF e sua relação com os custos de oportunidade da conformidade legal. Os resultados demonstram que o CF foi ineficaz na proteção dos remanescentes de Cerrado do estado de São Paulo. Mesmo nos municípios onde os principais custos de oportunidade (lucratividade da atividade agropecuária e preço da terra) mostraram-se menores que os valores das multas estipuladas pelo CF, o percentual de vegetação nativa preservada foi muito menor do que o esperado em um cenário de conformidade com o CF. A ineficácia da fiscalização pode ser apontada como principal fator para o fracasso dessa abordagem de “comando e controle” de conservação de áreas de vegetação nativa em propriedades rurais privadas.

A abordagem de incentivos econômicos para a conservação ambiental seria pouco indicada para a área de estudo, uma vez que os valores dos Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) nas experiências discutidas no capítulo são pouco competitivos em relação aos custos de oportunidade do agronegócio da região. As características do agronegócio paulista, focado em produtos destinados ao mercado externo, com suas receitas vinculadas às variações dos preços internacionais de *commodities* agropecuárias, custos sensíveis às variações de preço do petróleo e, além disso, sujeitos às taxas de juros nacionais, que figuram historicamente entre os maiores índices do mundo, fazem com que o crédito rural subsidiado seja determinante na viabilidade das atividades do agronegócio, desde os investimentos produtivos, passando pelo custeio da safra, até a comercialização da produção.

Com isso, uma política de *cross-compliance*, onde o acesso ao crédito rural subsidiado seria condicionado ao bom desempenho ambiental na cadeia do agronegócio, apresenta-se como uma alternativa promissora para lidar com a conservação de vegetação nativa nas fazendas. O agronegócio é sensível à disponibilidade de crédito subsidiado, o que é determinante para a possibilidade do *cross-compliance* incentivar uma mudança de postura quanto a conservação de APPs e RLs.

Adicionalmente, a credibilidade das instituições credoras na verificação de conformidade com os requisitos de conservação ambiental poderia funcionar como um selo ambiental que facilitaria a penetração em mercados com maior rigor com os passivos ambientais dos produtos. O modelo de financiamento operacionalizado pelo IFC (*International Finance Corporation*) é procurado por grandes empresas do agronegócio brasileiro em função da credibilidade internacional que a concessão dos financiamentos traz às suas operações. Um outro fator a destacar é que, com a política de *cross-compliance*, o interesse em comprovar a conformidade com as exigências do CF e outras diretrizes socioambientais passaria a ser do agronegócio. Isso contribuiria também para contornar o problema de deficiência na fiscalização do cumprimento do CF. Recentemente, a reforma do CF abriu uma janela de oportunidade para que o *cross-compliance* seja efetivamente implementado em um futuro próximo. As propriedades rurais que não se inscreverem no Cadastro Ambiental Rural perderão a elegibilidade para os programas de CR. Cabe ressaltar, entretanto, que a redução da taxa básica de juros no Brasil faria com que o crédito rural a taxas subsidiadas ficasse menos atraente ao agronegócio, fazendo com que a política de *cross-compliance* perdesse efetividade.

Apesar do insucesso do CF em fazer valer integralmente a conservação de APPs e RLs, evidenciado no capítulo 3, o capítulo 4 passa a avaliar a validade do modelo conceitual concebido a partir das hipóteses de AA e TF quanto as suas previsões de causalidade de variáveis demográficas, tecnológicas e financeiras em relação às mudanças no uso das terras dentro das fazendas e também no avanço ou retrocesso da fronteira agrícola nos estados brasileiros ao longo das últimas cinco décadas. A data de partida da análise foi 1960, anterior à implementação do CF e do CR. Com isso foi possível capturar a contribuição das duas leis e das demais variáveis relacionadas no modelo sobre as mudanças de uso das terras.

Apesar das previsões das hipóteses de AA e TF serem corroboradas em alguns estados brasileiros, o conjunto total de dados não sustenta o modelo conceitual que representa as hipóteses. O capítulo 4 evidencia a necessidade de se desenvolver abordagens integradoras para estudar as mudanças de uso das terras. Essas abordagens devem explicitamente lidar com

variáveis explicativas como: os custos agropecuários relativos, os fluxos migratórios humanos e o comércio de produtos agropecuários. Essas variáveis seriam capazes de refletir as vantagens comparativas, em diferentes escalas, que levariam à expansão ou retração das áreas agropecuárias. Além disso, os fluxos humanos e de produtos contribuiriam para o entendimento das conexões entre a ocorrência da TF em uma região e de desmatamento em outras.

O conjunto de reflexões apresentado nos capítulos desta tese de doutorado contribui para o entendimento de que, se a conservação ou restauração de vegetação nativa em propriedades privadas tiver como orientação exclusivamente os parâmetros econômicos de curto prazo, o resultado será um padrão de uso das terras onde restarão poucas áreas de vegetação nativa, predominantemente em áreas de baixa aptidão agropecuária. Assim, se perderia a complementaridade ecológica entre os remanescentes de vegetação nativa conservados em UCs, frequentemente caracterizadas pela baixa aptidão agrícola, e os remanescentes em propriedades privadas, que não mais representariam a vegetação característica de solos férteis e sem déficit hídrico.

Em um cenário ainda mais dramático para a conservação da biodiversidade, em regiões com alta aptidão agropecuária, bem servidas de infraestrutura e acesso facilitado aos mercados consumidores (como a área de estudo do capítulo 3), a valorização das terras tornaria impeditiva a implementação de UCs públicas e a diversidade biológica seria reduzida às áreas marginais ao uso agropecuário. A abordagem de livre mercado conduziria a uma situação onde a conservação da biodiversidade se daria exclusivamente em regiões inadequadas para usos antrópicos, o que restringiria drasticamente a diversidade biológica e a provisão de serviços ecossistêmicos.

Marcos legais de ordenamento do uso das terras privadas lastreados em princípios científicos reconhecidos, como o CF, devem marcar a atuação do Estado no objetivo de garantir a preservação do capital natural e a provisão de serviços ecossistêmicos em regiões com alto custo de oportunidade para a conservação biológica. Políticas de *cross-compliance*, como a proposta no capítulo 3, representam a possibilidade de conciliação entre ganhos econômicos e ganhos ambientais, permitindo que os recursos públicos concedidos na forma de subsídios ao crédito rural sejam aplicados de forma mais justa, incentivando a redução dos passivos ambientais do agronegócio e de seus impactos negativos na sociedade. Assim, o orçamento para o crédito rural, que é muito maior que todo o orçamento para o Ministério do Meio Ambiente, passaria a constituir um recurso também vinculado ao fomento da conservação biológica.

A conservação de parcelas representativas do patrimônio biológico do planeta, independentemente do custo de oportunidade para esse objetivo, passaria obrigatoriamente pela orquestração adequada de instrumentos de incentivo econômico e de “comando e controle”, explorando as oportunidades de convergência como as políticas de *cross-compliance*. Uma alegoria clássica das práticas de gestão diz que tanto a cenoura quanto o chicote fazem com que o burro puxe a carroça, mas é a dose equilibrada de um e de outro que pode fazer a condução ser eficiente. Alternativamente, no caso de equívoco na dose, o burro pode ficar preguiçoso, machucado ou mesmo subnutrido.

Resumo

A agropecuária de larga escala é a principal responsável pelo desmatamento em áreas tropicais, e está inserida numa complexa cadeia produtiva que envolve desde a produção de insumos até a distribuição dos bens agropecuários aos consumidores finais. Esse arranjo em cadeia recebeu a denominação de agronegócio. O avanço da agropecuária de larga escala sobre áreas de vegetação nativa representa um *trade-off* entre os benefícios econômicos do agronegócio e a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos. O Código Florestal (CF), ao estabelecer a obrigatoriedade de conservação de áreas de vegetação nativa em fazendas brasileiras mitiga parte dos impactos ambientais negativos gerados pela expansão das fronteiras agrícolas. Tendo em vista que o agronegócio toma suas decisões a partir dos resultados econômicos dos empreendimentos, na ausência de marcos regulatórios como o CF, taxações ou incentivos econômicos, o valor da conservação do capital natural não seria levado em consideração nas decisões a respeito do uso das terras. O Crédito Rural (CR) subsidiado constitui um dos principais incentivos econômicos ao agronegócio, financiando toda a cadeia produtiva, desde investimentos na compra de máquinas até o financiamento da comercialização dos produtos agropecuários. O objetivo geral desta tese de doutorado consiste em investigar a influência dos vetores econômicos e legais (destacando o CF e política de CR) nos efeitos do agronegócio sobre a conservação da vegetação nativa no Brasil. Os resultados apresentados ao longo desta tese contribuem para o entendimento de que, se a conservação ou restauração de vegetação nativa em propriedades privadas tiver como orientação exclusivamente os parâmetros econômicos de curto prazo, o resultado seria um padrão de uso das terras onde restariam poucas áreas de vegetação nativa, predominantemente em áreas de baixa aptidão agropecuária. Essa abordagem de livre mercado conduziria a uma situação que restringiria drasticamente a diversidade biológica e a provisão de serviços ecossistêmicos. Marcos legais de ordenamento do uso das terras privadas lastreados em princípios científicos reconhecidos, como o CF, devem marcar a atuação do Estado no objetivo de garantir a preservação do capital natural e a provisão de serviços ecossistêmicos também em áreas privadas com alto custo de oportunidade para a conservação biológica. Políticas de *cross-compliance*, que condicionam a concessão de incentivos econômicos ao adequado desempenho ambiental, representam a possibilidade de conciliação entre ganhos econômicos e ganhos ambientais. Estas políticas permitiriam que os recursos públicos, como os concedidos na forma de subsídios ao CR, sejam aplicados de forma mais justa, incentivando a redução dos passivos ambientais do agronegócio e de seus impactos negativos na sociedade.

Abstract

Large-scale agriculture is the main responsible for tropical deforestation, and it is embedded in a complex productive chain, from inputs production to trade of agricultural commodities. This chain arrangement is named agribusiness. The advance of large-scale agriculture over native vegetation areas represents a trade-off between the agribusiness economic benefits and the loss of biodiversity and ecosystem services. The Forest Code (FC) establishes mandatory native vegetation conservation areas in Brazilian farms, and doing so, it mitigates part of the negative environmental impacts from expansion of agricultural frontiers. Regarding that agribusiness take its decisions from the economic results of the ventures, the value for conservation of natural capital would not be taken into account in the land use decisions if there were not laws as FC, taxes or economic incentives. The subsidized Rural Credit (RC) constitutes one of the main economic incentives to agribusiness. It finances the entire productive chain, from investments on agricultural machinery to the trade of agricultural goods. The main objective of this doctorate thesis consists on investigating the influence of economic and legal (stressing CF and CR) driving forces on the effects of agribusiness on conservation of native vegetation in Brazil. The results presented in this thesis contribute to understand that, if conservation or restoration of native vegetation in private farms were oriented solely by short-term economic parameters, the result would be a land use pattern where a few native vegetation areas would stand, mainly in the less suitable areas for agriculture. This free-market approach would drive to a scenario that would dramatically hinder the biological diversity and the provision of ecosystem services. Science-based land use planning laws, as the FC, might guide the Government actions under the objective of ensuring the natural capital preservation and the provision of ecosystem services also in private areas that present high opportunity costs for biological conservation. Cross-compliance policies, which make the granting of economic incentives conditional to appropriate environmental performance, represent the potential conciliation between economic and environmental gains. These policies would allow that public resources, as those granted as subsidies to RC, would be invested in a fairer manner, fostering the reduction of agribusiness environmental liabilities and of agricultural negative impacts on society.