

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA AMBIENTAL

Biocombustíveis, controvérsia agrícola na economia do petróleo: O caso do etanol no Cerrado



Rafael Feltran-Barbieri

Orientador: **Prof.Dr. Ricardo Abramovay**

São Paulo, 16 de setembro de 2009

Biocombustíveis, controvérsia agrícola na economia do petróleo: O caso do etanol no Cerrado

Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Ciência Ambiental
da Universidade de São Paulo, como parte
dos créditos para obtenção do título de
Doutor em Ciência Ambiental

**À Marta, minha flor.
Aos meus pais, meu chão.
Aos meus irmãos,
irmãs e sobrinhos,
que fazem
chover alegria.
Ao menino-canino Pandú.**

Outubro

Seca a vazante de seiva andeja
Enseja o parto de triunfante homúnculo
Seja o cordão umbilical, pedúnculo,
O rompido talo que estalo esbraveja.

Lança o fruto como se maduro
O nascituro dos céus precipita,
Tal qual o próprio embalo o incita
A cair no berço, colo do chão duro.

A pele casta tosca não se esfolia
Enrola o grão, bruto cobertor,
No estado quieto de estanque torpor
O embrião envolto se descola.

O seco ar o fogo enraivece
Padece o horizonte em labaredas
O vento rompe a chacoalhar veredas
Soam trovões, o mundo se estremece.

O mês de outubro no Cerrado é findo
Abrindo a chuva o tempo de opulência
Desperta o broto de sua dormência,
Os vastos campos o sorriem florindo.

R. F-B.
Parque Nacional das Emas, Outubro de 2008

AGRADEÇO

Ao Prof. Dr. Ricardo Abramovay, ou simplesmente Ricardo, verdadeiro mestre. Mais do que orientador, um amigo crítico, lúcido e querido, a quem devo tudo o que sou profissionalmente.

Ao Prof. Dr. Ignacy Sachs, pela atenção carinhosa para comigo todas as vezes que o procurei, no Brasil e na França. Sua vitalidade e otimismo revelam a essência dos seus conhecimentos atualíssimos, que nos fazem admirá-lo sempre.

Ao Prof. Dr. Guilherme Leite da Silva Dias, cuja inteligência nos é acessível pela gentileza com que ensina. Tenho a grata honra de ter aprendido com ele.

Ao Prof. Dr. Wagner Costa Ribeiro, que apesar do pouco convívio, aprendi a admirá-lo pela sua dedicação e seriedade.

Ao Prof. Dr. José Eli da Veiga, que mudou para sempre minha visão da economia.

Ao Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro, que muito contribuiu para meu amadurecimento intelectual.

Ao Prof. Dr. Peter May, cientista e ativista que nos inspira a buscar um mundo mais justo.

A todos os membros suplentes da banca, pelo que representam para meu aprendizado.

Ao amigo Mário Barroso Ramos-Neto, presente em minha vida profissional, sempre me apoiando intelectualmente, com muito carinho e sinceridade.

À Oreades Núcleo de Geoprocessamento, pela inestimável importância que tem nesta tese, na produção dos mapas e sobrevôos. Especialmente agradeço aos amigos Demerval A. Gonçalves (Demervas), pela competência, meticulosidade e seriedade, Renato Alves Moreira (Renas), pelo conhecimento, objetividade e praticidade, e Manuel Barbosa Neto (Neto), pela dedicação, competência e diligência.

À Conservation International do Brasil, pelo apoio logístico e empréstimo do material de campo, sem o qual esta tese não seria possível.

Ao Prof. Dr. José Roberto Kassai, amigo que me mostrou um mundo científico com o qual eu jamais sonhara.

Ao Prof. Nelson L.G. Carvalho, pelas oportunidades que me apresentou.

Ao Prof. Isak kruglianskas, e aos meus novos amigos do PROGESA, que me receberam com carinho, e que competentemente contribuíram para melhoria desta tese.

Ao meu querido Tio Toninho, pioneiro na família em pesquisas no Centro-Oeste, que desde o mestrado tanto me ajudou. Suas eternas promessas de “viagens selvagens” vivem no meu imaginário como uma lembrança feliz, que se concretiza dia a dia na paixão que me despertaram para a pesquisa científica exploratória e amor eterno ao Cerrado.

A todos os professores, funcionários e alunos do PROCAM

À Capes/CNPq pelo financiamento do projeto

À minha família Cecília, Marcelo, Tata, Marina, Denis e Andrezinho.

A todos os meus tios e primos.

Aos meus amigos e amigas de São Paulo, Rô, Garga, Frazão, Carol e Nina.

Aos meus amigos e amigas de Campinas, Bob, Flávia, Patê e Renata.

Aos meus amigos e amigas de Itobi, Fabíola, Humberto, Zé e Fabiane.

Aos amigos da Plural Cooperativa.

Ao Cerrado, e a todos que se dedicam a entendê-lo e preservá-lo.

SUMÁRIO

Introdução Biocombustíveis: entendendo o problema.....	1
1. Biocombustíveis: o que são?	10
1.1 Biomassa e Bioenergia.....	10
1.2 Biocombustíveis.....	12
1.2.1 Etanol e biodiesel: processos elementares de produção.....	14
1.2.1.1 <i>Etanol</i>	14
1.2.1.2 <i>Biodiesel</i>	18
2. História dos biocombustíveis	34
2.1 Oleaginosas, sucroalcooleiras e biocombustíveis: dos primeiros tratores à II Guerra Mundial.....	34
2.2 Oleaginosas, sucroalcooleiras e biocombustíveis na economia do petróleo: do pós-II Guerra aos anos 1990.....	49
2.3 A recente controvérsia em torno dos biocombustíveis.....	67
3. A pesquisa empírica	79
3.1 Objetivos.....	82
3.2 Fundamentação das perguntas e hipóteses.....	83
3.2.1 Hipóteses.....	86
3.2.1.1 <i>Bloco 1 Ecossistema cultivado</i>	86
3.2.1.2 <i>Bloco 2 Sistema Social produtivo</i>	87
3.3 Material e Métodos.....	89
3.3.1 Caracterização da área de estudo.....	89
3.3.1.1 <i>O empreendimento canavieiro na região</i>	91
3.3.2. Teste das hipóteses: metodologia.....	93
3.3.2.1 <i>Bloco 1: ecossistema cultivado</i>	93

3.3.2.2 <i>Bloco 2: sistema social produtivo</i>	99
4. Cerrado: paisagem natural e mosaico dos sistemas agrários	103
4.1 Domínio do Cerrado: caracterização da paisagem natural.....	104
4.2 Sertão cerrado: o mosaico agrário dos gerais.....	110
4.2.1 Sistema Agrário da pecuária extensiva: a matriz da paisagem....	110
4.2.2 Sistema Agrário do complexo soja: a inovação na matriz.....	120
4.2.2.1 <i>Agricultura nas matas no Domínio do Cerrado</i>	120
4.2.2.2 <i>Agricultura do complexo grãos-algodão no Domínio do Cerrado: os recortes no mosaico da pecuária</i>	124
5 Etanol no Cerrado: escolha objetiva e conseqüências no mosaico rural	144
5.1 Teste das hipóteses H_1 e H_2	144
5.2 Teste das hipóteses H_3 e H_4	152
5.3 Cerrado: uma inverdade conveniente.....	173
5.4 Impactos do etanol no mosaico regional.....	192
5.4.1 Impactos locais.....	192
5.4.2 Impactos indiretos.....	203
5.5 Breves considerações sobre o potencial de impacto do biodiesel no Cerrado.....	205
Conclusão e Recomendações	210
Bibliografia	216
Anexos	232

LISTA DE FIGURAS

Figura I Previsão da participação dos biocombustíveis de 1ª e 2ª gerações.....	3
Figura 1.1: Matriz Energética no Brasil e no Mundo (em tep).....	11
Figura 1.2: Reação simplificada da queima de biomassa (biocombustível).....	12
Figura 1.3: Árvore de Tipos de Biocombustíveis.....	13
Figura 1.4 Reação simplificada de fermentação.....	14
Figura 1.5 Conversão de amido em açúcar e fermentação.....	15
Figura 1.6 Conversão simplificada da celulose em açúcar e fermentação.....	16
Figura 1.7 Participação da matéria-prima e do processamento no custo total de produção de etanol.....	17
Figura 1.8 Reação simplificada de transesterificação.....	18
Figura 1.9 Participação da matéria-prima e do processamento no custo total na produção de biodiesel de colza na União Européia.....	19
Figura 1.10. Volume (em litros) de reagentes, biodiesel e co-produtos de rotas metílica e etílica.....	21
Figura 2.1 Produtividade agrícola americana.....	26
Figura 2.2 Uso de tração animal e tratores nos EUA.....	29
Figura 2.3 Distribuição fundiária na França e Itália em 1929 e 1930.....	31
Figura 2.4 Evolução do preços do petróleo nos EUA.....	34
Figura 2.5 Evolução dos preços do álcool de cereais, óleo de algodão e gasolina nos EUA. Fontes.....	37
Figura 2.6 Índices de preços da mão-de-obra e de maquinários nos EUA.....	42
Figura 2.7 Preço do barril do petróleo (US\$) relativo a 2007.....	47
Figura 2.8. Produção Mundial de Etanol <i>vis-à-vis</i> preços do petróleo.....	48
Figura 2.9. Evolução da participação dos óleos de soja, dendê e outros 14 óleos na produção mundial.....	50
Figura 2.10 Evolução da participação do centro-oeste e Tocantins na produção nacional de soja.....	54
Figura 2.11 Evolução das taxas de juros de bancos e crédito rural subsidiado.....	62
Figura 2.12 Evolução da participação da soja, milho e cana, e de gêneros alimentícios tradicionais, no total das lavouras temporárias no Brasil.....	67
Figura 2.13. Evolução da temática dos biocombustíveis em pesquisas científicas.....	73
Figura 2.14. Evolução número de artigos sobre biocombustíveis, com temática especificamente abordadas nesta tese.....	74

Figura 3.1: Área de estudo.....	89
Figura 3.2 Exemplos de Mapas-Base produzidos a partir de imagens de satélite.....	94
Figura 3.3 Rota de um dos sobrevôos executados, mostrando como se obtém a sobreposição das fotografias com imagens de satélite.....	95
Figura 3.4 Exemplos do método aplicado, mostrando área de agricultura substituída por cana-de-açúcar.....	97
Figura 3.5. Questionários aplicados aos informantes, segundo a categoria.....	102
Figura 4.1: Distribuição Original do Domínio do Cerrado.....	105
Figura 4.2 Paisagem em rede dendrítica do Domínio do Cerrado, onde 1 é a vegetação de interflúvio dominante, 2 são matas de galeria e 3 matas ciliares.....	107
Figura 4.3 Perfil diagrama do Domínio do Cerrado.....	109
Figura 4.4 Mosaico Fisionômico do Domínio do Cerrado, onde 1 cerrado s.s., 2 cerradão, 3 mata de galeria e 4 vereda com campos úmidos.....	110
Figura 4.5 Expansão do Gado no Domínio do Cerrado.....	115
Figura 4.6 Evolução do rebanho bovino no Brasil e Centro-Oeste.....	119
Figura 4.7 Paisagem de pecuária extensiva típica no Domínio do Cerrado.....	119
Figura 4.8. Estudos sobre as potencialidades das pastagens nativas do Cerrado.....	130
Figura 4.9 Participação do centro-oeste na produção nacional de alimentos, e oleaginosas e energéticas.....	137
Figura 4.10 Comparação das Paisagens do complexo-soja e da pecuária extensiva no Domínio do Cerrado.....	142
Figura 4.11 Transecto de Imagem de Satélite demonstrando maior tolerância a fragmentos de cerrado na pecuária. Imagem de satélite da região de estudo, de agosto de 2008.....	142
Figura 5.1 Mapeamento da expansão da cana-de-açúcar segundo usos e coberturas originais substituídas.....	151
Figura 5.2 Organograma do Grupo Brenco.....	153
Figura 5.3 Organograma do Grupo Cerradinho.....	155
Figura 5.4 Declividade das glebas de cana, onde 1 Chapadão do Céu-GO, 2 Mineiros-GO, 3 Portelândia-GO e 4 Alto Taquari-GO.....	159
Figura 5.5 Concentração das áreas de cana segundo raios médios (consolidado).....	161
Figura 5.6 Concentração das áreas de cana segundo raio máximo de 30.000m (por usina)..	162
Figura 5.7 Canavial típico da substituição de áreas de soja na região de estudo.....	164
Figura 5.8 Disponibilidade de pastagens para expansão canavieira, segundo o MAPA.....	176
Figura 5.9 Mapa exposto por Sueni Coelho.....	177

Figura 5.10 Isolamento da Amazônia.....	178
Figura 5.11 Potencial de produção para cana-de-açúcar.....	180
Figura 5.12 Evolução da lotação das pastagens totais e substituição de pastagens nativas por plantadas, no Centro-Oeste e Tocantins.....	184
Figura 5.13 Evolução da lotação das pastagens totais e substituição de pastagens nativas por plantadas, no Centro-Oeste e Tocantins em relação ao consolidado brasileiro.....	184
Figura 5.14 Comparação do preços da terra em municípios paulistas e do cerrado.....	188
Figura 5.14 Relação entre preços de terras em regiões de SP e Mineiros – GO.....	189
Figura 5.15 Evolução da participação da soja, milho e cana, e de gêneros alimentícios tradicionais, no total das lavouras temporárias no Brasil.....	192
Figura 5.16 Evolução da participação da soja e milho no total das lavouras temporárias no Brasil.....	193
Figura 5.17 Pólos potenciais para expansão do etanol.....	194
Figura 5.18 Exemplo de desmatamento causado pela cana-de-açúcar.....	201
Figura 5.19 Municípios citados como locais de expansão da soja e gado estimulados pela cana-de-açúcar.....	204
Figura 5.20 Produção de óleo de soja, consumo de biodiesel e relação consumo biodiesel/consumo total de óleo de soja.....	207

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Produtividade média de óleo de diferentes matérias-primas consumidas na produção de biodiesel no Brasil.....	20
Tabela 2.1 Nova estrutura das fazendas norte americanas.....	43
Tabela 2.2 Sistema de desoneração tributária do biodiesel brasileiro.....	56
Tabela 3.1 área agrícola de Goiás, sudoeste Goiano e municípios pesquisados.....	91
Tabela 3.2 Perfil dos empreendimentos (usinas de etanol) a serem implantadas até 2010 nos municípios estudados.....	92
Tabela 3.3 Classificação do uso e cobertura do solo adotada para as feições nos mapas-base de 2007.....	98
Tabela 4.1 Uso e ocupação do solo, censo 1920.....	121
Tabela 4.2 evolução da participação (%) de tratores do centro oeste e tocantins no total brasileiro, segundo o ano e classes de potência (hp).....	139
Tabela 4.3 Quadro resumo dos sistemas agrícolas no domínio do cerrado.....	140
Tabela 4.4 comparação das motivações para manutenção das feições Cerrados e Matas na atividade agropecuária no Domínio do Cerrado.....	141
Tabela 5.1 Classes de ocupação definidas pelo IBGE.....	145
Tabela 5.2 Uso e cobertura do solo dos municípios e do consolidado antes da expansão canavieira (2007).....	148
Tabela 5.3 Parcelas de pastagem e agricultura convertidas para cana de açúcar.....	148
Tabela 5.4 Classes de uso e cobertura do solo substituídas por cana de açúcar (2007/2009).....	149
Tabela 5.5 disponibilidade e conversão das diferentes feições relativas a pastagens disponíveis e convertidas.....	150
Tabela 5.6 Respostas específicas 1 e 2 do questionário aplicado aos funcionários das usinas.....	156
Tabela 5.7 Resposta 3 do questionário aplicado aos funcionários das usinas.....	157
Tabela 5.8 declividade das glebas e das áreas totais convertidas em cana-de-açúcar.....	158
Tabela 5.9. Distâncias e raios de concentração da cana (consolidado e por usina).....	160
Tabela 5.10 Expectativa de rendimento dos anos de colheita para moagem.....	165
Tabela 5.11 Tempo de vigência e valores pagos nos arrendamentos para cana-de-açúcar...	166
Tabela 5.12 valores de arrendamento entre as atividades agropecuárias cotados em março de 2009.....	168
Tabela 5.13 Apontamentos desqualificadores e das potencialidades do cerrado para cana. Fontes: várias fontes.....	191

Tabela 5.14. Taxas de crescimento e decréscimos compostos anualmente, segundo série e uso e cobertura do solo.....	196
Tabela 5.15 Séries históricas de desmatamentos médios anuais na região de estudo.....	199
Tabela 5.16 Desmatamentos contíguos às principais classes convertidas em cana (2007-2008).....	200