

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR E DESLOCAMENTO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NO ESTADO DO MATO GROSSO¹

Pedro Abel Vieira Junior²
Adriana Carvalho Pinto Vieira³
Antonio Márcio Buainain⁴
Fernando de Lima⁵
José Maria Ferreira Jardim da Silveira⁶

1- INTRODUÇÃO

Notícias recentes, como a veiculada no jornal *Correio Brasiliense* (AGÊNCIA BRASIL, 2007), dão conta da importância da produção de etanol para o Brasil. Investidores de todo o mundo estão interessados na produção de energias renováveis, com destaque para a biomassa e o álcool combustível do Brasil. Um artigo recente da revista *Science* (GOLDEMBERG, 2007) comenta sobre as possibilidades de o álcool brasileiro transformar-se na grande solução energética do planeta e o jornal *The Wall Street* chamou o Brasil de “Arábia Saudita do álcool”, demonstrando o interesse inusitado das demais nações pelo álcool brasileiro de cana-de-açúcar, interesse esse corroborado pela tecnologia dos veículos bicompostíveis.

Esse debate tem suscitado questionamentos sobre os impactos do aumento da produção mundial de álcool. Alguns economistas estão preocupados com o direcionamento do milho americano para o fabrico de álcool, o que poderá acentuar o desequilíbrio na oferta afetando negativamente a pecuária e a indústria de rações. A crescente especulação motivou o aumento das

cotações internacionais de milho e soja desnotando os analistas em prever, com base em fundamentos, o comportamento desses mercados. Nesse cenário, fatores que antes tinham peso mais restrito, como as oscilações do petróleo, ganharam importância, enquanto outros, como produção e estoque de produtos agrícolas, perderam importância. Esses fatos explicam a inesperada valorização da soja em fevereiro de 2007, contrariando fundamentos clássicos como a produção recorde na América do Sul e os significativos estoques mundiais. Em Chicago, a cotação média da soja em fevereiro chegou a US\$7,7268 por *bushel*, 8,71% maior que a média de janeiro (SCARAMUZZO e LOPES, 2007).

O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina e Quênia, entre outros. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais se presume que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O álcool é utilizado em mistura com a gasolina no Brasil, EUA, União Européia, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão, enquanto o uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado no Brasil. O ganho de escala, a prática empresarial e as inovações tecnológicas tornaram o etanol brasileiro competitivo como fonte de energia (GAZZONI, 2003), o que é promissor à produção brasileira em escala mundial.

Este artigo discutirá os possíveis impactos do aumento da produção de álcool enfatizando o deslocamento da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso e suas consequências sobre o bioma amazônico. Para tanto, nas duas primeiras seções, além desta introdução, serão apresentadas as evoluções do setor sucroalcooleiro e

¹Registrado no CCTC, IE-10/2008.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Embrapa/SNT (e-mail: pedro@campinas.snt.embrapa.br).

³Bacharel em Direito, Mestre (e-mail: drcpvieira@eco.unicamp.br).

⁴Bacharel em Direito, Bacharel em Ciências Econômicas, Prof. Assistente Doutor do Instituto Economia da UNICAMP, Núcleo de Economia Agrícola (e-mail: buainain@eco.unicamp.br).

⁵Bacharel em Ciências Econômicas (e-mail: fernandolima@eco.unicamp.br; fernanlima@yahoo.com.br).

⁶Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Assistente do Instituto Economia da UNICAMP, Núcleo de Economia Agrícola (e-mail: jmsilv@eco.unicamp.br).

da fronteira agrícola⁷ no Brasil. Na terceira seção serão discutidas as conseqüências para o Estado do Mato Grosso em função da dinâmica prevista para a produção de álcool. Com base nessas discussões a conclusão do artigo discute algumas alternativas para o deslocamento da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso, segundo o conceito de agroecossistema.

2 - O SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL NAS DÉCADAS 1970 A 2000

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool (Figura 1), mas, é também o maior consumidor, cerca de 15 milhões de litros sendo 14 milhões para fins carburantes no ano de 2005. É ainda o maior exportador (Tabela 1), com perspectivas de crescimento significativas em um ambiente de preocupação com o meio ambiente, destacando-se a questão do aquecimento global em função do aumento na concentração de poluentes, notadamente CO₂, na atmosfera (GOLDEMBERG, 2007; SCARAMUZZO e LOPES, 2007).

Além de maior produtor, consumidor e exportador mundial de álcool, o produto brasileiro é considerado como o mais competitivo no contexto mundial, tanto em termos energéticos (Tabela 2) e ambientais (Figura 2) como econômicos (Tabela 3).

Os biocombustíveis devem ter saldo positivo de energia líquida, benefícios ecológicos, serem economicamente competitivos e produzirem em grandes escalas sem competir com o abastecimento de alimentos. Pode-se concluir que, de todos os parâmetros considerados (Figura 2, Tabela 2 e Tabela 3), a cana-de-açúcar é hoje a melhor alternativa para a produção de biocombustível. Além da energia química (etanol), a cana-de-açúcar diversifica a matriz energética com a produção de energia elétrica e calor a partir do bagaço e da palhada, contribuindo assim, para a redução no uso de energia fóssil e a poluição ambiental (ANDREOLI e SOUZA, 2007).

Cultura dos primórdios da colonização brasileira, a cana-de-açúcar, destinada inicialmente à produção de açúcar, teve participação na conformação do Brasil, inclusive, com a condi-

ção de primário-exportador que o país viveu por longo período a qual, segundo alguns autores, nunca abandonaram (COSTA, 2000; GONÇALVES e SOUZA, 2007).

As políticas de promoção das exportações de açúcar foram o principal elemento das estratégias de desenvolvimento adotadas pelos governos militares que se sucederam entre 1968 e 1984. Para sustentar a expansão desse setor o governo federal implementou na década de 1970 três importantes programas: a) o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalsucar); b) o Programa de Racionalização da Indústria Açucareira; e c) o Programa de Apoio à Indústria Açucareira (SZMRECSÁNYI e MOREIRA, 1991).

O propósito desses programas era desenvolver a pesquisa agrícola (Planalsucar) e promover o crescimento das unidades e das regiões mais eficientes. A concentração das unidades industriais e das terras agrícolas em grandes estabelecimentos era um objetivo prioritário, além do aumento da capacidade produtiva desse setor. De acordo com esses programas o aumento da produtividade do setor era dependente de economias de escala. Embora esses programas fossem de abrangência nacional, em razão da infra-estrutura existente (institutos de pesquisa e universidades) e da capacitação da mão-de-obra (pesquisadores), os Estados de São Paulo e o Paraná foram os principais beneficiários.

Com o choque de petróleo, na década de 1970, e o crescente da indústria canavieira, em 1975 houve a implementação Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) que visava a substituição do consumo de gasolina por álcool. Foram criadas linhas de crédito para a instalação e ampliação de destilarias vinculadas a usinas de açúcar, as chamadas destilarias anexas, bem como para a construção de novas unidades produtivas independentes das mesmas e especializadas na produção de álcool, as destilarias autônomas (SZMRECSÁNYI e MOREIRA, 1991; BNDES, 2003).

Na segunda fase do PROÁLCOOL, entre 1979 a 1985, o excesso de produção de álcool anidro e o segundo choque do petróleo levaram o governo a estimular a produção de carros movidos exclusivamente a álcool. Nesse período, cerca de 180 unidades autônomas foram implan-

⁷Mueller (1990) considera fronteira agrícola como uma região que oferece condições de expansão da atividade agrícola e disponibilidade de terras a serem ocupadas.

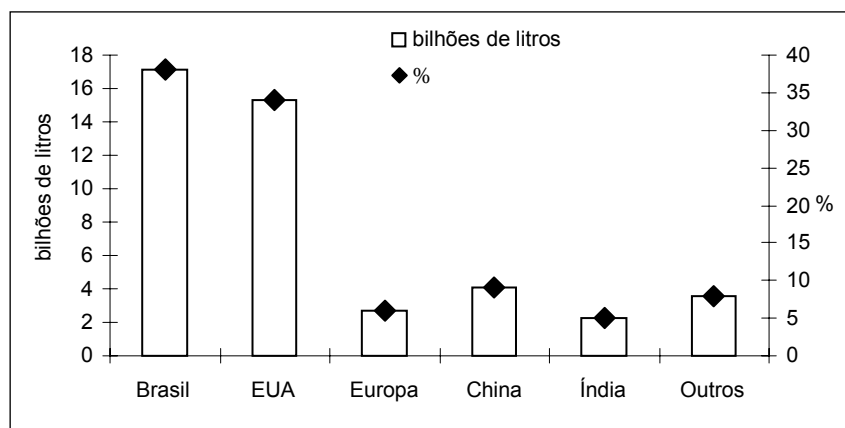


Figura 1 - Produção e Respectivas Participações Mundiais de Álcool.
Fonte: Andreoli; Souza (2007).

TABELA 1 - Exportação Brasileira de Álcool, 2003-2005

País	2003	2005
Índia	0	391.453.719
Japão	56.864.796	301.465.508
EUA	55.465.050	231.203.030
Holanda	58.050.957	248.200.004
Suécia	62.299.318	245.891.187
Coréia do Sul	46.489.071	216.356.259
Costa Rica	31.820.353	123.844.739
Jamaica	86.917.215	133.287.614
El Salvador	15.327.081	157.850.593
Nigéria	40.894.193	114.307.378
México	40.190.511	93.841.961
Turquia	5.613.440	27.453.258
Canadá	0	26.839.017
Outros	97.219.941	189.948.125
Total	597.153.929	2.501.944.397

Fonte: SECEX (2006).

TABELA 2 - Comparação Energética entre a Produção de Álcool de Milho nos Estados Unidos da América (EUA) e de Cana-de-açúcar no Brasil

Parâmetro	Unidade	Cana-de-açúcar Brasil	Milho EUA
Rendimento de matéria-prima	t.ha ⁻¹	90	8,1
Energia requerida	10 ³ kcal	10.509	8.115
Energia entrada:saída	kcal	1:4,60	1:3,84
Produção de álcool	Litros.ha ⁻¹	8.100	3.000
Produção de álcool	Litros.t ⁻¹	90	371
Taxa de conversão	kg.1000l ⁻¹	11.110	2.690
Gasto de energia total	kcal.1000l ⁻¹	1.518.000	6.597.000
Balanco de energia	kcal entrada:saída	1:3,24	1:1,29

Fonte: Andreoli; Souza (2007).

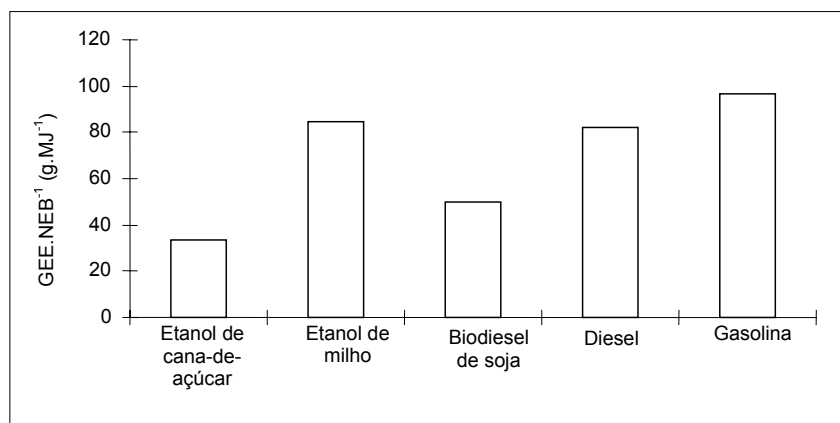


Figura 2 - Emissão de Gás Efeito Estufa (GEE equivalente a g CO₂.MJ⁻¹) por Biocombustíveis Comparados com a Gasolina e o Diesel.

Fonte: Andreoli; Souza (2007).

TABELA 3 - Custo Médio de Produção de Álcool nos EUA, Alemanha e Brasil, 2003

Item	EUA	Alemanha		Brasil
	Milho	Trigo	Beterraba	Cana-de-açúcar
Prédio	0,39	0,82	0,82	0,21
Equipamento	3,40	5,30	5,30	1,15
Mão-de-obra	2,83	1,40	1,40	0,52
Taxa	0,61	1,02	1,02	0,48
Matéria-prima	20,93	27,75	35,1	9,8
Outros custos operacionais	11,31	18,68	15,93	2,32
Custo de produção total	39,48	54,96	59,57	14,48
Venda de subproduto	-6,71	-6,8	-7,2	-
Subsídios	7,93	-	-	-
Custo de produção líquido	24,84	48,16	52,37	14,48

Fonte: Henniges (2004).

tadas em vários estados brasileiros buscando descentralizar a produção e utilizar novas áreas mais próximas dos centros de uso. As unidades novas produziam essencialmente álcool hidratado⁸ para fins carburantes. Com o tempo, a maioria das usinas instaladas no Brasil passaram a produzir álcool anidro e hidratado, além de açúcar, dando flexibilidade ao sistema (SZMREC-SÁNYI e MOREIRA, 1991; CAMARA e OLIVEIRA, 1993; BNDES, 2003).

A produção de álcool brasileira foi crescente na década de 1980. Na safra 1991/92 foi de 12,721 bilhões de litros, porém, nas safras seguintes reduziu (11,291 bilhões em 1993/94), retomando o crescimento em 1994/95 (12,765 bilhões) e chegando a 15,421 bilhões de litros em 1997/98 (MORAES e SHIKIDA, 2002; BNDES,

2003). Esse aumento decorreu não apenas da plena utilização da capacidade instalada da agro-indústria canavieira, mas também da sua expansão. Uma outra importante consequência das medidas adotadas pelo governo federal foi o aumento da diferença entre as produções no Centro-Sul e do Nordeste. O Estado de São Paulo, em particular, distanciou-se muito do resto do país, porém, outros estados da Região Centro-Sul sem grande tradição sucroalcooleira como Paraná, Goiás e Mato Grosso⁹ também aumentaram a produção contribuindo para reduzir ainda mais a participação no mercado interno dos produtores do Nordeste (BNDES, 2003).

A década de 1990 foi marcada pela desregulamentação no setor sucroalcooleiro, iniciando com a extinção do Instituto do Açúcar e do

⁸Mistura com 93% de álcool e 7% de água.

⁹Inclui Mato Grosso do Sul antes da divisão dos estados em 1979.

Álcool, implicando em mudanças organizacionais e institucionais, notadamente a não fixação de preços e o relaxamento das cotas de produção pelo governo. O fim da intervenção pública estimulou a reorganização do setor privado, notadamente a busca por novos mercados e formas de comercialização além da ênfase no aumento da produtividade da terra e do capital contrapondo-se à lógica das décadas de 1970 e 1980 de expansão de área (MORAES e SHIKIDA, 2002).

Nesse período, mais uma vez, o Estado de São Paulo liderou o processo no Brasil. Foi fomentado o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)¹⁰ inicialmente com ênfase na pesquisa agrícola e, atualmente, atuando em diversos elos da cadeia da cana-de-açúcar, álcool, açúcar e bioenergia. Também foi criada a União da Agro-indústria Canavieira de São Paulo (UNICA)¹¹ como representante dos produtores de cana, açúcar e álcool no Estado de São Paulo.

Considerando o exposto não restam dúvidas sobre a posição privilegiada do Brasil no

¹⁰O CTC, instituição criada pelo Planalsucar, é uma associação civil de direito privado sem fins lucrativos que tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento econômico sustentável do país, através da pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias nos setores de cana-de-açúcar, açúcar, álcool e bioenergia e, depois, transferi-las a seu corpo de associadas que atualmente reúne mais de 140 unidades produtoras, que em conjunto representam aproximadamente 60% da cana-de-açúcar produzida na Região Centro-Sul do Brasil. Com três estações experimentais, sendo uma integrada a sua sede localizada na cidade paulista de Piracicaba, o CTC tem unidades regionais em nove pontos estratégicos das Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, com o objetivo de otimizar o atendimento às unidades produtoras associadas e ampliar não somente a abrangência dos estudos do CTC, como também atrair novas empresas para seu quadro associativo (CTC, 2007).

¹¹A UNICA foi criada em 1997 em resposta à necessidade de organização do setor sucroalcooleiro diante da desregulamentação ocorrida na década de 1990. Com a experiência das entidades empresariais que a antecederam, a UNICA representa mais de 100 unidades produtoras agrupadas em dois sindicatos, o da Indústria da Fabricação de Álcool no Estado de São Paulo (SIFAESP) e o da Indústria do Açúcar no Estado de São Paulo (SIAESP). A UNICA, nos próximos cinco anos, enfatizará: i) desenvolvimento de variedades com maior concentração de sacarose e mais adaptadas à oferta ambiental e ao sistema de corte (manual ou mecanizado) da região de sua atuação; ii) uso de insumos modernos, melhoria do sistema de transporte e mecanização da lavoura; iii) melhores processos de planejamento e controle; iv) melhoria na extração do caldo e diminuição de perdas no processo; v) menor uso de produtos químicos no processo industrial de fabricação de açúcar e álcool; vi) inovações no processo de produção de açúcar e álcool; vii) gerenciamento da produção; e viii) co-geração de energia elétrica (UNICA, 2007).

cenário mundial, pois, dispõe da produção de biocombustível mais competitiva - o álcool de cana-de-açúcar e de área suficiente para expansão da produção de matéria-prima sem comprometer a produção de alimentos e demais produtos agrícolas. Porém, essa produção está concentrada na Região Centro-Sul, a qual dispõe das melhores condições de capital, instituições e gestão para o crescimento do setor.

3 - ASPECTOS EDOFOCLIMÁTICOS E ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NAS PRINCIPAIS REGIÕES BRASILEIRAS

Da família das gramíneas, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), uma planta com metabolismo C4 com produção crescente ao aumento de radiação, é extremamente eficiente na fixação do CO₂ (Figura 2) e no uso de água e de nutrientes, portanto, indicado para regiões tropicais contribuindo significativamente para a fixação do CO₂ atmosférico e à redução na taxa de aquecimento global. Para responder com alta produtividade a cana-de-açúcar requer solos corrigidos e equilibrados, portanto, não se adaptando à condição de cultura pioneira¹². No Brasil encontra condições climáticas favoráveis para se desenvolver em quase todo território, exceto no Rio Grande do Sul e Santa Catarina devido ao risco de geadas (CASAGRANDE, 1991; CAMARA e OLIVEIRA, 1993).

No Brasil, de modo geral, é produzida em grande escala¹³ em sistema de rotação com alguma espécie leguminosa¹⁴, notadamente a soja, onde a usina efetua, cada vez mais, todas as operações, do plantio a colheita, em áreas próprias ou arrendadas. Devido à rentabilidade

¹²Castro; Ferreira; Yamada (1987) consideram como culturas pioneiras espécies pouco exigentes em fertilidade, notadamente quanto a acidez do solo, destacando-se no caso brasileiro o arroz. Essas espécies são utilizadas para incorporação de novas áreas ao sistema agrícola ou para recuperação de áreas degradadas.

¹³A maior concentração da produção ocorre em áreas com 200 a 500 hectares, 50% da produção se dá em áreas maiores que 200 hectares e 30% da produção se dá em áreas maiores que 500 ha (IBGE, 2007).

¹⁴Em razão da cana-de-açúcar ser uma cultura semiperene a rotação se dá em ciclos de três a cinco anos. Em cada ciclo da rotação de culturas são efetuadas entre duas a quatro colheitas de cana-de-açúcar, seguidas de uma cultura de soja (CAMARA; OLIVEIRA, 1993).

mais elevada, a produção de cana tende a deslocar a produção agrícola local, criando em várias regiões problemas socioeconômicos devido à dificuldade de realocação da mão-de-obra antes absorvida pelas unidades familiares. Esses problemas são agravados pela intensidade do uso de mão-de-obra temporária com pouca qualificação¹⁵, notadamente, em sistema de colheita manual, ainda o mais utilizado no Brasil devido às limitações de ordem técnica e econômica para a adoção da colheita mecânica (MEDEIROS, 2001; BARROS, 2005). Ainda, a cana-de-açúcar reconhecidamente é um agente perturbador do meio ambiente utilizando-se a colheita manual e o fogo como facilitador da operação de corte lançando poluentes na atmosfera (MEDEIROS, 2001).

No Brasil, sua produção concentra-se em duas regiões distintas, segundo os regimes de precipitação pluvial (CASAGRANDE, 1991; CAMARA e OLIVEIRA, 1993): a) Norte-Nordeste composta pelos estados das Regiões Norte e Nordeste, destacando-se Alagoas e Pernambuco; e b) Centro-Sul composta pelos estados das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, com destaque para São Paulo, Paraná e Minas Gerais (Figuras 3, Figura 1 e 4, Figura 4).

No Centro-Sul as precipitações ocorrem de setembro a fevereiro, enquanto que no Nordeste a estação chuvosa ocorre nos meses de junho e julho implicando que os ciclos das culturas se dão em períodos alternados, a safra do Centro-Sul é colhida entre maio a abril, enquanto a do Nordeste entre setembro a agosto. Esta característica permite que uma região seja complementada pela produção da outra, em casos de frustração de safra (CASAGRANDE, 1991; CA-

MARA e OLIVEIRA, 1993).

Entre 1970 e 2005, a Região Nordeste apresentou o pior desempenho nacional na produção de cana-de-açúcar (Figura 3), mesmo se considerado apenas os principais estados produtores, Alagoas (3,4 % a.a.) e Pernambuco (1,2 % a.a.). O crescimento pífio da Região Nordeste acentuou-se após 1990 em decorrência do crescimento insignificante da área colhida (Figura 4) e do rendimento (Figura 5) nos seus principais estados produtores¹⁶. Essa análise corrobora a afirmação de Camara e Oliveira (1993) da indisponibilidade de áreas aptas para expansão do cultivo de cana-de-açúcar na Região Nordeste, a exceção do Estado do Maranhão. Nesta região a expansão da produção se dá para regiões limítrofes, implicando em baixo rendimento da cultura (Figura 5), reduzida acumulação de capital e, conseqüentemente, reduzida capacidade de investimento em tecnologia, ou seja, essa região não representa uma fronteira de expansão da cana-de-açúcar, reiterando a exceção do Estado do Maranhão.

Já a Região Norte tem apresentado taxas de aumento da produção de cana-de-açúcar (Figura 3) próximas à média nacional. A despeito dos Estados do Pará e de Tocantins disporem de ambiente favorável à produção de cana-de-açúcar conforme se depreende da (Figura 5) e de boa logística, representada pela estrada de ferro Carajás e o Terminal na Ponta da Madeira no Estado do Maranhão, a expansão da cultura de cana-de-açúcar na Região Norte do país é contida por questões ambientais. Assim, uma possível expansão da fronteira de cana-de-açúcar na Região Norte requer um período de tempo e investimentos consideráveis em tecnologia e infra-estrutura.

O sistema de produção da Região Centro-Sul, que concentra mais de 85% da produção brasileira de cana-de-açúcar, é bastante heterogêneo, conforme indicam as diferenças entre os rendimentos (Figura 5) nos Estados de São Paulo (média 69 e desvio padrão de 12 t.ha⁻¹), Paraná (média 68 e desvio padrão de 9 t.ha⁻¹) e Minas Gerais (média 51 e desvio padrão de 17 t.ha⁻¹)

¹⁵Segundo afirma Roberto Figueiredo (BARROS, 2005), chefe da fiscalização rural da Delegacia Regional do Trabalho de São Paulo, "Todos os anos chegam milhares de cortadores a São Paulo, vindos em sua maioria do Nordeste e do Vale do Jequitinhonha (MG). Apesar de a lei mandar que eles já tenham contrato assinado antes de deixarem suas terras, é muito difícil encontrar alguém com a carteira assinada no local de origem. As condições de moradia desses migrantes é outro fator que preocupa Figueiredo. Muitos são trazidos por agenciadores que sobrevivem do recrutamento de mão-de-obra barata em lugares distantes das propriedades das usinas. Como os alojamentos nas áreas rurais não dão conta de abrigar todos os trabalhadores, eles são empurrados para moradias em péssimo estado, nas periferias das cidades, assim como os maranhenses de Codó. Em época de safra, a população de alguns municípios pequenos chega a dobrar, e esse excesso de contingente traz transtornos principalmente para o sistema público de saúde."

¹⁶O rendimento de cana-de-açúcar na Região Nordeste e nos seus principais Estados produtores, Alagoas e Pernambuco, é inferior à média nacional. Foi da ordem de 0,8% e 2,6% a.a. para a área colhida e 0,4% e 0,8% a.a. para o rendimento, respectivamente aos Estados de Alagoas e Pernambuco, entre os anos de 1970 e 2005.

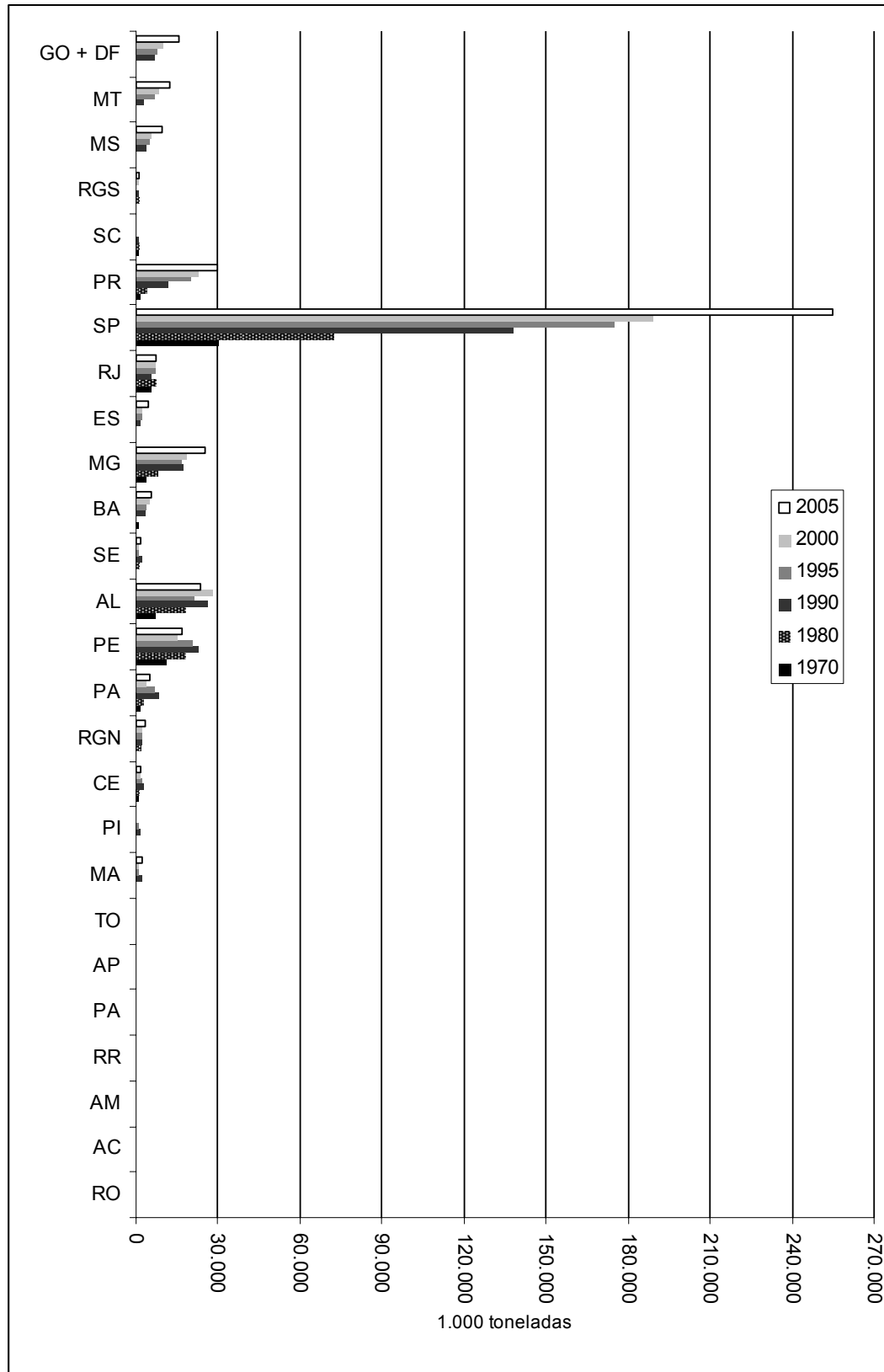


Figura 3 - Produção de Cana-de-açúcar, nos Estados Brasileiros, nos Anos 1970, 1980, 1990, 1995, 2005.
Fonte: IBGE (2007).

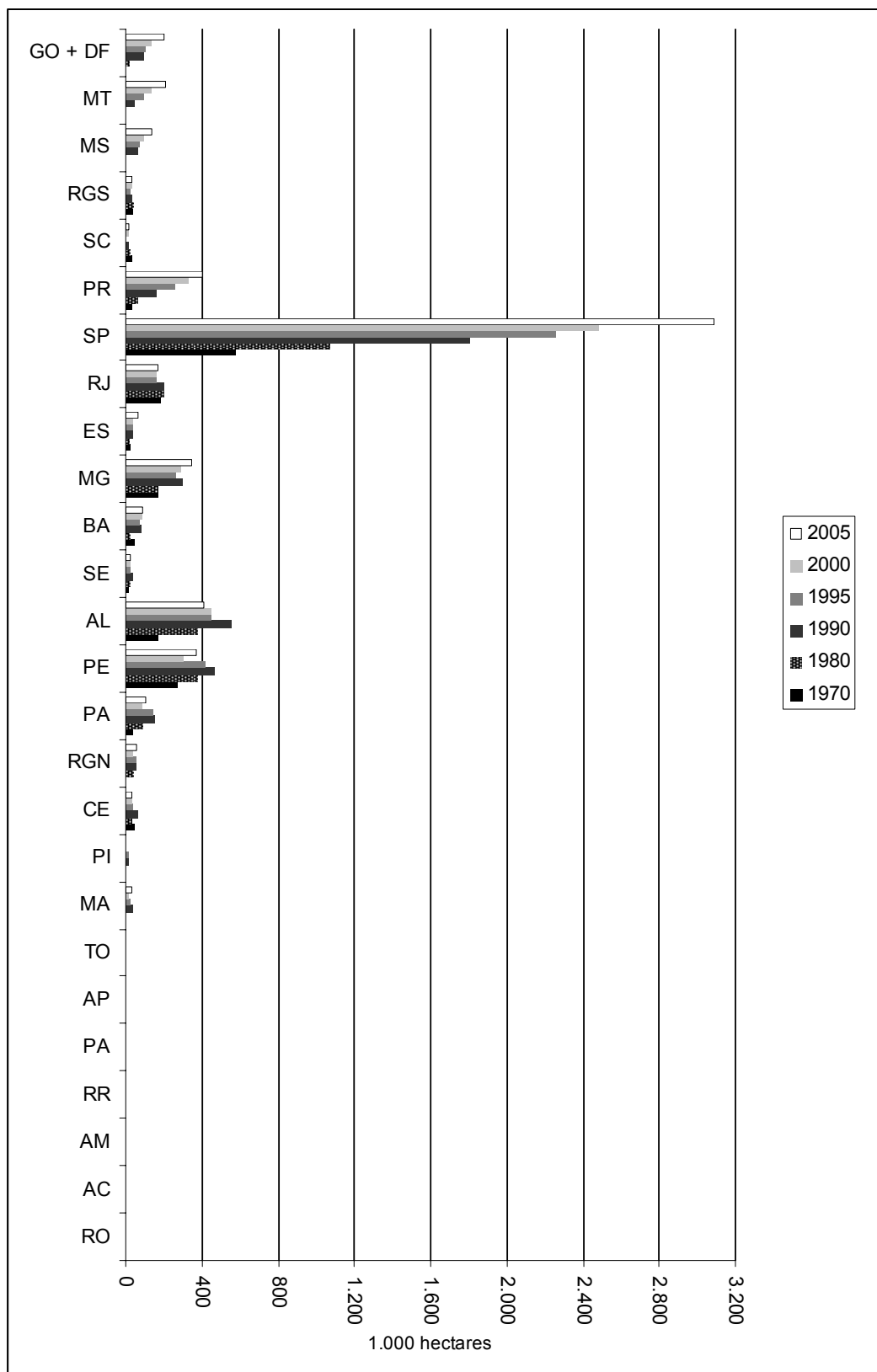


Figura 4 - Área Colhida de Cana-de-açúcar, nos Estados Brasileiros, nos Anos 1970, 1980, 1990, 1995, 2005.
Fonte: IBGE (2007).

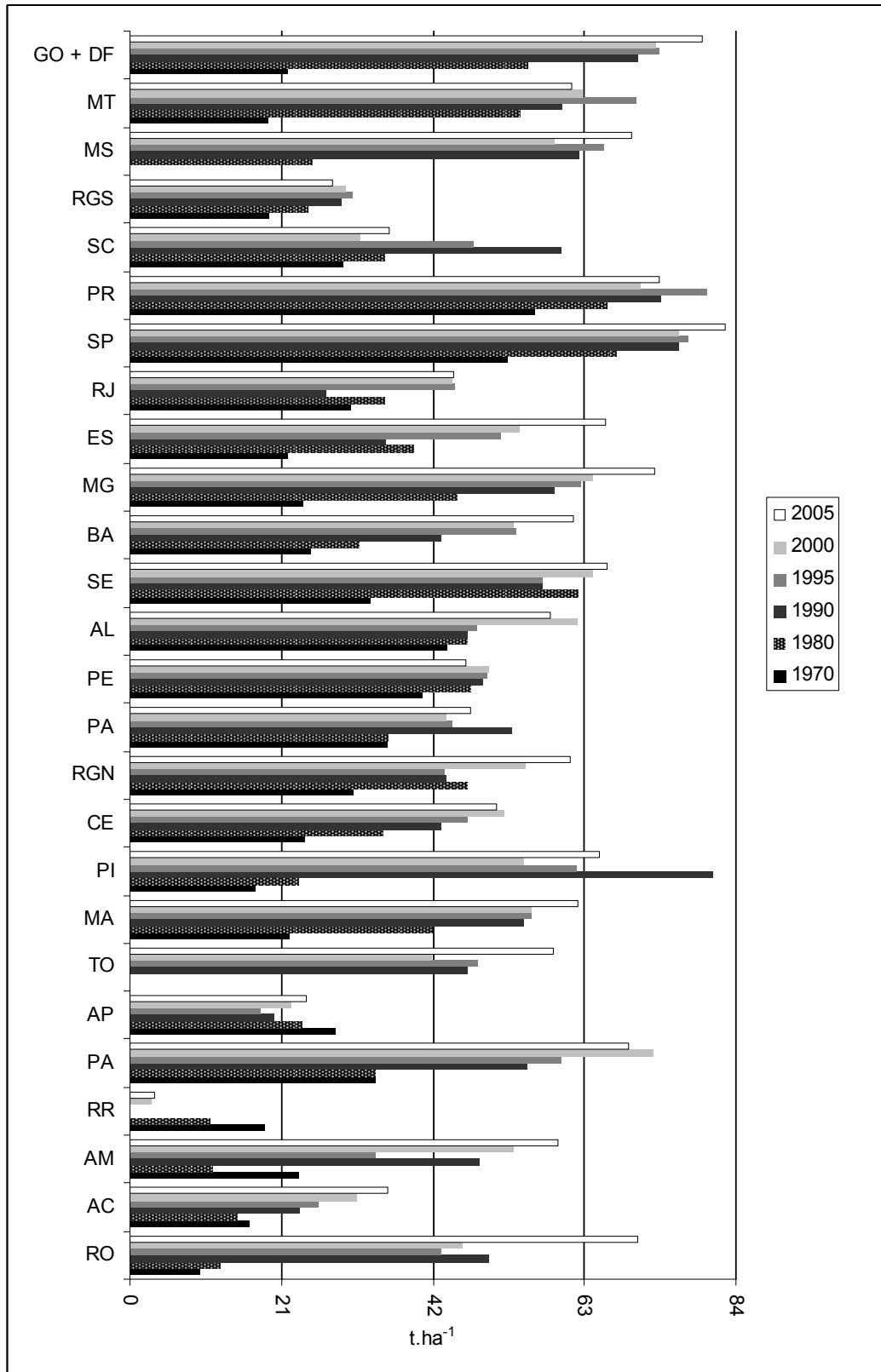


Figura 5 - Rendimento de Cana-de-açúcar, nos Estados Brasileiros, nos Anos 1970, 1980, 1990, 1995, 2005.
Fonte: IBGE (2007).

com os rendimentos obtidos nos Estados do Rio de Janeiro (média 39 e desvio padrão de 7 t.ha⁻¹), Espírito Santo (média 45 e desvio padrão de 14 t.ha⁻¹), Santa Catarina (média 37 e desvio padrão de 11 t.ha⁻¹) e Rio Grande do Sul (média 26 e desvio padrão de 5 t.ha⁻¹).

Na Região Sul, os exíguos rendimentos nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul são consequência da inadequação ecológica dessa região à cana-de-açúcar. Já o Paraná, em suas regiões norte e oeste, conta com oferta ambiental adequada à cana-de-açúcar (CASAGRANDE, 1991), porém, a estrutura agrária dessas regiões¹⁷ e a consequente diversificação na produção agrícola¹⁸, além de questões ambientais, são fatores limitantes à expansão da área de cana-de-açúcar nesse estado.

Na Região Sudeste, o Rio de Janeiro e o Espírito Santo dispõem de oferta ambiental adequada (CASAGRANDE, 1991) sendo os baixos rendimentos atribuídos à intensidade de capital e à gestão, não sendo esse o caso nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, à exceção da região norte de Minas Gerais, onde o sistema produtivo é dos mais eficientes, principalmente quanto à gestão (MORAES e SHIKIDA, 2002).

A despeito do sucesso da indústria sucroalcooleira em São Paulo, este estado apresenta sua produção relativamente concentrada nas regiões de Piracicaba e Ribeirão Preto, com consequências ambientais e sociais negativas limitando a expansão de área nessas regiões tradicionais. Já a Região Oeste, tradicionalmente ocupada pela pecuária, dispõe de oferta ambiental adequada (CASAGRANDE, 1991) à cana-de-açúcar, logística para escoamento da produção e terras baratas, portanto, constitui-se em uma fronteira agrícola à cana-de-açúcar. De acordo com Anselmi (2005), das 40 novas usinas anunciadas até o ano de 2010, 30 serão implantadas no oeste de São Paulo.

A limitação da expansão em São Paulo estimulou a migração da cana-de-açúcar para a região do Triângulo Mineiro em Minas Gerais e os estados da Região Centro-Oeste, os quais

apresentaram a maior taxa de crescimento (Figura 6) no país, notadamente após o ano de 1990. Considerando que a Região Centro-Oeste apresenta oferta ambiental adequada à cana-de-açúcar (CASAGRANDE, 1991), terrenos com topografia propícia à mecanização e dispõe de, aproximadamente, 17 milhões de hectares cultivados com lavouras temporárias, sendo que apenas 3,3% (IBGE, 2007) estão ocupados com cana-de-açúcar, pode-se concluir que essa região representa uma verdadeira fronteira agrícola para essa espécie.

Dos estados da Região Centro-Oeste, Goiás tem a maior produção (Figura 1), porém com área colhida menor que o Estado do Mato Grosso (Figura 2). Essa situação pode ser atribuída ao rendimento da cultura (Figura 3), o qual cresceu em taxa superior ao do Mato Grosso¹⁹ e do Mato Grosso do Sul como consequência da logística privilegiada desse Estado para escoamento da produção, a qual estimulou investimentos e tecnologia. O aumento da produção de cana-de-açúcar em Goiás, além do aumento no rendimento da cultura, foi consequência da expansão de área (4,7% a.a. entre 1970 e 2005), a qual se deu em detrimento das áreas de outras culturas temporárias²⁰. Estima-se que em 2007 a área colhida de cana-de-açúcar iguale a área colhida de soja em Goiás, a qual representa cerca de 60% da área de lavouras temporárias. Goiás configura-se como uma importante fronteira agrícola para a cultura da cana-de-açúcar.

No Estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul a situação de expansão da cana-de-açúcar não difere muito da verificada em Goiás, porém, se considerado que a estrutura fundiária desses Estados é mais concentrada que Goiás e, portanto, mais propícia à produção de cana-de-açúcar, é possível inferir uma maior expansão da produção dessa espécie nesses Estados que em Goiás.

É sintomático que dos 98 projetos em implantação no Brasil, apenas 17 estejam localizados nas Regiões Norte e Nordeste e 81 estejam

¹⁷Cerca de 40% da área agrícola e 90% das propriedades rurais tem módulo inferior a 100 hectares (IBGE, 2007).

¹⁸O valor da produção de cana-de-açúcar é o terceiro mais importante, perdendo significativamente para soja e milho. Porém, o valor das produções de trigo, feijão, fumo, mandioca, batata e café são bastante próximos do valor da produção de cana-de-açúcar nesse estado (IBGE, 2007).

¹⁹Entre os anos de 1970 a 2005 o rendimento de cana-de-açúcar cresceu 1,6 % a.a. em Goiás, 1,2 % a.a. no Mato Grosso do Sul e 0,3 % a.a. no Mato Grosso.

²⁰Segundo IBGE (2007), entre os anos de 2000 e 2005, no grupo de lavouras temporárias, as participações relativas das áreas colhidas de milho, feijão e arroz passaram de 27,5 para 14,4%, 3,7 para 2,7% e 4,9 para 4,3%, respectivamente, enquanto a cana-de-açúcar passou de 4,5 para 5,1% no mesmo período.

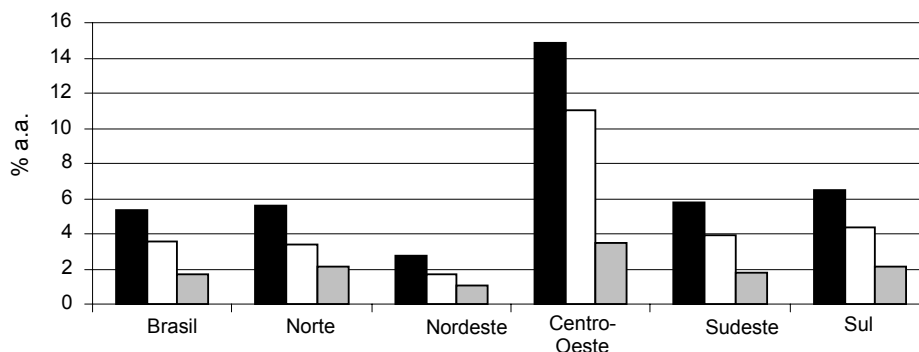


Figura 6 - Taxa de Crescimento (% a.a.) da Produção (■), da Área Colhida (□) e do Rendimento (▨) de Cana-de-açúcar entre os Anos de 1970 e 2005 no Brasil e nas suas Regiões.

Fonte: IBGE (2007).

localizados na Região Centro-Sul (NASTARI, 2006). Observa-se que, da Região Centro-Oeste, o Estado do Mato Grosso do Sul, pela sua proximidade com a região oeste do Estado de São Paulo onde se concentram os projetos em implantação (Figura 7), é o que apresenta melhores perspectivas para expansão da produção de cana-de-açúcar.

A expansão da produção de cana-de-açúcar provocará o deslocamento da produção agrícola nas regiões centro-norte e leste do Estado do Mato Grosso do Sul. Assim, é possível que a cana-de-açúcar, que ocupou 4,2 e 9,1% da área colhida com culturas temporárias em 2005 nas regiões citadas, ocupe áreas cultivadas com soja e milho, culturas que ocuparam cerca de 65 e 11%, respectivamente, da área colhida com culturas temporárias em 2005 em ambas as regiões.

O exemplo da expansão da área cultivada com cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul provavelmente será replicado em Goiás e no Mato Grosso. Assim, como conseqüência de um possível aumento na produção de cana-de-açúcar, haverá um deslocamento da produção das demais espécies cultivadas em direção à região de fronteira agrícola do país.

4 - A FRONTEIRA AGRÍCOLA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

Segundo Buainaim et al. (2005) e Almeida; Vieira Junior; Ramos (2006), nas décadas de 1970 e 1980 a soja foi a grande responsável pela dinâmica agrícola do país e pelo deslocamento da agricultura das Regiões Sul e Sudeste em

direção à fronteira agrícola brasileira localizada, nesse período, na Região dos Cerrados, notadamente nos estados da Região Centro-Oeste.

Composta em sua maior parte por áreas de cerrado, mas abrangendo a Floresta Amazônica ao norte do Mato Grosso, o Centro-Oeste apresenta fatores climáticos favoráveis à agricultura. A precipitação anual da Região Centro-Oeste é dividida em duas estações. A estação chuvosa, entre outubro a março, permite a produção agrícola sem irrigação suplementar. Já na estação seca, entre abril a setembro, ocorre situação de intenso déficit hídrico inviabilizando a produção agrícola sem irrigação suplementar (CASTRO; FERREIRA; YAMADA, 1987). No caso da produção de cana-de-açúcar o período de déficit hídrico coincide com a colheita, estágio em que as precipitações pluviais são importunas (CAMARA e OLIVEIRA, 1993), ou seja, o regime pluvial é uma vantagem regional adicional para a produção de cana-de-açúcar.

O relevo predominante na Região Centro-Oeste varia entre plano a ondulado, portanto, adequado à agricultura mecanizada. Os solos são antigos, profundos e, à exceção da depressão do Pantanal, bem drenados. O bioma dos cerrados apresenta solos com baixa fertilidade natural, ácidos e contendo teores elevados de alumínio tóxico às plantas, limitação superada pela técnica de “construção do solo de cerrado”, desenvolvida entre as décadas de 1960 (MIYASAKA, 1986).

A técnica de “construção do solo de cerrado” originalmente proposta consistia na adequação da fertilidade dos solos de cerrado para produção agrícola por uma sucessão de espécies

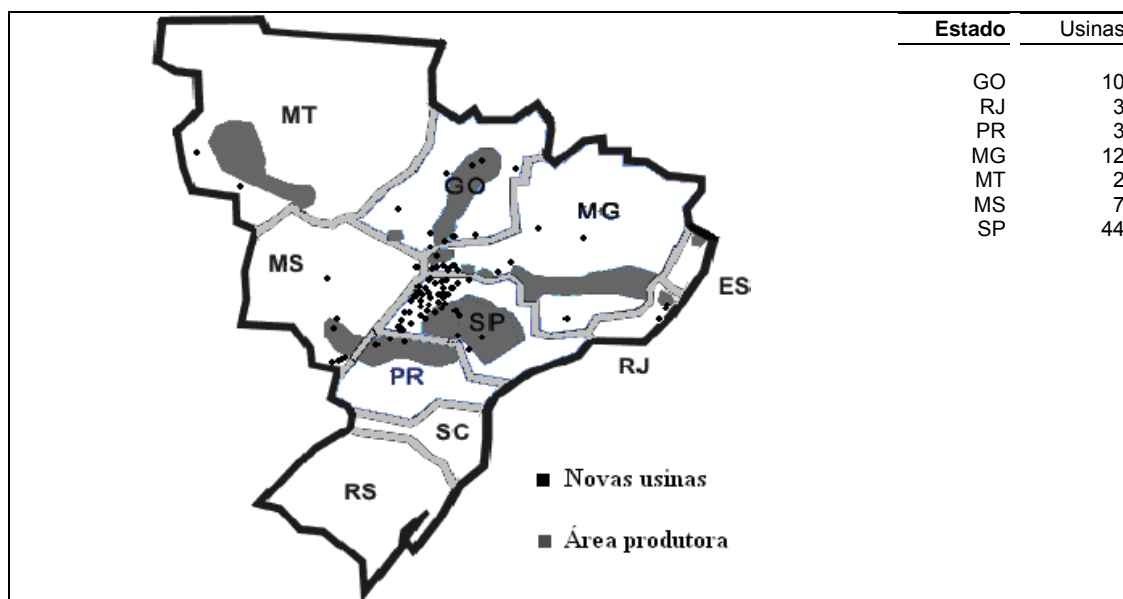


Figura 7 - Áreas de Produção de Cana-de-açúcar e Novas Plantas Industriais na Região Centro-Sul.
Fonte: Nastari (2006).

pouco exigentes, como o arroz que é cultivado por dois a três anos, seguido por espécies medianamente exigentes, como a soja. Após quatro a cinco cultivos sucessivos com soja a área estava apta a espécies exigentes como a cana-de-açúcar (MIYASAKA, 1986).

Em meados da década de 1980 a pesquisa agrícola desenvolveu variedades de soja que se adaptavam às condições de baixa fertilidade e acidez dos solos de cerrado. Assim, o processo de “construção do solo de cerrado” passou a prescindir do cultivo inicial com arroz dando maior flexibilidade de produção ao agricultor e, conseqüentemente, maior dinamismo à ocupação agrícola da Região Centro-Oeste do Brasil (EMBRAPA, 1997).

A dinâmica descrita de ocupação das áreas agrícolas vigorou nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e na região sul do Estado do Mato Grosso onde predomina o cerrado *strictu sensu* (SANO e ALMEIDA, 1998). Em princípio da década de 1990, quando a fronteira agrícola atinge a zona de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica e demais regiões com domínio do “cerradão”²¹, a ocupação das áreas

com agricultura se deu pela pecuária, seguida de quatro a cinco culturas consecutivas de soja, quando a área está apta ao cultivo de espécies mais exigentes (COUTINHO, 2005).

Observa-se (Tabela 5) que os Estados do Mato Grosso do Sul e de Goiás, desde o ano de 1990, não têm reduzido significativamente suas áreas de biomas naturais, indicando pela não incorporação significativa de novas áreas ao sistema agrícola. Observa-se também que, após o ano de 1990, a área de pastagens naturais desses estados tem reduzido concomitantemente ao aumento das áreas de pastagens plantadas, indicando que a pecuária tem evoluído tecnicamente, não implicando na incorporação de novas áreas agrícolas. Ainda nesses estados, o processo “construção do solo de cerrado” estava concluído, ou muito próximo de, na década de 1990, pois, a participação de culturas mais exigentes como algodão, cana-de-açúcar e milho na área total de lavouras temporárias já era significativa, além de que, o rendimento dessas culturas era maior que a média nacional e não tiveram aumentos significativos nas décadas de 1990 e 2000 (Tabela 5).

Já o Estado do Mato Grosso teve a maior redução dos biomas naturais após 1980 (Tabela 5), processo reduzido após meados da década de 1990 (BUAINAIM et al., 2005 e COUTINHO, 2005). O deslocamento da fronteira agrícola da região sul do estado em direção ao norte

²¹Formação florestal xeromórfica, formada por espécies típicas do Cerrado sentido restrito e também por espécies de mata. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um Cerrado. Altura média do estrato arbóreo entre oito a 15 metros e cobertura arbórea entre 50 a 90% (SANO; ALMEIDA, 1998).

TABELA 4 - Evolução das Proporções (%) das Áreas Matas Plantadas, Pastagens Naturais e Plantadas e Lavouras Permanentes e Temporárias no Centro-Oeste, no Distrito Federal e nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso entre 1960 e 2000

	1960	1970	1980	1990	2000
Biomassas naturais					
Goiás	19,98	12,62	12,03	10,61	11,36
Mato Grosso do Sul	6,31	5,46	4,66	3,90	3,70
Mato Grosso	94,18	86,18	78,81	62,18	48,70
Centro-Oeste	25,06	21,09	16,80	8,93	6,53
Matas plantadas					
Goiás	0,05	0,28	0,22	0,23	0,21
Mato Grosso do Sul	0,01	0,06	0,49	0,35	0,20
Mato Grosso	0,02	0,05	0,14	0,13	0,19
Centro-Oeste	0,02	0,11	0,37	0,29	0,21
Pastagens naturais					
Goiás	40,04	34,16	30,40	21,62	15,11
Mato Grosso do Sul	20,67	13,58	18,14	8,71	6,73
Mato Grosso	23,03	28,24	12,48	22,23	17,33
Centro-Oeste	25,28	21,19	19,46	14,45	10,86
Pastagens plantadas					
Goiás	8,79	10,95	24,94	37,63	41,95
Mato Grosso do Sul	1,56	3,73	10,04	15,43	17,41
Mato Grosso	0,97	3,72	13,14	30,78	42,74
Centro-Oeste	2,96	5,25	13,88	23,52	28,21
Lavouras permanentes					
Goiás	0,33	0,18	0,17	0,17	0,18
Mato Grosso do Sul	0,05	0,04	0,06	0,02	0,02
Mato Grosso	0,05	0,06	0,36	0,43	0,51
Centro-Oeste	0,11	0,08	0,16	0,15	0,17
Lavouras temporárias					
Goiás	2,29	4,11	7,69	7,33	9,17
Mato Grosso do Sul	0,25	0,50	1,76	1,79	2,18
Mato Grosso	0,22	0,68	3,99	6,69	9,19
Centro-Oeste	0,68	1,31	3,54	4,09	5,25

Fonte: IBGE (2007) e Miranda; Coutinho (2004).

TABELA 5 - Evolução Decendial da Área Colhida (ha) e do Rendimento (t/ha) dos Principais Produtos das Lavouras Temporárias nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso nos Anos entre 1960 e 2000

	(em t/ha)								(continua)
	Mato Grosso do Sul				Mato Grosso				
	1970	1980	1990	2000	1960	1970	1980	1990	
Algodão									
Área	39.145	34.514	44.793	49.075	13.178	2.945	4.480	43.422	257.762
Rendimento	1,26	1,45	1,64	2,6	1,06	1,08	0,75	1,33	3,89
Arroz									
Área	151.557	199.555	136.864	68.388	189.450	161.458	896.513	381.387	700.533
Rendimento	1,24	1,7	1,33	3,31	1,03	1,25	1,12	1,1	2,64
Cana-de-açúcar									
Área	1.250	5.826	67.921	98.958	3.850	1.450	7.200	65.034	135.029
Rendimento	23,81	41,55	61,74	58,99	32,57	30,94	42,78	46,69	62,73
Feijão									
Área	32.475	50.100	77.516	25.299	62.470	64.548	63.478	70.912	28.611
Rendimento	0,37	0,4	0,44	0,4	0,53	0,39	0,49	0,44	0,86
Milho									
Área	92.100	99.600	268.479	513.397	125.800	61.800	83.609	273.511	562.582
Rendimento	1,58	1,65	2,22	2,08	1,19	1,33	1,48	2,26	2,54
Soja									
Área	10.500	738.500	1.286.382	1.106.301			70.731	1.552.910	2.906.648
Rendimento	1,39	1,41	1,58	2,25			1,26	1,97	3,02
Sorgo granífero									
Área			5.710	84.361				10.528	111.600
Rendimento			0,92	0,99				0,97	1,41

Fonte: IBGE (2007).

TABELA 5 - Evolução Decenal da Área Colhida (ha) e do Rendimento (t/ha) dos Principais Produtos das Lavouras Temporárias nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso nos Anos Anos entre 1960 e 2000
(em t/ha) (conclusão)

	Goiás				
	1960	1970	1980	1990	2000
Algodão					
Área	3.636	48.874	37.145	35.511	97.518
Rendimento	1,16	1,28	1,48	1,68	2,63
Arroz					
Área	494.785	779.196	963.508	355.510	151.093
Rendimento	1,15	1,21	1,43	0,88	1,96
Cana-de-açúcar					
Área	3.200	4.410	14.800	106.826	139.429
Rendimento	34,64	50,01	47,72	64,56	73,02
Feijão					
Área	198.000	159.650	109.530	189.911	127.712
Rendimento	0,49	0,58	0,67	0,65	1,77
Milho					
Área	303.900	435.000	902.450	919.600	872.322
Rendimento	1,29	1,33	1,45	2,05	4,33
Soja					
Área	0	8.190	308.350	1.055.190	1.524.648
Rendimento		1,25	1,23	1,26	2,74
Sorgo granífero					
Área	0	0	0	5.510	181.709
Rendimento				1,6	1,6

Fonte: IBGE (2007).

foi mais intenso na década de 1990 quando as áreas agrícolas das Regiões Sul e Leste já permitiam a produção de algodão e de cana-de-açúcar. Esse deslocamento foi calcado na soja como cultura pioneira até, aproximadamente, a Chapada dos Parecis²² (Figura 8), quando a pecuária passou a representar o elemento principal de ocupação dos biomas naturais (COUTINHO, 2005). Na década de 2000, as áreas agrícolas das regiões Sul, Leste, da Chapada dos Parecis e da Rodovia Cuiabá Santarém tiveram a “construção do solo” praticamente concluída e a expansão da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso foi arrefecida.

A redução no avanço da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso deveu-se as manifestações pela preservação do meio ambiente (BUAINAIM et al., 2005; COUTINHO, 2005). Uma das questões debatidas foi a relação entre a ocupação agrícola da região amazônica, o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera e seus efeitos sobre o aquecimento global. Essa é uma questão polêmica, pois, é sabido que a Floresta

Amazônica encontra-se em clímax²³, portanto, sua substituição por culturas agrícolas, notadamente espécies C4 como a cana-de-açúcar e pastagem tropical, e desde que o carbono presente na matéria orgânica da floresta não fosse liberado na atmosfera, aumentaria a capacidade de seqüestro do CO₂ na região. Porém, essa substituição teria impactos significativos sobre o clima global, essa a principal questão acerca da preservação da Floresta Amazônica. Assim, é imperioso que a região amazônica mantenha um mínimo de atividade antrópica, ao menos até que se disponha de estudos conclusivos sobre as conseqüências de sua ocupação (CAMARGO, 2005).

A despeito da importância que o debate sobre o meio ambiente representou para conter o avanço da fronteira agrícola sobre a região amazônica, há que se considerar que os baixos preços dos principais produtos agrícolas do estado (soja e algodão), associados às dificuldades econômicas do país, tiveram peso expressivo na contenção do avanço da fronteira agrícola na região amazônica (MONTEIRO NETO e GO-

²²Zona de transição entre os biomas do Cerrado e da Floresta Amazônica.

²³As taxas de seqüestro e de liberação de CO₂ são iguais (LARCHER, 2000).

MES, 2000; BUAINAIM et al., 2005). Assim, pode-se supor que o apelo ambiental não será suficiente para conter o avanço da fronteira agrícola na região no caso de uma motivação econômica expressiva, notadamente se considerar a questão da especulação imobiliária e da acumulação primária que esse deslocamento representa. Se observado a disponibilidade de áreas com bioma natural no Estado do Mato Grosso (Tabela 4 e Figura 8), é possível que um novo estímulo ao setor agrícola, a exemplo da demanda e preço dos produtos agrícola e/ou disponibilidade de crédito, intensifique o deslocamento da fronteira agrícola nesse estado degradando a Floresta Amazônica. Nesse caso, a dinâmica de ocupação do bioma natural será a pecuária seguida de culturas como arroz e soja.

Uma alternativa ao deslocamento da fronteira agrícola na região amazônica serão tecnologias calcadas no estudo dos fluxos de energia e de massa em agroecossistemas. A análise dos fluxos em agroecossistemas resultou entre outros sistemas de produção, a exemplo da Produção Integrada, a qual prevê a redução nas alocações e exportações de energia e de massa em sistemas agrícolas (GOLD, 2007). No Brasil, a Integração lavoura-pecuária é um exemplo bem sucedido dessa técnica.

A integração lavoura-pecuária é uma alternativa de aumento de produtividade para a agricultura e para a pecuária ao mesmo tempo em que contribui na recuperação de áreas degradadas. O sistema é semelhante ao de rotação de culturas, na mesma área sob plantio direto, no verão cultivam-se lavouras temporárias (milho, soja etc.) e no inverno produz-se forragem (pastagem plantada). O sistema promove o aproveitamento de parte da biomassa das culturas de inverno, para alimentação animal equilibrando o balanço energético na área e melhorando o desempenho econômico, pois, reduz o risco dos sistemas tradicionais pela integração de duas atividades maximizando racionalmente o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra, além de diversificar e verticalizar a produção minimizando custos e diluindo riscos (ROCHA, 2000).

A Produção Integrada entre culturas temporárias e a pecuária pode contribuir para minimizar o avanço da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso, pois, em uma mesma área são produzidas alternadamente as principais espécies de lavouras temporárias cultivadas no

Mato Grosso (arroz, soja, milho ou algodão) em rotação com a pecuária. No Brasil, especificamente na Região dos Cerrados, esse sistema já foi pesquisado, desenvolvido e está sendo transferido ao produtor rural, o qual tem comprovado sua viabilidade técnica. Um limitante geral a esse sistema, observado durante a transferência aos produtores rurais, é a necessidade de área específica para depósito dos animais durante o período de cultivo das lavouras temporárias (PRODUTOR, 2007). No caso do Mato Grosso isso não se constitui em problema grave uma vez que esse período coincide com a estação chuvosa permitindo que os animais sejam alojados em áreas marginais as lavouras temporárias, porém, aptas à pastagem, que, de modo geral ocorrem nas propriedades agrícolas da região.

Uma questão limitante a Integração lavoura-pecuária no Estado do Mato Grosso, ainda não discutido, são os agentes econômicos distintos da pecuária extensiva e das lavouras temporárias. O agricultor tem tradição em atuar na pecuária, porém, o pecuarista não tem tradição em atuar na agricultura, o que implicaria em uma ameaça percebida pelo último agente econômico. Ainda, há que se considerar a questão da acumulação primária e de valorização da terra que a incorporação de novas áreas representa ao setor agrícola, atuando como forte indutor ao deslocamento das fronteiras agrícolas e estímulo ao pecuarista extensivo.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projeções futuras demonstram que somente os países consumidores de energia, Estados Unidos da América, Japão e Europa, vão importar mais de 10 bilhões de litros de álcool até o ano de 2010. A União da Agroindústria Canavieira de São Paulo prevê um crescimento da produção brasileira entre de 6% a 7% anualmente, chegando a uma produção de 560 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em 2010 (CARVALHO, 2008). O aumento da produção de álcool no Brasil dependerá de dois movimentos concomitantes, descritos a seguir.

O primeiro é a intensificação do uso das tecnologias já disponíveis. Entre 1976 e 2003, a produção de cana-de-açúcar aumentou de 105 para 350 milhões de toneladas sendo que o ren-

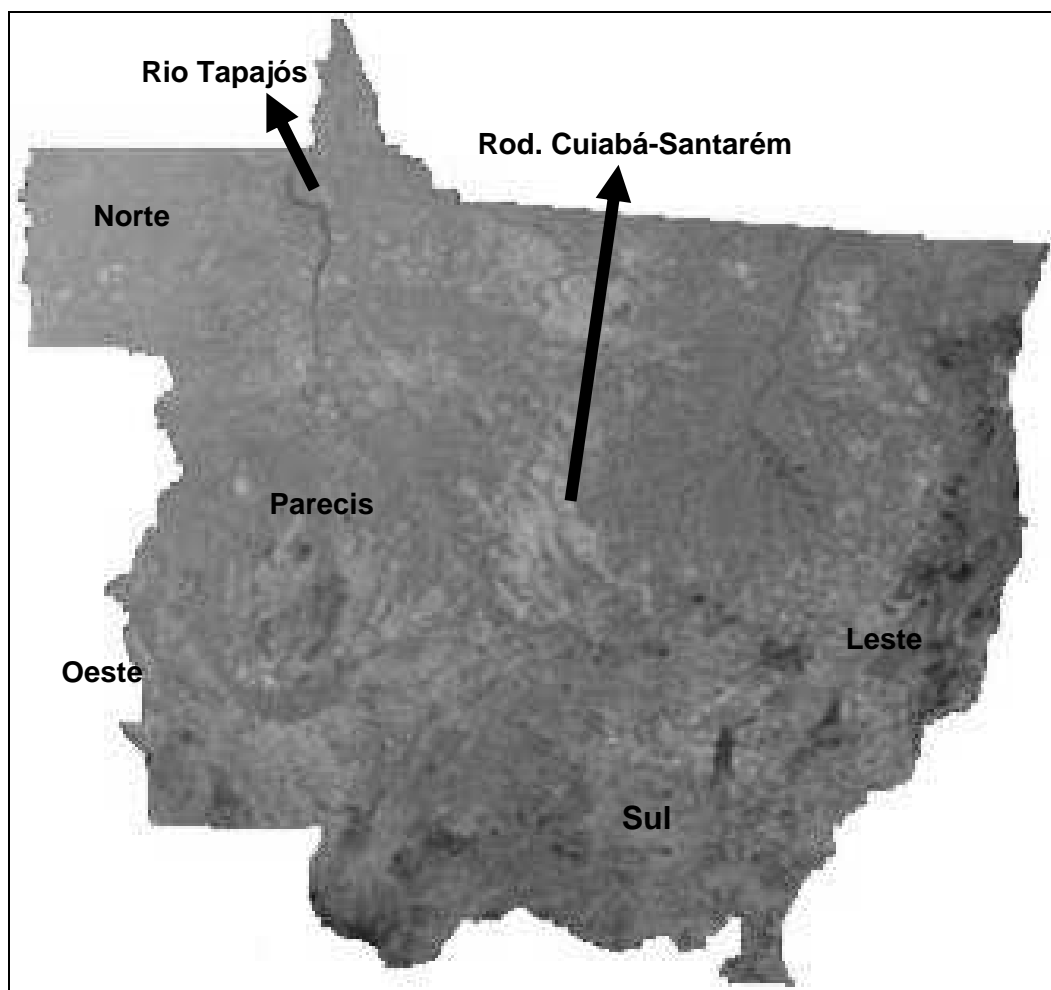


Figura 8 - Mosaico¹ do Estado do Mato Grosso.

¹Segundo Miranda; Coutinho (2004): a) florestas tropicais densas aparecem com diferentes tonalidades de verde, apresentando padrões de textura lisos ou rugosos, dependendo da uniformidade do dossel, como no Norte. Remanescentes florestais podem aparecer como "ilhas verdes" (parques, áreas indígenas) em áreas parcialmente ou bastante degradadas; b) áreas desmatadas, solos preparados e culturas em estágio inicial apresentam diferentes tonalidades de rosa e vermelho e formas geométricas muito regulares, como, por exemplo, ao longo da Rodovia Cuiabá-Santarém e na Chapada dos Parecis; c) cerrados apresentam padrão de textura com menor rugosidade do que as áreas florestais e, em período seco do ano, apresenta uma tonalidade avermelhada como no oeste do estado; d) culturas mecanizadas e áreas desmatadas apresentam padrões lineares e formas geométricas bem definidas, contrastantes com seu entorno, como no caso dos plantios de soja e algodão na Chapada dos Parecis, no Leste e no Sul; e) rios, lagos, represas e açudes variam em tonalidades entre o preto e o azul escuro como o Rio Tapajós; e f) estradas são identificadas, geralmente, por desmatamentos que ocorrem em seu entorno, gerando uma superfície alterada de maiores dimensões (rosa ou avermelhada) como na Rodovia Cuiabá-Santarém.

Fonte: Miranda; Coutinho (2004).

dimento contribuiu com cerca de 40% e no tocante ao rendimento de álcool, o Brasil evoluiu de 2.204 para 5.500 litros por hectare. Ainda, uma empresa privada, em associação com uma instituição pública de pesquisa, desenvolveu tecnologia inédita para extração de álcool do resíduo da cana-de-açúcar, permitindo duplicar a produção potencial de álcool por hectare cultivado com cana-de-açúcar. Nesse período de 27 anos, os

avanços tecnológicos proporcionaram aumentos de 33% no rendimento de cana-de-açúcar; 8% no teor sacarose na cana e 14% na eficiência de conversão da sacarose açúcar e álcool. Junto com as tecnologias, as forças institucionais e de mercado tornaram o açúcar brasileiro o mais competitivo do mundo. Embora impressionantes, existem diferenciais de adoção da tecnologia disponível, o que permite antever um cenário

otimista pela transferência de tecnologia. Um movimento dessa ordem já se encontra em curso na Região Centro-Sul, pois, o estímulo de um cenário comprador motivou os agricultores a investirem em tecnologia, resultando em incremento na produtividade maior que 10% na comparação entre as safras de 2002 e 2003. No Nordeste, além de ampliar o uso de insumos e de variedades melhoradas, existe a possibilidade da irrigação, o rendimento da produção irrigada é superior a 100 t.ha⁻¹ (PERES; FREITAS JUNIOR; GAZZONI, 2005).

A segunda forma de aumentar a oferta de cana-de-açúcar e álcool no Brasil será a expansão da área cultivada. A consolidação das expectativas do mercado deve representar uma demanda por 220 milhões de toneladas de cana-de-açúcar adicionais. Assim, a despeito dos aumentos na produtividade, há a necessidade de incorporação cerca de 3 milhões de hectares de novas áreas. Esse não é o maior problema uma vez que a cana-de-açúcar ocupa menos de 10% da área agrícola atual e há uma disponibilidade de terras agricultáveis. Os principais motivos de preocupação são o deslocamento da fronteira agrícola para a região amazônica e a concentração espacial da produção de cana-de-açúcar.

Apesar de a produção se concentrar no Sudeste e no Nordeste, da discussão efetuada na primeira e segunda seções deste artigo, pode-se inferir que a produção de cana-de-açúcar se deslocará preferencialmente para a Região Centro-Oeste do país²⁴, notadamente nos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. Considerando que a produção de cana-de-açúcar é calcada em grandes escalas, onde a usina arrenda áreas e executa toda a produção, a expansão de área com cana-de-açúcar poderá resultar em deslocamento das produções de algodão, milho e soja, entre outras espécies, para o Estado do Mato Grosso o que, numa "reação em cadeia", poderá deslocar a pecuária na região amazônica.

²⁴Para que esse deslocamento aconteça, Perez; Freitas Junior; Gazzoni (2005) advertem que é necessário efetuar estudos que contemplem os seguintes aspectos sobre as regiões potenciais: a) oferta ambiental; b) sistemas de produção que minimizem os riscos ambientais; c) infraestrutura de logística existente na região; d) infraestrutura de apoio de pesquisa e desenvolvimento, assistência técnica e extensão rural e incentivos fiscais e financeiros; e e) mão-de-obra disponível e necessária.

Uma alternativa para conter o avanço da fronteira agrícola no bioma amazônico é a intensificação da fiscalização, o que requer o aparelhamento dos órgãos públicos responsáveis e a recuperação, ou novas, instituições. Isso implica na questão da legitimidade social dessas medidas, pois, a sociedade brasileira legitimará a preservação do ambiente amazônico?

Outra alternativa será a mitigação dos efeitos negativos dessa dinâmica pela abordagem de agroecossistema, a exemplo da Integração lavoura-pecuária. Porém, a dinâmica econômica desse sistema de produção em regiões de fronteira agrícola, principalmente onde é praticada a pecuária extensiva, requer estudos sobre o comportamento dos agentes envolvidos.

Outra questão a ser estudada é a concentração e a desconcentração da degradação ambiental no Estado do Mato Grosso. Alencar et al. (2004) e Balanza (2005) concluem que em ambos os casos existam vantagens e desvantagens, assim, a decisão sobre uma ou outra prática é dependente do meio ambiente e das atividades antrópicas, bem como, dos objetivos ambientais, sociais e econômicos desejados. No caso do Estado do Mato Grosso, conforme se depreende da figura 8, a discussão sobre o deslocamento da fronteira agrícola será sobre enfatizar o eixo da Rodovia Cuiabá-Santarém (concentração) ou a região norte (desconcentração), uma discussão em aberto com implicações significativas ao equilíbrio ambiental do planeta Terra.

Em relação à concentração espacial, embora não seja objeto principal deste artigo, a Região Centro-Oeste e o Meio-Norte (Estado de Tocantins e sul dos Estados do Maranhão e do Piauí), apresentam grande potencial à cana-de-açúcar, porém, a Região Centro-Sul continua recebendo a maioria dos investimentos. A busca por regiões melhor dotadas de infra-estrutura leva a grandes extensões em regime de monocultura, cujos impactos sociais precisam ser avaliados com maior profundidade. São desejáveis investimentos em projetos fora das áreas tradicionais, destacando-se a consolidação do setor sucroalcooleiro nos Estados do Maranhão, Piauí e Tocantins, que estão entre os mais pobres do país. Porém, isso pode implicar em deslocamento das produções agrícolas locais para o Pará, em movimento semelhante ao indicado para o Mato Grosso, com conseqüências negativas ao meio ambiente.

LITERATURA CITADA

AGÊNCIA BRASIL. Bush e a produção de álcool. **Jornal do Brasil**, Brasília, 26 fev. 2007.

ALENCAR, A. et al. **Desmatamento na Amazônia**: indo além da “emergência crônica”. Belém: IPAM, 2004. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/guia/detalhes.cfm>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

ALMEIDA, G. S.; VIEIRA JUNIOR, P. A.; RAMOS, P. Os programas de desenvolvimento econômico do Centro-Oeste brasileiro e suas conseqüências: anos 60 e 70. Grupo Temático: Políticas públicas y desarrollo rural. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE SOCIOLOGÍA RURAL, 7., 2006, Quito, Equador. **Anais...** Disponível em: <<http://www.alasru.org/cdalasru2006/21%20GT%20Giovanna%20Soares%20Almeida,%20Pedro%20Abel%20Vieira%20Júnior,%20Pedro%20Ramos.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

ANDREOLI, C.; SOUZA, S. P. Cana-de-açúcar: a melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol. **Economia & Energia**, v. 10, n. 59, dez. 2006/jan. 2007. Disponível em: <http://ecen.com/eee59/eee59p/cana_melhor_conversorl.htm>. Acesso em: 29 mar. 2007.

ANSELMÍ, R. De 40 novas usinas, 30 serão no oeste paulista. **Jornal Cana**, Campinas, fev. 2005. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/pdf/134/FEICANA05.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

BALANZA, P. P. **Populist and capitalist frontiers in the amazon**: diverging dynamics of agrarian and land-use change. 2005. 301p. Tese (Doctor of Philosophy) – Department of Geography, Clark University, Worcester, Massachusetts.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. Ampliação da produção de etanol e co-geração de energia elétrica. In: SEMINÁRIO ALCÓOL: Potencial Gerador de divisas e Empregos, 2003, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/s_alcool.asp>. Acesso em: 29 mar. 2007.

BARROS, C. J. O lado azedo da cana. **Repórter Brasil**, São Paulo, 9 dez. 2005. Disponível em: <<http://www.reporterbrasil.com.br/exibe.php?id=517>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

BUAINAIM, A. M. et al. O Centro-Oeste brasileiro como fronteira agrícola. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais....** CD-ROM.

CAMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/USP/Departamento de Agricultura/FEALQ, 1993. 242 p.

CAMARGO, A. P. A floresta amazônica e a presença do homem. **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 1-12, 2005.

CARVALHO, E. P. **A hora da energia limpa**. São Paulo, 29 jan. 2008. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica/index.php>>. Acesso em: 27 fev. 2008.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.

CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 249 p.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA - CTC. Disponível em: <<http://www.ctc.com.br>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

COSTA, W. P. Economia primário-exportadora e padrões de construção do Estado na Argentina e no Brasil. **Economia e Sociedade**, v. 14, p. 175-202, jun. 2000.

COUTINHO, A. C. **Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local**. 2005. 301 p. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo da soja na região Central do Brasil 1997/98**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. 171 p.

GAZZONI, D. L. **Álcool - etanol brasileiro**. BiodieselBr. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

GOLD, M. V. **Sustainable agriculture: definitions and terms**. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb9902.htm>. Acesso em: 29 mar. 2007

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Science**, v. 315, n. 5813, p. 808-810, 2007.

GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M. de. São Paulo agroindustrial-exportador num Brasil primário-exportador. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 9, 2007. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=7228>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

HENNIGES, O. Competitiveness of bioethanol production in EU, USA and Brazil. In: COLLOQUIUM SUSTAINABLE AGRICULTURE AND LAND USE STRATEGIES, 7., 2004, Beijing. **Anais...** Beijing: Chinese Agricultural University, 2004. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução de Carlos Henrique Britto de Assis Prado. São Carlos : Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

MIRANDA, E. E. de.; COUTINHO, A. C. (Coords.). **Brasil visto do espaço**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 14 mar. 2007.

MIYASAKA, S. (Ed.) **A soja no Brasil central**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 3-22.

MEDEIROS, D. **Efeitos da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) sobre o manejo de plantas daninhas e dinâmica do banco de sementes**. 2001. 126 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MONTEIRO NETO, A.; GOMES, G. M. **Quatro décadas de crescimento econômico no centro-oeste brasileiro: recursos públicos em ação**. Brasília: DIPRU/IPEA, 2000. (Texto para Discussão, 712).

MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. **Agroindústria canvieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002. 368 p.

MUELLER, C. C. Políticas governamentais e expansão recente da agropecuária no centro-oeste. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 3, p.45-73, jun. 1990.

NASTARI, P. M. **O setor brasileiro de cana-de-açúcar: perspectivas de crescimento**. São Paulo: Portal Exame, 2006. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/static/aberto>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis.: uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 31-41, jan./mar. 2005.

PRODUTOR de PI e MA aprova integração lavoura-pecuária. **Cultivar Notícias**, Pelotas, 29 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.cultivar.inf.br/default.asp?id=11912>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

ROCHA, E. L. C. Plantio direto e integração lavoura-pecuária no cerrado. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p. 118.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998. 556 p.

SCARAMUZZO, M.; LOPES, F. Especulação tumultua mercado de grãos. **Valor Econômico**, São Paulo, 26 fev. 2007. Disponível em: <<http://www.valoronline.com.br/valoreconomico/285.html>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

SECRETARIA DE COMERCIO EXTERIOR - SECEX. Disponível em: <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

SZMRECSÁNYI, T.; MOREIRA, E. P. O desenvolvimento da agroindústria canavieira do Brasil desde a segunda guerra mundial. **Estudos Avançados**, v. 11, n. 5, p. 57-79, 1991.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – ÚNICA. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portaunica/?Secao=sobre%20a%20UNICA>> Acesso em: 29 mar. 2007.

A PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR E O DESLOCAMENTO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NO ESTADO DO MATO GROSSO

RESUMO: Meio ambiente e energia têm suscitado debates sobre o avanço da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso. Alguns afirmam que as alterações nas matrizes energéticas do planeta representam uma oportunidade ímpar ao Brasil na produção de álcool. Este trabalho procura demonstrar que o aumento da produção de álcool na escala pretendida para o Brasil se tornar a “Arábia Saudita do álcool” implicará em deslocamento da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso, com efeitos complexos sobre o bioma amazônico. Apesar da abordagem dúbia sobre as relações entre a substituição do bioma amazônico por pastagens e/ou culturas temporárias e o aquecimento global, sustenta-se que alterações nesse bioma podem ter graves, e imprevisíveis, alterações no clima em escala global. O trabalho conclui pela necessidade de maiores estudos sobre esta questão da abordagem dos fluxos de massa e de energia em ecossistemas naturais e agroecossistemas.

Palavras-chave: fluxos de energia e de massa, edafoclimática, produção integrada.

BRAZIL'S SUGAR CANE PRODUCTION AND THE EXPANSION OF MATO GROSSO STATE'S AGRICULTURAL FRONTIERS, BR

ABSTRACT: Environment and energy concerns have been fueling debates on the expansion of the agricultural frontier in the state of Mato Grosso. Some authors say that the recent alterations in the planet's energy sources provide a unique opportunity for Brazil in alcohol production. This work aims to demonstrate that an increased alcohol production at a scale required for Brazil become a "Saudi Arabia of alcohol" will mean both displacing Mato Grosso State's agricultural border and altering the Amazon biome. Despite dubious approaches on impact of expanding areas covered with pastures and on global heating, this work posits that it is crucial to maintain this biome intact to avoid a broad range of negative consequences to the global climate. The paper sees value in further studying this issue under the approach of the mass and energy flows in natural ecosystems and agroecosystems.

Key-words: mass and energy flows, edaphoclimate, agroecosystems, integrated production, Amazon biome.

Recebido em 26/01/2008. Liberado para publicação em 27/02/2008.

Informações Econômicas, SP, v.38, n.4, abr. 2008.