

“A Energia da Cana-de-Açúcar”

Artigo baseado em Textos do Livro (UNICA 2005)

Organizado por Isaias Macedo

Apresentado por Laura Tetti

1. Ocupação do Solo: novas áreas de produção e biodiversidade

1.1. Introdução

O crescimento da cultura da cana (e mais ainda da agricultura brasileira, como um todo) levanta questões sobre a disponibilidade e limitações de áreas adequadas; as áreas e locais utilizados nos últimos anos e as tendências para os próximos anos; e o conhecimento da bio-diversidade no Brasil, nos principais biomas, como contexto para possíveis implicações e cuidados.

Em 2004 as áreas de preservação e conservação ambientais no Brasil atingiam 95 M ha, cerca de 11% do território brasileiro; toda a área de produção agrícola do Brasil correspondia a ~60 M ha.

Práticas de conservação da biodiversidade incluem preservar amostras importantes de biodiversidade para o futuro, prospectar de modo não intrusivo a biodiversidade ainda não explorada, e promover o uso da terra e recursos naturais de modo ambientalmente correto.

A Convenção sobre a Diversidade Biológica, proposta no Rio (1992), busca garantir a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. De fato, implica em um equilíbrio entre a exploração sustentável e a preservação dos recursos de biodiversidade. A definição de objetivos muito diferentes neste único conceito causa ainda dificuldades na implementação. De um modo geral o entendimento é que “nós temos o dever de preservar este patrimônio para as futuras gerações”. A Convenção provê uma base legal que era inexistente na maioria dos países, e continua inexistente em muitos. A Convenção nunca foi ratificada, por exemplo, pelos Estados Unidos; também em muitos casos a preparação de um Inventário Biológico não foi feita ainda, ou é muito incompleta.

Os passos para a implementação, pelos países, da Convenção (e da Agenda 21, neste tópico) incluem o inventário e monitoramento de recursos importantes de biodiversidade; a criação de reservas; a criação de bancos de sementes, germoplasma e zoológicos; o estabelecimento de Avaliações de Impacto Ambiental cobrindo atividades que poderiam afetar a biodiversidade. Nos últimos anos estamos assistindo ao surgimento de uma “ciência” de medida e conservação de biodiversidade¹.

Nos parágrafos seguintes tratamos do uso do solo agrícola do Brasil, sua evolução, e a posição da agricultura; e, com certa ênfase, da “fronteira agrícola” atual, o Cerrado. Tratamos da realidade da biodiversidade vegetal no Brasil: o conhecimento atual, a

situação nos principais biomas; e a conservação. Finalmente, consideramos neste contexto a cultura da cana, especificamente; as áreas de cultivo, localização e sua expansão, recente e prevista. Não se tratou do impacto da cultura da cana na fauna, porque é sem dúvida de muito menor interesse; uma avaliação da Embrapa² (para cana de açúcar) classifica quase todos os impactos sobre mamíferos, aves, anfíbios e invertebrados como 2 e 1 (baixo ou nenhum impacto); e 3 (médio impacto) sobre os répteis.

1.2. Uso do solo agrícola no Brasil

O Brasil tem uma extensão territorial de 850 M ha, entre +5 e -33 graus de latitude; -34 e -73 graus de longitude. A topografia é caracterizada por extensas regiões planas e serras, com altitude máxima de 3000 m. Apresenta uma grande fração do território em condições de sustentar economicamente produção agrícola, com preservação das enormes áreas de florestas com diferentes biomas.

A cobertura vegetal do Brasil foi mapeada pela EMBRAPA³ em 2002, com base em dados diários do sensor Vegetation do satélite Spot IV. O estudo foi desenvolvido no âmbito do programa Global Land Cover 2000 - GLC 2000 através de uma iniciativa coordenada pelo Institute for Environment and Sustainability - IES. A Tabela 1 apresenta a distribuição do uso do solo.

Tabela 1 – Distribuição da cobertura vegetal do Brasil (2002)

Área	Área (M ha)	Distrib.
Agricultura e pastagem	297	35%
Florestas	464	55%
Campos e savanas	73	9%
Cidades, rios e outros	17	2%
Total	851	100%

Segundo o IBGE⁴, as áreas de culturas anuais e permanentes evoluíram regionalmente como mostra a Tabela 2:

Tabela 2 – Áreas de cultivo no Brasil, milhões ha

Região	N-NE	S-SE	CO	Brasil
1994	16,0	28,8	8,0	52,8
2004	14,4	30,9	15,1	60,4
Variação	-10,0%	7,3%	88,7%	14,4%

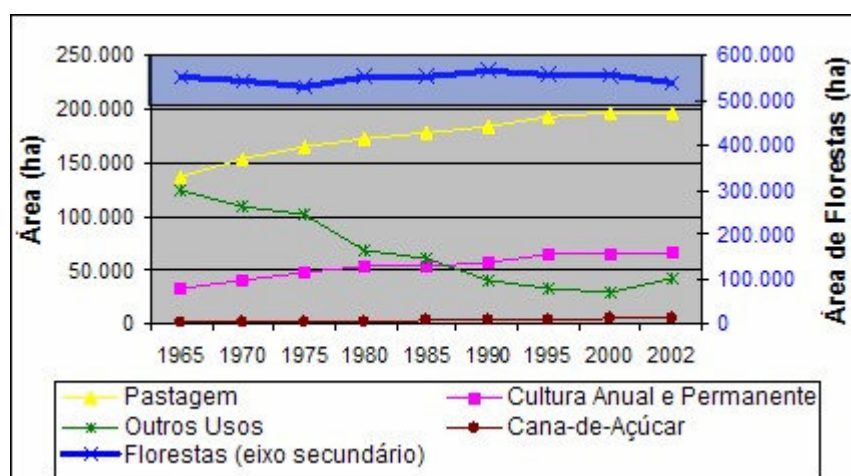
Enquanto as áreas de cultivo nas regiões N-NE e S-SE tiveram pequena variação, é claro que a fronteira agrícola está no Centro-Oeste, onde a área de produção foi duplicada em dez anos.

As áreas de cultivo agrícola totalizam hoje 60 M ha (sendo cerca de 21 M ha com soja e 12 M ha com milho). As áreas de “pastagens” correspondem a cerca de 227 M ha incluindo uma parcela com certo nível de degradação; áreas de florestas (incluindo a produção comercial de madeira) totalizam 464 M ha. Uma estimativa da EMBRAPA⁵ (analisando a situação da expansão de soja) indica que existem ainda

aproximadamente 100 milhões de hectares aptos à expansão da agricultura de espécies de ciclo anual. Adicionalmente estima-se uma liberação potencial de área equivalente a 20 milhões de hectares proveniente da elevação do nível tecnológico na pecuária. A revista VEJA⁶, com a ajuda de técnicos do Ministério da Agricultura e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que cerca de 30% do território é ocupado por lavouras e criações, restando 106 milhões de hectares, uma das maiores reservas agrícolas do planeta, com terras férteis, praticamente toda localizada em regiões de cerrado.

Uma descrição simplificada da evolução do uso do solo nas últimas décadas pode ser vista na Figura 1:

Figura 1 – Evolução do uso do solo agrícola no Brasil⁷



Estas informações da FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations para o Brasil indicam que a expansão de área para agropecuária nas últimas décadas coincidiu com a redução de áreas de pastagens degradadas, campos sujos etc. e não com áreas de floresta. Estudo recente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA⁸, analisando o grande crescimento da área de plantio de soja no país, confirma que o avanço da área desta cultura se deu basicamente ocupando pastagens degradadas e não “áreas virgens”.

Um caso especialmente importante é o da utilização dos Cerrados. Os três parágrafos seguintes resumem observações de relatórios da Embrapa⁹, em 2000.

O Cerrado é um ecossistema brasileiro que ocupa 204 M ha (24% do território); contém a segunda maior biodiversidade da América do Sul (com ~ 6500 espécies de plantas, trezentas espécies de vertebrados e mil gêneros de fungos), e as nascentes de cinco grandes bacias hidrográficas. Praticamente ignorado até 1960, hoje possui destaque na agricultura e pecuária nacionais. Após a construção de Brasília, já na década de 70, uma economia agropecuária mais avançada tecnologicamente passou a substituir a agricultura itinerante, o extrativismo e a pecuária extensiva. Já em 2000 o Cerrado era responsável por 41% dos bovinos do país e 46% da safra brasileira de soja, milho, arroz e café; e era ocupado por 50 M ha de pastagens cultivadas, 12 M ha de culturas anuais e 2 M ha de culturas perenes. Foi decisiva neste desenvolvimento a atuação da Embrapa Cerrados, desde 1975. Hoje os Cerrados continuam a ser a

fronteira agrícola natural das regiões Sul e Sudeste do país, com enorme potencial a desenvolver.

O Cerrado apresenta uma vegetação de savanas entremeada de matas de galeria, com várias “gradações” entre Campo Limpo a Matas de Galeria. Os solos são altamente intemperizados, profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e forte acidez; mas há abundância de calcário nas regiões de Cerrado, e a topografia favorece a mecanização.

Os principais sistemas produtivos em 2000 incluíam:

A pecuária (corte), com pastagens cultivadas (~50 M ha, em 2000; estágios variáveis de degradação)

Produção agrícola: grãos (arroz, feijão, milho e soja), café e mandioca são as mais importantes, com participação expressiva na produção brasileira. Também o reflorestamento (anos 70) e fruticultura, em expansão hoje.

Os Cerrados estão localizados em áreas extensas, não contínuas, mostradas na Figura 2. É importante considerar esta localização juntamente com a dos principais biomas florestais do país (Floresta amazônica, Mata Atlântica e Pantanal), Figura 5, para os quais há restrições ambientais severas ao uso do solo, observadas na análise dos EIA – RIMA para qualquer empreendimento.

A expansão de cana de açúcar nas áreas originalmente ocupadas por cerrados foi pequena; e na maioria dos casos parece ter ocorrido com substituição de outras coberturas que já haviam substituído o cerrado (em geral, pastagens). As tendências atuais parecem indicar a continuidade desta situação: expansão da cultura da cana no Oeste de São Paulo, substituindo áreas de pastagens. Na Tabela 2 vê-se que a área total adicionada para cana de açúcar entre 1993 e 2003 em todos os Estados onde havia extensas regiões de Cerrados (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais) atingiu apenas cerca de 300 mil ha (a expansão da área de cana, no Centro Sul, foi de 1,4 M ha no mesmo período; e a expansão de toda a área de cultura na região, entre 1994 e 2004, foi de 7 M ha). No entanto, como é possível que a cana venha a ter papel crescente para o desenvolvimento agro-industrial destas regiões, será necessário considerar os aspectos específicos da sustentabilidade do seu cultivo nestas áreas; evidentemente, isto se aplica também a todas as outras culturas consideradas (algumas, como a soja, já usadas em larga escala) para os Cerrados. É preciso notar ainda que as ocupações de áreas de Cerrado ou, alternativamente, de áreas originalmente dos Cerrados, mas atualmente em uso para pastagens, por exemplo, podem ter conseqüências muito diversas (por vezes opostas) para fatores como a qualidade do solo, erosão, e outros.

Análises desta fase inicial de ocupação dos cerrados são feitas hoje incluindo as óticas de preservação ambiental, e da busca de sistemas de produção rentáveis e socialmente justos. Muito maior atenção deverá ser voltada para a combinação de sistemas irrigados com uso de defensivos e fertilizantes; as práticas inadequadas de preparo e conservação do solo; o manejo ineficiente da água; e para os efeitos adicionados pela grande e rápida urbanização, com sistemas deficientes de tratamento de dejetos.

Figura 2 – Áreas onde são localizados Cerrados ¹⁰



1.3. Biodiversidade vegetal no Brasil: conhecimento, situação nos principais Biomas; conservação

Brasil, um país megadiverso

O Brasil é considerado o país com a maior diversidade biológica do mundo, pois detém grande parte da Floresta Amazônica, a maior área verde do planeta, e a Floresta Atlântica e Cerrado, ecossistemas considerados *hotspots* em função da ameaça e da grande diversidade de espécies endêmicas associadas¹¹. O Brasil tem uma das floras mais ricas do planeta, estimada em 50.000 a 60.000 espécies de angiospermas (plantas com flores).

No Brasil, o principal esforço para a definição de prioridades de conservação da biodiversidade (*hotspots* e *wilderness areas*), foi desenvolvido no escopo do projeto de "Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade dos Biomas Brasileiros"¹². O projeto coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente foi desenvolvido em colaboração com a Conservation International, Funatura, Fundação Biodiversitas. No período entre 1995 e 2000 foram realizados workshops para discutir e definir prioridades de conservação para o Cerrado e Pantanal, Zona Costeira e Marinha, Floresta Amazônica, Floresta Atlântica e Campos Sulinos, e Caatinga. Mais de mil especialistas (em ecologia, botânica, zoologia e disciplinas afins) contribuíram para a definição de prioridades de conservação dos principais biomas do Brasil. Foram preparados mapas-base para a inclusão de dados de distribuição de áreas naturais, áreas de conservação existentes, subdivisões físicas e políticas, estatísticas demográficas e econômicas, e os dados de fauna e flora coligidos por especialistas. A definição de prioridades foi baseada no conhecimento e na avaliação dos especialistas consultados. Como a iniciativa não levou em consideração cenários futuros incluindo o impacto da expansão agrícola e a vulnerabilidade a mudanças climáticas, é importante revisar as prioridades de conservação através da incorporação de avanços metodológicos, visando a construção de novos cenários de

impacto e vulnerabilidade¹³ .

Situação atual e ameaças aos Biomas brasileiros

Da área original ocupada pelos diferentes biomas no Brasil (Tabela 3) restam proporções variáveis, nem sempre conhecidas, dada a imprecisão das estimativas existentes. As áreas protegidas na forma de unidades de conservação são também variáveis entre biomas, traduzindo esforços desproporcionais na busca de representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Tabela 3 – Biomas brasileiros: área original, cobertura atual e porcentagem contida em unidades de conservação.

Bioma	Cobertura original (% do país) (1)	Cobertura atual (% do original) (2)	Áreas protegidas (% do original) (3)
Amazônia	49,29	85	4,83
Cerrado	23,92	20 (4)	1,71
Mata Atlântica	13,04	7	0,72
Caatinga	9,92	32 (4)	0,69
Campos Sulinos	2,02	1,98 (4)	0,27
Pantanal	1,76	?	0,57

(1) <http://www.ibge.gov.br>

(2) <http://ebape.fgv.br>

(3) <http://www.ibama.gov.br>

(4) áreas em que o ecossistema pode ser considerado íntegro.

Além das discrepâncias regionais no estado de conservação, as causas e o ritmo de degradação dos diferentes biomas brasileiros são historicamente distintas.

A Mata Atlântica foi o primeiro bioma a ser devastado, em um processo lento de exploração madeireira e substituição pela agropecuária ao longo de toda a costa brasileira. Atualmente restam remanescentes significativos apenas nas escarpas íngremes da Serra do Mar, que cobrem menos de 8% da área original. A área hoje ocupada pela cana-de-açúcar encontra-se, na sua quase totalidade, sobre terrenos originalmente cobertos por esse bioma. O processo de ocupação agrícola da Mata Atlântica precedeu qualquer preocupação conservacionista, de modo que não foram preservadas áreas representativas da biodiversidade original do bioma e nem foram poupadas áreas e encostas ou margens de rios, hoje protegidas por lei. Para essas regiões, hoje, a adequação do uso do solo à legislação ambiental implicará, necessariamente, plantios de restauração de florestas.

O Cerrado foi poupado da ocupação agrícola até épocas muito recentes. Pecuária extensiva e exploração de lenha e carvão foram, até pouco tempo atrás, as únicas atividades econômicas importantes no imenso território de domínio do Cerrado. Estas atividades, apesar de causar impacto adverso, não implicaram redução significativa da área ocupada pelo bioma. Nas últimas décadas, porém, com o avanço tecnológico da

agropecuária, o cerrado vem tendo sua área reduzida a uma taxa acelerada, estimada em 3% ao ano, sendo que pelo menos 50% do cerrado original já totalmente destruído¹⁴. Extensas áreas foram muito modificadas pelas gramíneas invasoras africanas e incêndios muito freqüentes, restando íntegros apenas cerca de 20% da área original¹⁵. A expansão agrícola sobre o cerrado, em sendo recente, vem sendo feita sem minimamente respeitar as leis ambientais vigentes. Desde 1965, com a instituição do Código Florestal, deveria ter sido preservada a vegetação de cerrado em pelo menos 20% da área de cada propriedade (50% na Amazônia), além das áreas de preservação permanente (topos de morros, encostas e margens de corpos de água). Mesmo no estado de São Paulo, onde o cerrado ocupa hoje menos de 1% do território, ainda se registram casos de desmatamento para expansão da agropecuária, com 26% de redução da área ocupada pelo bioma no estado a partir de 1990 (dados do Instituto Florestal).

Diferentemente da Mata Atlântica, porém, para grande parte da região de domínio do Cerrado ainda é possível planejar a ocupação de forma sustentável, conciliando exploração agropecuária e conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos. Atenção especial precisa ser dirigida a algumas regiões de GO, MS e MT, nas quais se encontram as nascentes dos rios que vertem para o Pantanal, cuja ocupação agrícola, se mal planejada, pode comprometer a estabilidade de todo o ecossistema pantaneiro. Da mesma forma, as regiões de recarga do Aquífero Guarani na região sudeste, geralmente ocupadas pelo cerrado, precisam ser preservadas.

Os outros biomas brasileiros, não tão rápida ou intensamente devastados, mas nem por isso menos importantes, também têm sido objeto de preocupações conservacionistas. Porém, não merecem destaque no contexto da expansão da cultura canavieira, uma vez que, neste momento, não são regiões potenciais para expansão desta atividade agrícola.

Construção de cenários de impacto e vulnerabilidade

Conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com preservação ambiental não é uma tarefa trivial. Cada vez mais o desenvolvimento e implementação de estratégias adequadas para o desenvolvimento sustentável será baseado na gestão do conhecimento, com a incorporação dos recentes desenvolvimentos em tecnologia de informação e comunicação. É crescente a demanda por respostas rápidas visando à solução de problemas associados à ocorrência e distribuição de espécies biológicas, como estudos de impacto associados à liberação de organismos transgênicos no ambiente e a adoção de medidas de contenção e controle de espécies invasoras e pragas agrícolas. Abordagens sistêmicas de apoio à tomada de decisão informada, dependerão cada vez mais do acesso e integração de dados disponíveis em fontes distribuídas de informação e da utilização de ferramentas computacionais avançadas para a análise e visualização espacial dos dados, e a construção de cenários de impacto e vulnerabilidade.

O Instituto Virtual da Biodiversidade, associado ao Programa Biota FAPESP¹⁶ incorpora os avanços recentes na área de informática para biodiversidade. Esta iniciativa integra dados de mais de 50 projetos de pesquisa (fauna, flora e microbiota) através de sistemas de informação interoperáveis, incluindo o *SinBiota*¹⁷ e *speciesLink*¹⁸, desenvolvidos com a adoção de padrões e protocolos

internacionalmente aceitos, e *software* livre de protocolos abertos. O *SinBiota* apóia a integração, síntese e visualização espacial de dados de observações de campo. O *SinBiota* é um sistema centralizado, que integra dinamicamente via Internet, dados dos projetos associados ao programa, com dados de fontes externas de informação (nacionais e internacionais). O uso da ficha padrão de registro de dados e a geocodificação (latitude e longitude) do local de coleta são compulsórios para os projetos associados ao programa. A base cartográfica digital do Estado de São Paulo, com camadas ambientais associadas, incluindo bacias hidrográficas, cobertura vegetal, rodovias, divisas municipais e áreas de conservação, compõem o Atlas Biota. A rede *speciesLink* integra dados primários de espécimes de coleções biológicas distribuídas, em tempo real, utiliza ferramentas computacionais para a correção e visualização de mais de 500 mil registros de coleções associadas ao sistema.

A informação geo-referenciada é de fundamental importância para a definição de estratégias de conservação e uso sustentável da biodiversidade. No entanto, existem ainda grandes lacunas de conhecimento sobre a distribuição de espécies nos principais biomas do Brasil. O uso de ferramentas computacionais para a modelagem de distribuição de espécies permite direcionar pesquisas de campo e identificar áreas de maior riqueza biológica, assim como delimitar áreas ricas em espécies ameaçadas ou endêmicas. Permite também identificar espécies que poderiam ser utilizadas em trabalhos de recuperação ambiental, e avaliar o potencial de ameaça de espécies invasoras ou avaliar o impacto das mudanças climáticas na biodiversidade. Os métodos mais utilizados para modelagem preditiva de espécies são baseados no conceito de nicho ecológico das espécies. Esses métodos combinam dados de ocorrência da espécie com as características ambientais do ponto de ocorrência, buscando, através de algoritmos, definir locais com características ambientais similares. A modelagem do nicho define as limitações ecológicas nas dimensões nas quais o modelo é desenvolvido, assim, a distribuição de uma espécie pode ser projetada em espaço geográfico para predizer onde as espécies são capazes ou não de manter populações viáveis¹⁹. Visando avaliar o impacto de mudanças climáticas sobre 162 espécies arbóreas do Cerrado Brasileiro, Siqueira & Peterson²⁰ utilizaram metodologias de modelagem preditiva para gerar mapas de distribuição geográfica baseados no conceito de nicho ecológico destas espécies. A análise mostra uma perda da área de distribuição potencial maior que 50% para essencialmente todas as espécies analisadas, num período de 50 anos. Estes resultados mostram a necessidade urgente de formulação e aplicação de políticas consistentes de conservação e uso sustentável da biodiversidade do cerrado, juntamente com aprimoramento de técnicas de manejo e de monitoramento, levando-se em conta o impacto de mudanças climáticas e expansão da agropecuária e a vulnerabilidade da biodiversidade a estas mudanças. Se este cenário se confirmar, os *hotspots* de diversidade de espécies arbóreas do cerrado hoje localizados no planalto central do país, estarão migrando para o sul, e se sobrepondo em paisagens degradadas do cerrado do estado de São Paulo, de uso predominantemente agrícola. É importante rever ações de conservação, com um foco no Sudoeste de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo visando assegurar a ampliação das áreas protegidas de conservação e o estabelecimento de corredores ecológicos e restauração de matas ciliares integrando as áreas de alta prioridade.

1.4. Áreas de expansão do cultivo da cana

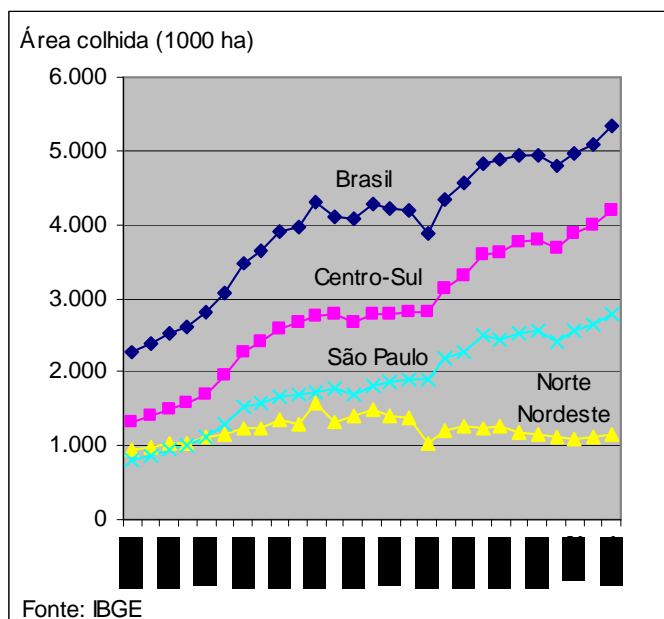
Luiz Antonio Dias Paes

Centro de Tecnologia Canavieira

A área com cana-de-açúcar no Brasil em 1955 atingia 1,0 milhão de hectares, alcançando 1,5 milhão em 1962²¹. Este valor permaneceu praticamente constante nos dez anos seguintes²². O período de maior crescimento da área cultivada ocorreu a partir da segunda metade da década de setenta com o implantação do Pró-álcool em 1976. Houve estabilização a partir da safra 1987/1988 em torno de 4,2 milhões de hectares colhidos no Brasil (Figura 3). Outra etapa de crescimento foi observada durante os períodos 1994/1995 a 1997/1998 (motivada pela exportação de açúcar) e após pequeno período de estabilização, novo ciclo de expansão vem ocorrendo nas últimas safras, atingindo 5,3 milhões de hectares na safra 2003/2004, sendo 4,2 milhões (79%) na região centro-sul.

A expansão ocorreu na região centro-sul do país nos últimos 25 anos, permanecendo praticamente constante a área de cana da região norte-nordeste, com valores próximos a 1,0 milhão de hectares.

Figura 3 – Evolução da área colhida no Brasil; Centro-Sul, Norte-Nordeste e São Paulo.



A Figura 4 mostra a área de colheita de cana na região centro-sul na safra 04/05, mapeada por sensoriamento remoto pelo Centro de Tecnologia Copersucar – CTC e Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE. A Figura 5 apresenta esta mesma área e a posição dos principais biomas do Brasil (Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Pantanal), mostrando que as áreas de maior concentração de cana-de-açúcar estão distantes destas unidades de vegetação.

Figura 4 – Mapeamento de cana da região centro-sul do Brasil – Safra 04/05.

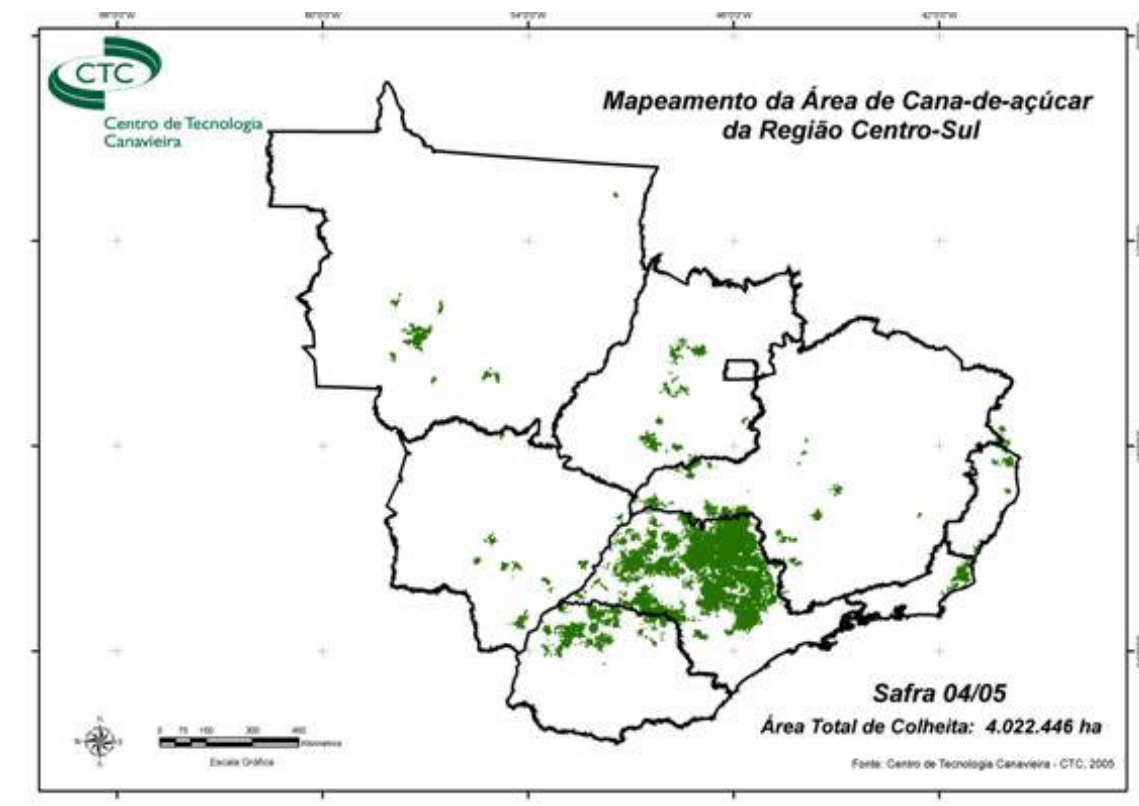
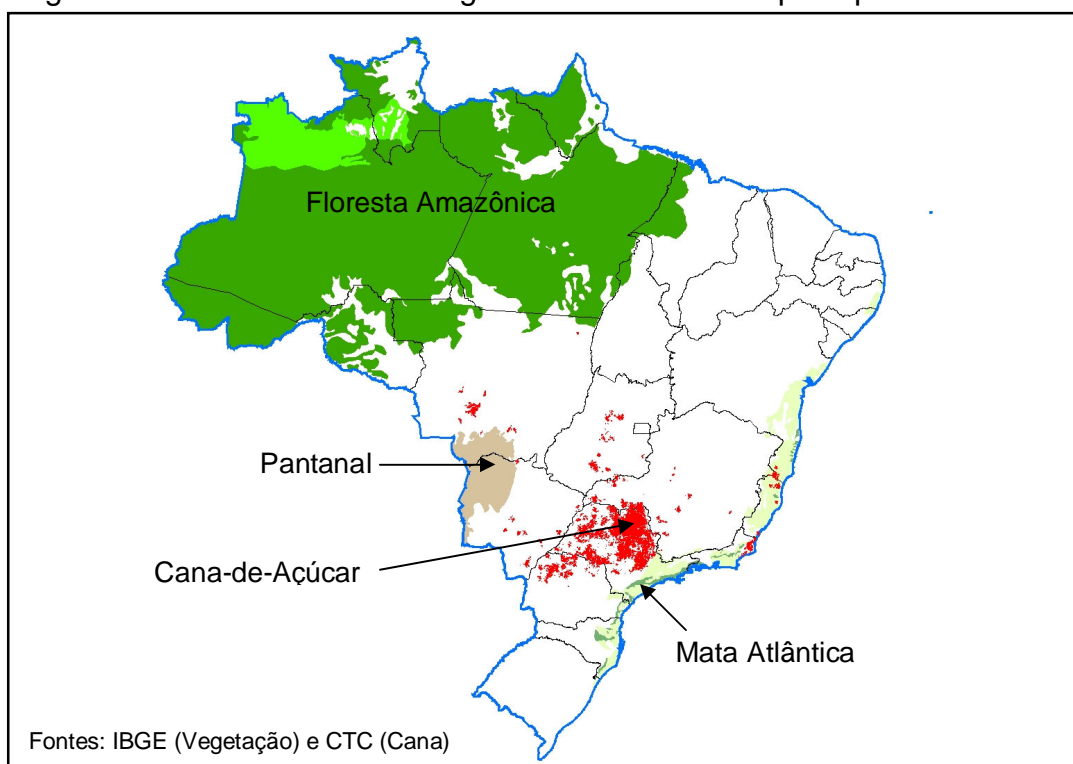


Figura 5 – Áreas de cana na região Centro-Sul e dos principais biomas no Brasil.



Nas últimas 10 safras (1993/1994 a 2003/2004) a área de cana no Centro-Sul aumentou em 1,4 milhões de hectares (49%) distribuída de acordo com a Tabela 4. O Estado de São Paulo foi o principal responsável por este crescimento (64% do total).

Com as diferenças regionais de produtividade, a região Centro Sul produziu em 2004 cerca de 85% da cana do Brasil, em 219 unidades. É importante notar que de 1992/93 até 2003/04 a produção de cana na região Centro Sul aumentou de 176,2 para 281,5 M t (cerca de 60%); mas o aumento deu-se quase totalmente (94%) nas próprias unidades já existentes em 1992, com apenas 6% em novas unidades. Portanto, a grande expansão até agora não envolveu, de fato novas fronteiras agrícolas de modo significativo.

Tabela 4 – Variação da área de cana colhida nos estados da região Centro-Sul nas últimas 10 safras.

Estado	1993	2003	Variação
São Paulo	1.895.750	2.776.232	64%
Paraná	190.169	369.836	13%
Mato Grosso	69.829	190.391	9%
Goiás	95.981	164.861	5%
Mato Grosso do Sul	62.103	125.002	5%
Minas Gerais	260.685	304.119	3%
Espírito Santo	33.851	58.039	2%
Rio de Janeiro	166.856	161.839	0%
Outros	48.607	49.438	0%
Centro-Sul	2.823.831	4.199.757	100%

Fonte: IBGE ²³

A grande importância da produção em São Paulo e a sua taxa de crescimento levam a considerar o contexto deste crescimento, na sua relação com a ocupação do solo. A Tabela 5 é muito significativa, neste sentido.

Tabela 5 – Evolução das áreas de lavouras em São Paulo, 1990 – 2004 ⁴

Ano	1990	2004
Área total de lavouras	6,27	6,05
Cana	1,81	2,80
Café	0,57	0,22
Laranja	0,72	0,58
Outras	3,17	2,46

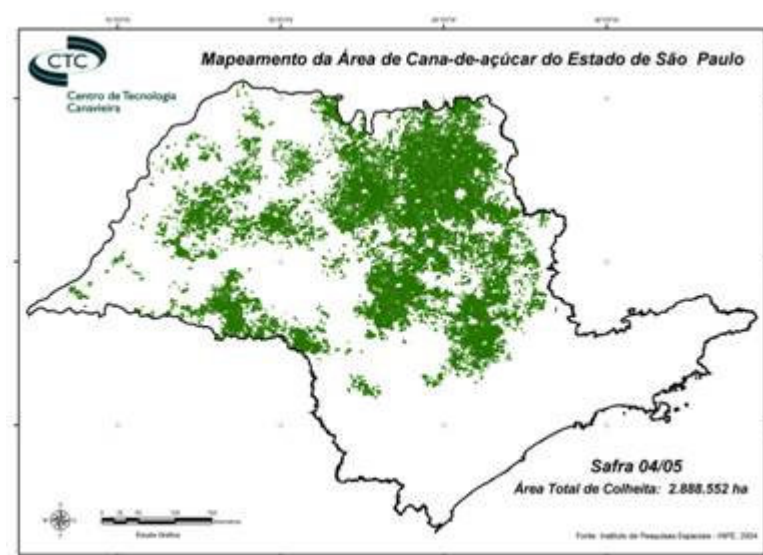
Vê-se que a área total de lavouras tem-se mantido praticamente constante, durante um período de grande crescimento da cana, desde 1990. O que tem ocorrido é a substituição de culturas. Neste caso específico, a cana tem substituído principalmente áreas ocupadas com laranja e outras culturas, além de ocupar áreas de pastagens. De fato, isto é bem conhecido, o sistema é muito dinâmico, responde aos preços (internacionais, nos casos de laranja e café) e culturas são mudadas (e revertidas, em alguns casos) em poucos anos.

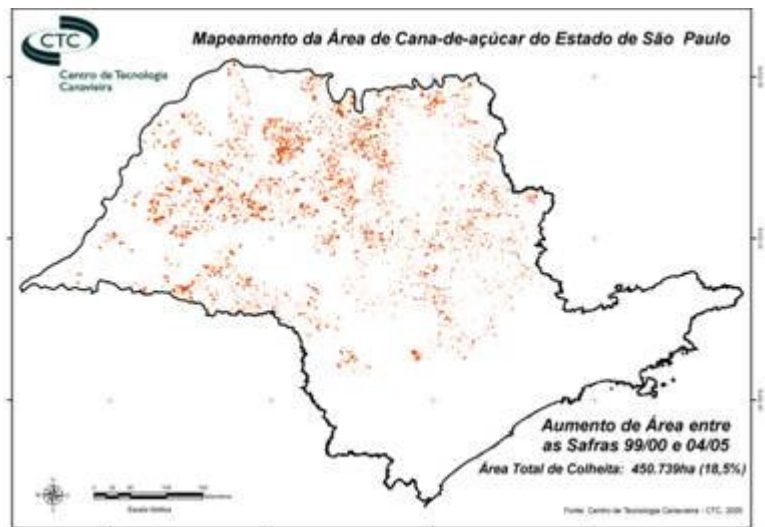
Desta forma, uma análise da expansão da cana para os próximos anos deve considerar, para avaliar impactos advindos da mudança de ocupação do solo, que culturas seriam substituídas. As tendências são mostradas a seguir.

Para o Estado de São Paulo, o Centro de Tecnologia Canavieira vem mapeando por sensoriamento remoto o crescimento da área de cana nas últimas 6 safras (1999 a 2004), com imagens do Landsat. A Figura 6 apresenta este mapeamento bem como a evolução da área de colheita no período. A área de maior expansão ocorre no oeste do estado, região tradicional de pecuária, onde a cana passa a ocupar principalmente áreas de pastagens.

De um modo geral, a tendência observada é o crescimento da área de produção de cana nas áreas atuais de produção no Centro Sul, com ênfase no Oeste de S. Paulo, nas regiões limítrofes com Mato Grosso, e em algumas áreas no estado de Goiás.

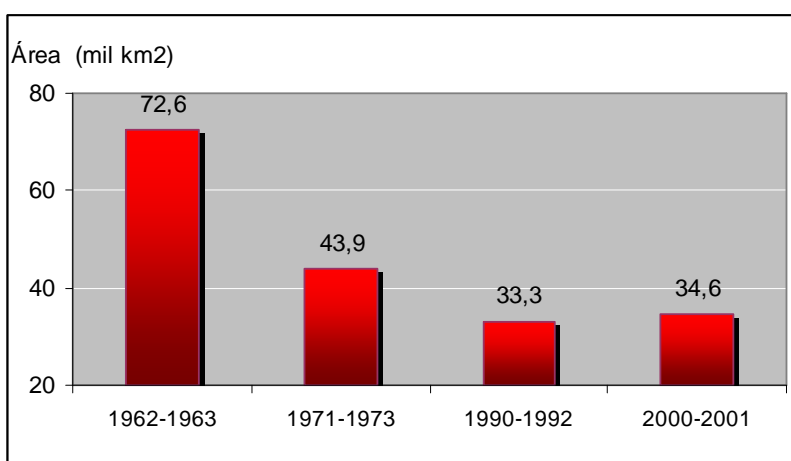
Figura 6 – Mapeamento da área de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo nas safras 99/00 e 04/05 e aumento de área no período.





Áreas de florestas já ocuparam 82% do território do Estado de São Paulo, na época da descoberta do Brasil ²⁴; sofreram constantes reduções desde o início da colonização do país, no século 16. A evolução das áreas de lavoura de café foi uma das maiores causas. Na última década entretanto esta tendência se inverteu; o último inventário florestal registrou um acréscimo de 3,8% da área de vegetação natural. A Figura 7 apresenta a área de vegetação natural remanescente no Estado, mostrando que os últimos períodos de expansão da cana no estado (a partir de 1994), coincidem com o período de recuperação das áreas de florestas. Em parte, o início de recomposição de matas ciliares auxiliou neste processo (ver item 5.4). Esta tendência pode ser acentuada.

Figura 7 – Área de vegetação natural remanescente no Estado de São Paulo ²⁵

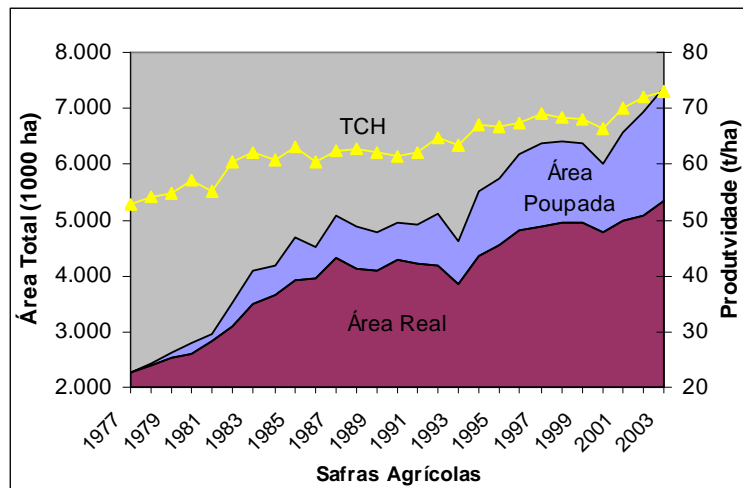


Fonte: Instituto Florestal

O grande ganho de produtividade decorrente de desenvolvimentos tecnológicos na produção de cana foi responsável não somente pelo aumento da competitividade do setor mas também pela redução da necessidade de ocupação de áreas agrícolas para incremento da produção. A Figura 8 mostra que se não houvesse ganho de

produtividade seria necessário utilizar uma área 2,0 milhões de hectares maior do que aquela usada na safra 2003/2004 para produzir a mesma quantidade de cana.

Figura 8 – Área de Produção Real e Área Poupada pela Introdução de Tecnologia



1.5. Resumo e Conclusões

- Com 850 M ha, o Brasil tem uma grande fração do território em condições de sustentar economicamente produção agrícola, mantendo grandes áreas de florestas com diferentes biomas. A agricultura utiliza hoje apenas 7% (a metade com soja e milho); pastagens utilizam cerca 35%, e florestas 55%. A expansão agrícola nos últimos 40 anos deu-se principalmente sobre áreas de pastagens degradadas e “campos sujos”, e não nas áreas de florestas. A área ocupada pela cana de açúcar hoje é de apenas 0,6% do território, e as áreas aptas (hoje) para expansão deste tipo de cultura são de 12% pelo menos.
- O Cerrado (24% do território) passou a ser utilizado extensamente para agropecuária nestes últimos 40 anos. Até hoje a expansão da cana de açúcar em áreas ocupadas por cerrados foi muito pequena; ela tem ocorrido com substituição de outras coberturas que já haviam substituído o cerrado (em geral, pastagens).
- A expansão da cana de açúcar nos últimos 25 anos deu-se essencialmente no Centro-Sul do Brasil, em áreas muito distantes dos biomas atuais da Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Pantanal. Entre 1992 e 2003, no Centro-Sul, a expansão deu-se quase totalmente (94%) nas unidades existentes; novas fronteiras agrícolas foram muito pouco envolvidas. Em São Paulo o crescimento ocorreu com a substituição de outras culturas e pastagens.
- Para os próximos anos, o crescimento deverá ocorrer no Centro Sul com ênfase no Oeste de S. Paulo, nas regiões limítrofes com Mato Grosso, e em algumas áreas no estado de Goiás.
- O Brasil concentra a maior diversidade biológica do mundo (entre a Floresta

Amazônica, a Floresta Atlântica e o Cerrado), e uma flora estimada em 50.000 a 60.000 espécies de angiospermas. As prioridades de conservação da biodiversidade foram definidas principalmente entre 1995 e 2000, com a contribuição de centenas de especialistas; as áreas protegidas para os seis principais biomas foram estabelecidas dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Esta importante iniciativa deverá passar por revisões, incorporando avanços metodológicos e considerando a expansão agrícola e a vulnerabilidade a mudanças climáticas.

- Desde a descoberta do Brasil, a Mata Atlântica foi o primeiro bioma a ser parcialmente substituído pela exploração madeireira e agropecuária ao longo de toda a costa brasileira; entre muitas outras, a cultura da cana de açúcar (Centro-Sul e Nordeste) hoje está em áreas originalmente neste bioma. O processo foi muito anterior a qualquer preocupação conservacionista, e a preservação implica também na restauração de áreas protegidas por lei (matas ciliares, encostas).
- A ocupação agrícola do Cerrado é muito recente, incluindo áreas ocupadas por pecuária e exploração de lenha e carvão. Seu crescimento deve ser planejado considerando a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, principalmente em áreas sensíveis (nascentes dos rios que vertem para o Pantanal, e as regiões de recarga do Aquífero Guarani).
- Conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com preservação ambiental exige informação atualizada e ferramentas adequadas de análise do impacto e vulnerabilidade; programas como o do IVB (São Paulo) e avanços no levantamento de dados geo-referenciados (em curso) são de grande importância neste contexto.

¹ Tarlock, D.; Biodiversity and Endangered Species, em "Stumbling Toward Sustainability, Environmental Law Institute, Washington DC, 2002

² Agroecologia da cana de açúcar, EMBRAPA, 2003; www.cana.cnpm.embrapa.br (nov 2003)

³ EMBRAPA- Mapa da Cobertura Vegetal do Brasil <http://www.cobveget.cnpm.embrapa.br/resulta>

⁴ IBGE – Levantamento sistemático da produção agrícola para 2003-2004; <http://www.sidra.ibge.gov.br>, 27/07/04

⁵ Castiglioni, V. B. R. EMBRAPA; em "Avaliação da Expansão da produção de etanol no Brasil", CGEE-NAE, Brasília, 2004

⁶ Revista Veja, Agricultura - O tamanho do Brasil que põe a mesa, Edição 1843, 3 de março de 2004

⁷ FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations. <http://faostat.fao.org/faostat>

⁸ Jornal O Estado de São Paulo, Caderno Economia, p. 4, 11 de janeiro de 2005.

⁹ Informação enviada por A. Bressan, M. Agricultura; a partir de relatórios da Embrapa, 2000

¹⁰ Informação da Embrapa, 2004

¹¹ Mittermeyer, R. A., Myers, N. & Mittermeyer, C. G. 1999. Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. New York: CEMEX, Conservation International.

¹² <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/probio/sub.html>

¹³ Canhos, V.P.C, Siqueira, M.F. & Canhos, D.A.L. 2004. Mudanças Climáticas Globais: conseqüências para a biodiversidade. Nota Técnica elaborada para o Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Contrato No 083/2004

¹⁴ Felfili, J.M.; Haridasan, M.; Mendonça, R.C.; Filgueiras, T.S. & Silva Junior, M.C. 1994. Projeto Biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. Cadernos de Geociências, Rio de Janeiro, 12:75-165.

¹⁵ <http://www.ibama.gov.br/>

¹⁶ <http://www.biota.org.br>

¹⁷ <http://sinbiota.cria.org.br/atlas>

¹⁸ <http://smlink.cria.org.br>

¹⁹ Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103:599-605.

²⁰ Siqueira, M. F. & Peterson, A. T. 2003. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. *Biota Neotropica* 3(2).

<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/download?article+BN00803022003+item>

²¹ Junqueira, A.A.B. & Dantas, B., A cana-de-açúcar no Brasil. In: *Cultura e Adubação da Cana-de-Açúcar*. Ed. Instit. Brasil. de Potassa, 27-60, 1964.

²² Fernandes, A.C. – Produção e Produtividades da Cana-de-Açúcar no Brasil, Centro de Tecnologia Copersucar, Relatório Interno

²³ IBGE – Anuários Estatísticos - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

²⁴ Zorzetto, R. et alli, A Floresta Renasce, *Revista Pesquisa Fapesp*, n. 91, p. 48-52, set. 2003.

²⁵ *Revista Pesquisa Fapesp*, n. 91, p. 48-52, set. 2003 Encarte do Instituto Florestal

2. Erosão na cultura da cana de açúcar: situação e perspectivas

O processo erosivo é a maior causa da degradação das terras agrícolas. A aplicação de técnicas de conservação de solo visa mitigar a perda de solo; um projeto de utilização agrícola de terras deve considerar o tipo de solo (textura, tipos de horizontes diagnóstico, taxa de infiltração de água), declividade, regime de chuvas e a cultura a ser instalada. A cultura da cana de açúcar é praticada no Brasil há séculos, em muitos casos na mesma área, tendo sido obtido conhecimento suficiente para definir os cuidados necessários para a preservação do solo.

A cana-de-açúcar no Brasil é reconhecidamente uma cultura conservacionista. Bertoni et al. demonstraram que a perda de solo sob soja é cerca de 62% maior do que quando se utiliza cana-de-açúcar; e com mamona cerca de 235% maior (Tabela 6).

Cultura anual	Perdas	
	Solo	Água
	t/ha/ano	% Chuva
Mamona	41,5	12,0
Feijão	38,1	11,2
Mandioca	33,9	11,4
Amendoim	26,7	9,2
Arroz	25,1	11,2
Algodão	24,8	9,7
Soja	20,1	6,9
Batatinha	18,4	6,6
Cana-de-Açúcar	12,4	4,2
Milho	12,0	5,2
Milho + Feijão	10,1	4,6
Batata-doce	6,6	4,2

Tabela 6 — Perdas de solo e de água em culturas anuais e semi-perenes

Como média geral dos manejos aplicados, pode-se considerar que no Brasil a cultura de cana-de-açúcar, em comparação com a produção de grãos na mesma área, evita

que sejam erodidas anualmente cerca de 74,8 milhões de toneladas de solo (grãos: perda média de 24,5 t /ha.ano).

Avaliações de perdas de solo por erosão separadas por um período de onze anos 9 concluídos em 2004, comparando uma mesma área com plantio de cana-de-açúcar na região de Catanduva-SP num Argissolo Vermelho Amarelo, eutrófico, textura arenosa/média (PVA-25), mostraram que entre o levantamento inicial e o realizado em 2004 não houve alterações significativas na espessura dos horizontes do perfil e nem na composição físico-química do solo da área. (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 — Análises físico-químicas das 4 trincheiras (2004)

Trincheira no.	Talhão	Profundidade (cm)	Horizonte Diagnóstico	Argila (g/kg)	Mat.Org (g/dm ³)	S.Bases (mmolc/dm ³)	CTC (mmolc/dm ³)	V (%)
1	22	0-25	Ap	102	11	35	48	73,1
		25-50	Ap/B1	183	6	30	43	70,0
		90-110	B2	324	4	22	37	60,6
2	27	0-25	Ap	101	9	27	40	67,4
		25-50	Ap/B1	268	6	23	38	61,6
		90-110	B2	325	4	28	43	64,8
3	22	0-25	Ap	110	11	27	45	60,0
		25-50	Ap/B1	198	6	25	43	57,4
		90-110	B2	250	2	21	37	56,3
4	27	0-25	Ap	118	9	46	59	78,0
		25-50	Ap/B1	160	4	30	44	67,4
		90-110	B2	381	2	36	52	69,4

Tabela 8 — Análises físico-químicas iniciais (1993)

Ponto no.	Profundidade (cm)	Horizonte Diagnóstico	Argila (g/kg)	Mat.Org (g/dm ³)	S.Bases (mmolc/dm ³)	CTC (mmolc/dm ³)	V (%)
148	0-21	Ap	140	13,1	28,1	38,8	72,0
	21-50	Ap/B1	140	11,6	28,4	41,1	69,0
	90-110	B2	290	9,3	26,4	43,7	60,0
150	0-20	Ap	120	13,4	24,2	36,6	66,0
	20-50	Ap/B1	160	11,6	22,7	34,2	66,0
	90-110	B2	330	9,3	30,6	41,0	75,0
155	0-17	Ap	150	10,2	19,3	32,3	60,0
	17-50	Ap/B1	140	10,5	24,0	39,4	61,0
	90-110	B2	330	7,8	34,5	43,5	79,0
156	0-16	Ap	120	12,8	18,4	38,4	48,0
	16-50	Ap/B1	180	7,4	13,8	31,6	44,0
	90-110	B2	320	7,9	30,0	42,1	71,0

Para os teores de argila (g/kg) do horizonte Ap as variações estão dentro da classe textural muito arenosa; sua espessura permite enquadrá-lo como Argissolo com variação de horizonte Ap de 30 cm a 60 cm. Esta espessura nunca foi inferior a 35 cm, indicando que os processos erosivos sob cultivo com cana-de-açúcar foram eficientemente minimizados, preservando a parte física do solo.

A Soma de Bases (Ca + Mg + K) indica a adequação do manejo de conservação efetuado na área, sendo mantida ou em alguns casos elevada, mostrando que não há degradação química da área. Reafirmando esta tendência, a Capacidade de Troca Catiônica (ctc) do solo atual é sensivelmente maior que a encontrada nos dados históricos.

A Saturação por Bases (V%) de um solo demonstra quanto da sua Capacidade de Troca Catiônica (ctc) está saturada por Cátions (Ca + Mg + K = Soma de Bases) de interesse para o desenvolvimento e produção das plantas. Houve manutenção dos valores de V%, mostrando que o manejo de conservação de solos tem minimizado os impactos ambientais.

A evolução tecnológica do cultivo da cana-de-açúcar tem permitido em algumas áreas o manejo de colheita sem a queima da palha. Esta técnica deixa sobre o solo consideráveis quantidades de palha, cerca de 10 a 15 toneladas de matéria seca por ha.ano; isto permite por ocasião da renovação do canavial a introdução de práticas de preparo de solo reduzido. O uso crescente das duas tecnologias (colheita sem queima e preparo reduzido) deverá nos próximos anos melhorar o nível de conservação de solos sob plantio com cana-de-açúcar, pois a palha protege o solo (Tabela 9) 14, 17 contra o impacto direto das gotas de chuva e o preparo reduzido contribui para uma menor mobilização do solo, como ocorre no plantio direto em cereais.

Tabela 9 Efeito do manejo dos restos culturais sobre as perdas por erosão

Sistemas de Manejo	Perdas	
	Solo (t/ha)	Água (% chuva)
Palha queimada	20,2	8,0
Palha enterrada	13,8	5,8
Palha na superfície	6,5	2,5

Média de 1300 mm de chuva e declives entre 8,5 e 12%.

Resumo e Conclusões

- A cultura da cana de açúcar tem se expandido em áreas mais pobres (principalmente “cerrados fortemente antropizados”, na sua maioria pastagens extensivas). Ela concorre para a recuperação destes solos, adicionando matéria orgânica e fertilização químico-orgânica, contribuindo para melhorar o seu condicionamento físico-químico, e incorporando solos à área agriculturável brasileira.
- A cultura da cana no Brasil é reconhecida hoje por apresentar relativamente pequena perda de solo por erosão (na comparação com soja e milho, por exemplo); esta situação continua melhorando com o aumento da colheita sem queima, e com técnicas de preparo reduzido, levando as perdas a valores muito baixos, comparáveis aos do plantio direto em culturas anuais.

3. Cana de Açúcar e uso de Agroquímicos

- A preocupação com o impacto do uso de defensivos agrícolas está presente em várias instâncias da Agenda 21, que prevê ações específicas de controle. O uso de novas tecnologias baseado em modificações genéticas de plantas é uma promessa (redução de defensivos), mas leva a cuidados adicionais. Idealmente seriam usados controles biológicos e, na medida do possível, técnicas da agricultura “orgânica”.
- A legislação brasileira, incluindo normas e controles desde a produção até o uso e disposição dos materiais, cobre todas as áreas importantes.

-
- O consumo de pesticidas na cultura da cana é inferior aos das lavouras de citros, milho, café e soja; o uso de inseticidas é baixo, e o de fungicidas é praticamente nulo.
 - Entre as principais pragas da cana, os controles da broca (praga mais importante) e da cigarrinha são biológicos; a broca tem o maior programa de controle biológico no país. Formigas, besouros e cupins têm controle químico; tem sido possível reduzir muito os defensivos, com aplicações seletivas.
 - Doenças da cana são combatidas com a seleção de variedades resistentes, em grandes programas de melhoramento genético. Este procedimento tem sido suficiente para resolver, com a substituição de variedades, ocorrências de grandes proporções como o vírus do mosaico (1920), o carvão e ferrugem (anos 80) e o SCYLV (anos 90).
 - Modificações genéticas (em fase de testes de campo) produziram plantas resistentes a herbicidas, ao carvão, ao vírus do mosaico, ao SCYLV e à broca da cana.
 - Os métodos de controle das ervas daninhas têm sido freqüentemente modificados em função de avanços em tecnologias (culturais e mecânicas, ou químicas). No Brasil a cana ainda utiliza mais herbicidas que o café ou milho, e menos que a citricultura; é equivalente à soja.
 - Há forte tendência para o aumento das áreas com colheita de cana crua, com palha remanescente no solo. Hoje não parece ser possível eliminar totalmente os herbicidas nestes casos, como se esperava, inclusive pelo surgimento de pragas até então incomuns.

4. Cana de Açúcar e Recursos Hídricos

- Embora o Brasil tenha a maior disponibilidade de água do mundo, com 14% das águas de superfície, e o equivalente ao deflúvio anual em aquíferos subterrâneos, o uso de irrigação agrícola é muito pequeno (~3,3 M ha, contra 227 M ha no mundo).
- A cana de açúcar no Brasil praticamente não é irrigada, a não ser em pequenas áreas (irrigação suplementar). Métodos eficientes (gotejamento sub-superficial e outros) estão em avaliação.
- Os níveis de captação e lançamento de água para uso industrial têm sido reduzidos substancialmente nos últimos anos; de cerca de 5 m³ / t cana captados (em 1990, e em 1997) atingiu-se 1,83 m³ / t cana em 2004 (amostragens em São Paulo). O nível de re-utilização é alto (o uso total era de 21 m³ / t cana, 1997) e a eficiência do tratamento para lançamento estava acima de 98%.
- Parece ser possível atingir valores próximos de 1 m³ / t cana (captação) e lançamento zero, com otimização da re-utilização e uso da água residual em ferti-irrigação.
- Em geral os problemas ambientais com a qualidade da água decorrentes de irrigação (arraste de nutrientes e defensivos, erosão) e uso industrial não são

encontrados em São Paulo; a Embrapa classifica a cana, neste aspecto, no Nível 1 (nenhum impacto na qualidade da água).

- As APP relativas às matas ciliares atingem 8,1% da área da cana em São Paulo; destes, 3,4% têm mata natural e 0,8% foram reflorestados. A implementação de programas de recomposição das matas ciliares, além da proteção às nascentes e cursos de água, pode promover a reposição da biodiversidade vegetal no longo prazo.

Item 1.3. escrito por:

Vanderlei Perez Canhos

Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), Campinas, SP

Giselda Durigan

Floresta Estadual de Assis, Instituto Florestal, Assis, SP

Marinez Ferreira de Siqueira

Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), Campinas, SP

Item 1.4. escrito por:

Luiz Antonio Dias Paes

Centro de Tecnologia Canavieira

Item 2. escrito por:

Jorge Luis Donzelli

Centro de Tecnologia Canavieira

Escrito e organizado por:

Isaias Macedo