



**“III Encontro Latino - Americano e
Caribenho da Rede de Governos Regionais
para o Desenvolvimento Sustentável”
“Mudanças Climáticas: Discutir o Presente
para Garantir o Futuro”**

Etanol e Mudanças Climáticas

José Roberto Moreira

**Centro Nacional de Referência de Biomassa –
Universidade de São Paulo**

**Auditório do Ibirapuera, São Paulo
14 de Março de 2008**



Intensidade do uso de fertilizantes em cultivos no Brasil

Cultivos	Área ⁽¹⁾ (1.000ha)	Consumo (1.000 t)	Consumo / Área (t/ha)
Algodão herbáceo	1.012	950	0,94
Café ⁽³⁾	2.551	1.375	0,54
Laranja ⁽³⁾	823	406	0,49
Cana-de-açúcar ⁽³⁾	5.592	2.600	0,46
Soja	21.069	8.428	0,40
Milho ⁽²⁾	13.043	4.082	0,31
Trigo ⁽³⁾	2.489	742	0,30
Arroz	3.575	872	0,24
Feijão ⁽²⁾	4.223	650	0,15
Reflorestamento	1.150	129	0,11

Obs: (1) Dados do Systematic Survey of Agricultural Production – LSPA – IBGE e CONAB

(2) Essas culturas totalizam todos os cultivos realizados

(3) Cultivos plantados e colhidos no mesmo ano

Consumo de fungicidas, inseticidas, acaricidas e defensivos agrícolas em 1999 e 2003 no Brasil (em kg de ingredientes ativos/ha/ano)

		Café	Cana-de-açúcar	Cítricos	Milho	Soja
Fungicidas	1999	1,38	0,00	8,94	0,00	0,00
	2003	0,66	0,00	3,56	0,01	0,16
Inseticidas	1999	0,91	0,06	1,06	0,12	0,39
	2003	0,26	0,12	0,72	0,18	0,46
Acaricidas	1999	0,00	0,05	16,00	0,00	0,01
	2003	0,07	0,00	10,78	0,00	0,01
Defensivos agrícolas	1999	0,06	0,03	0,28	0,05	0,52
	2003	0,14	0,04	1,97	0,09	0,51

Fonte: Macedo, 2005

Retirada, consumo e retorno de água em 1990, 1997 e 2005 (em m³/t cana)

	1990	1997	2005
Coleta	5,6	5,07	1,83/1,23(a)
Retorno	3,8	4,15	n/a
Consumo Líquido	1,8	0,92	n/a

Obs: a: 1,83 m³/t de cana é a coleta média em todas as usinas de São Paulo. Quando as usinas com o maior consumo de água são excluídas (8% do total), então as 92% restantes possuem uma taxa média de coleta de água 1,23 m³/t.

Fonte: Macedo 2005

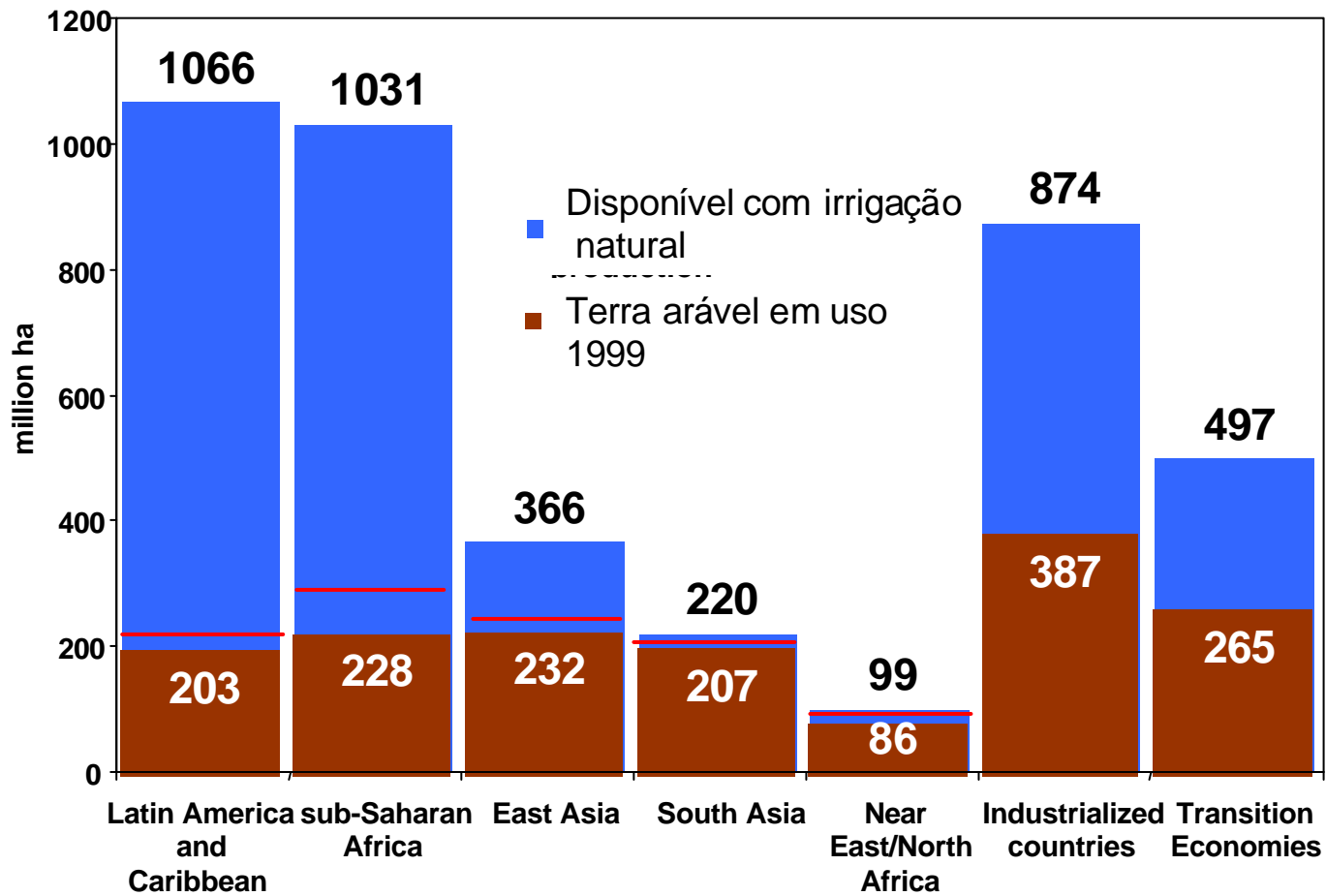
Impactos sobre a terra – Erosão do Solo

Erosão do solo de vários cultivos no Brasil	
cultivo	erosão do solo (t/ha/ano)
feijão	38,5
mandioca	33,9
amendoim	26,7
arroz	25,1
algodão	24,8
soja	20,1
batata	18,4
cana-de-açúcar	12,4
milho	12,0
milho e feijão	10,1
batata-doce	6,6

Fonte: RIMA Batatais, 1990.

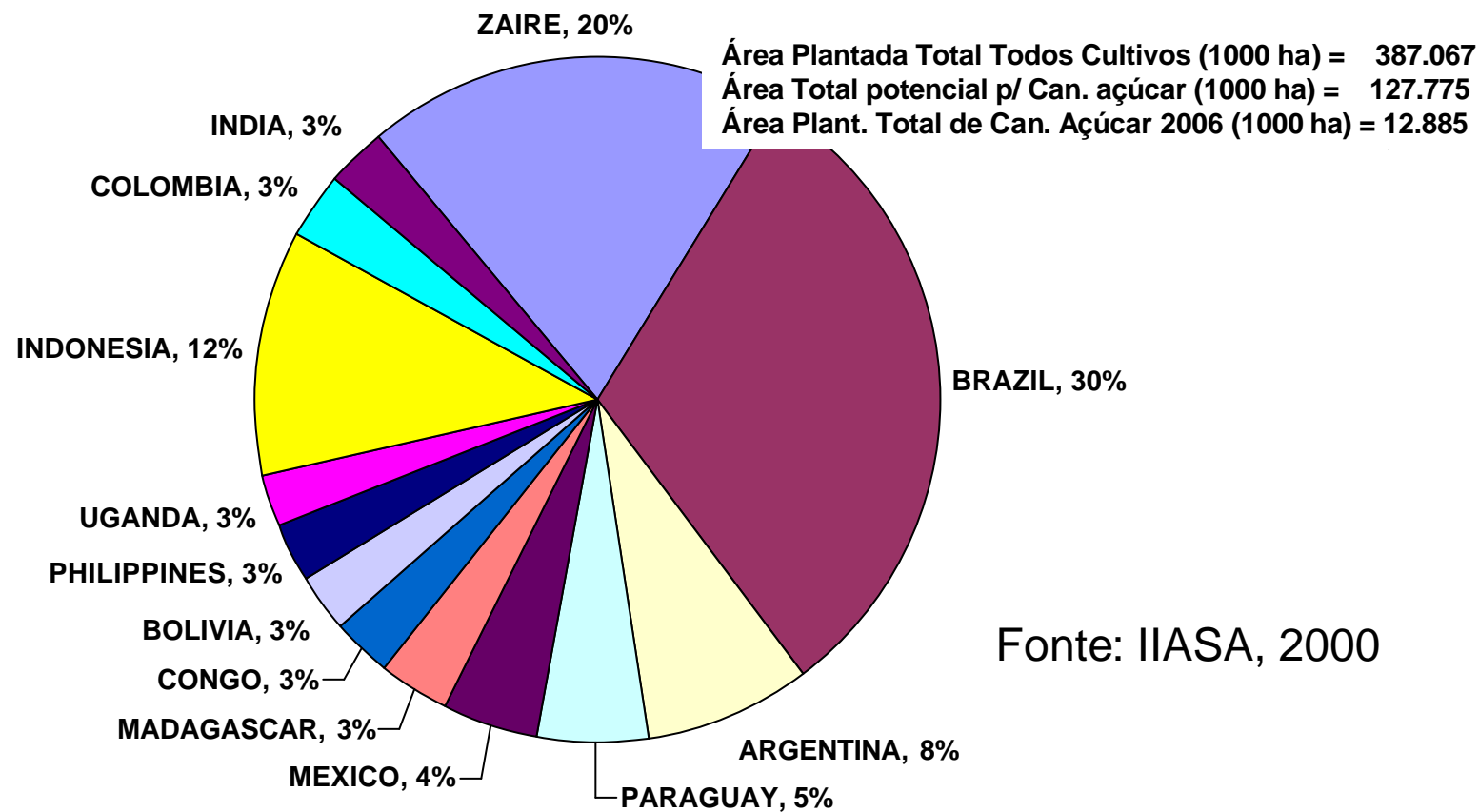
Quanta terra está em uso, quanto ainda está disponível hoje e em 2030?

The resource base





Áreas Muito Apropriadas e Áreas Apropriadas nos Países com Maior Potencial de Produção, para Plantação de Cana-de-açúcar Utilizando Insumos Tecnológicos e Preservando Florestas até o ano 2000



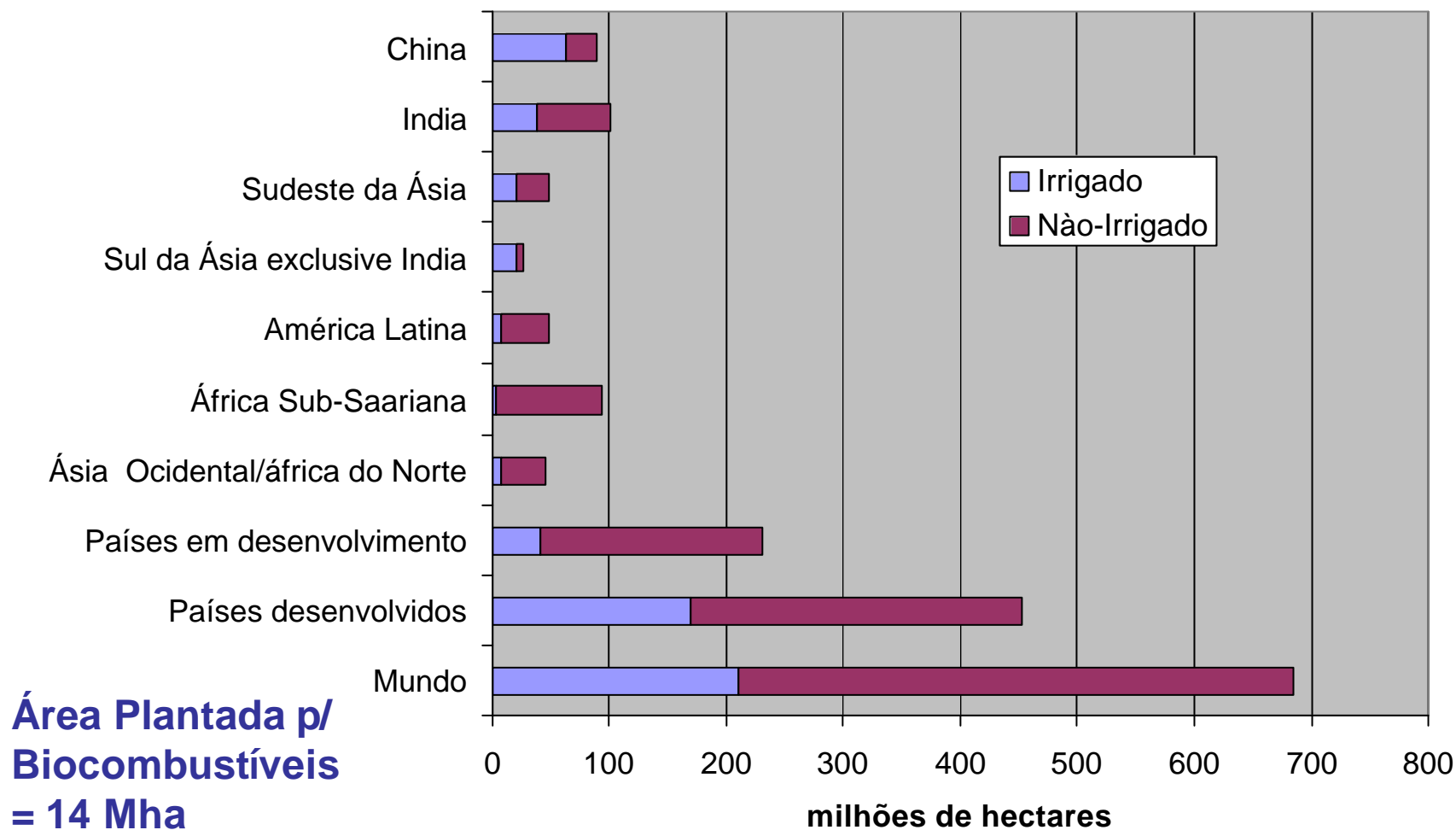
Fonte: IIASA, 2000

Agricultura Irrigada por Chuvas



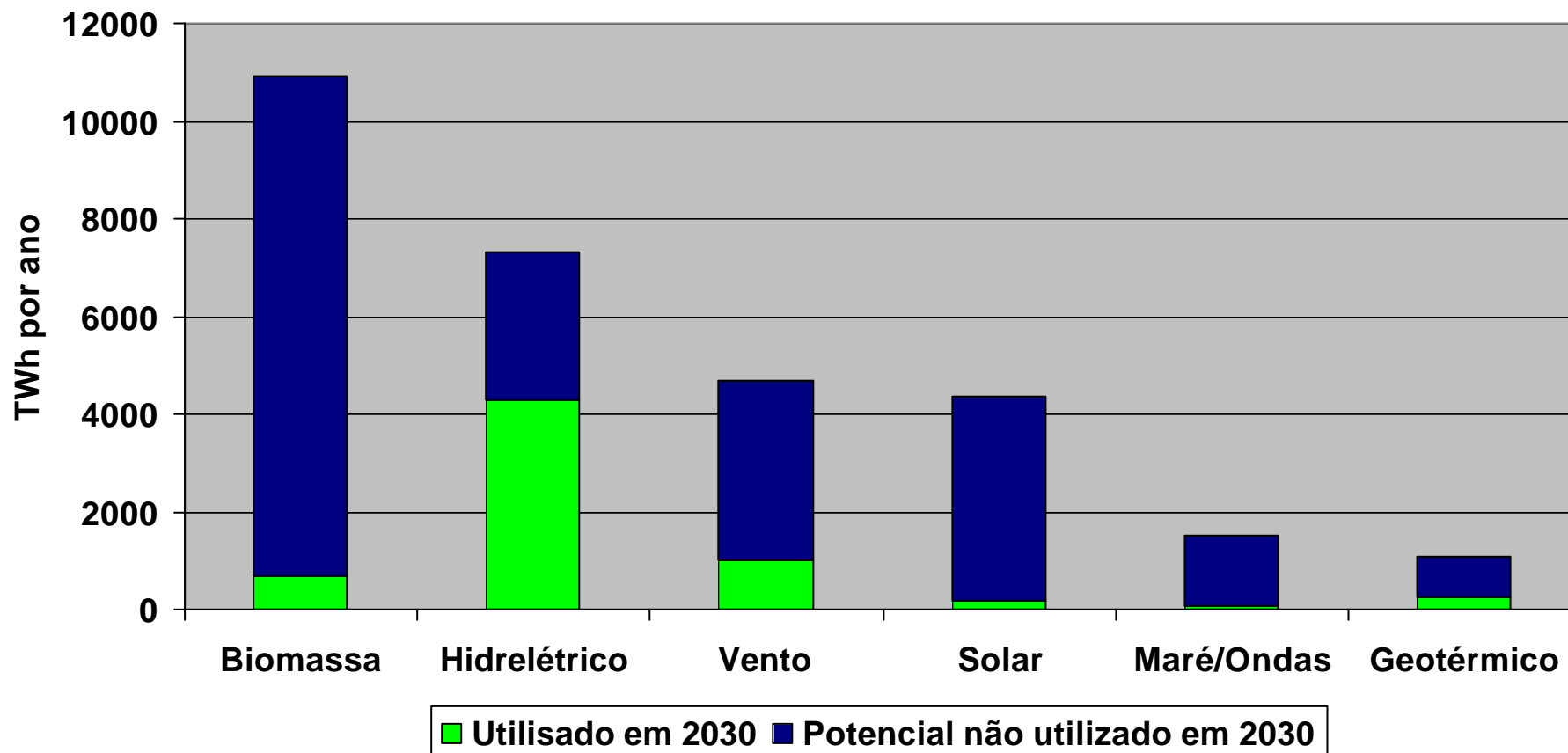
Impactos do Uso da Terra – Alimento vs. Combustível

Área Plantada com Cereais em 1995



Fonte: Estimativas baseadas em FAO, 1999 e Cai e Rosegrand, 1999

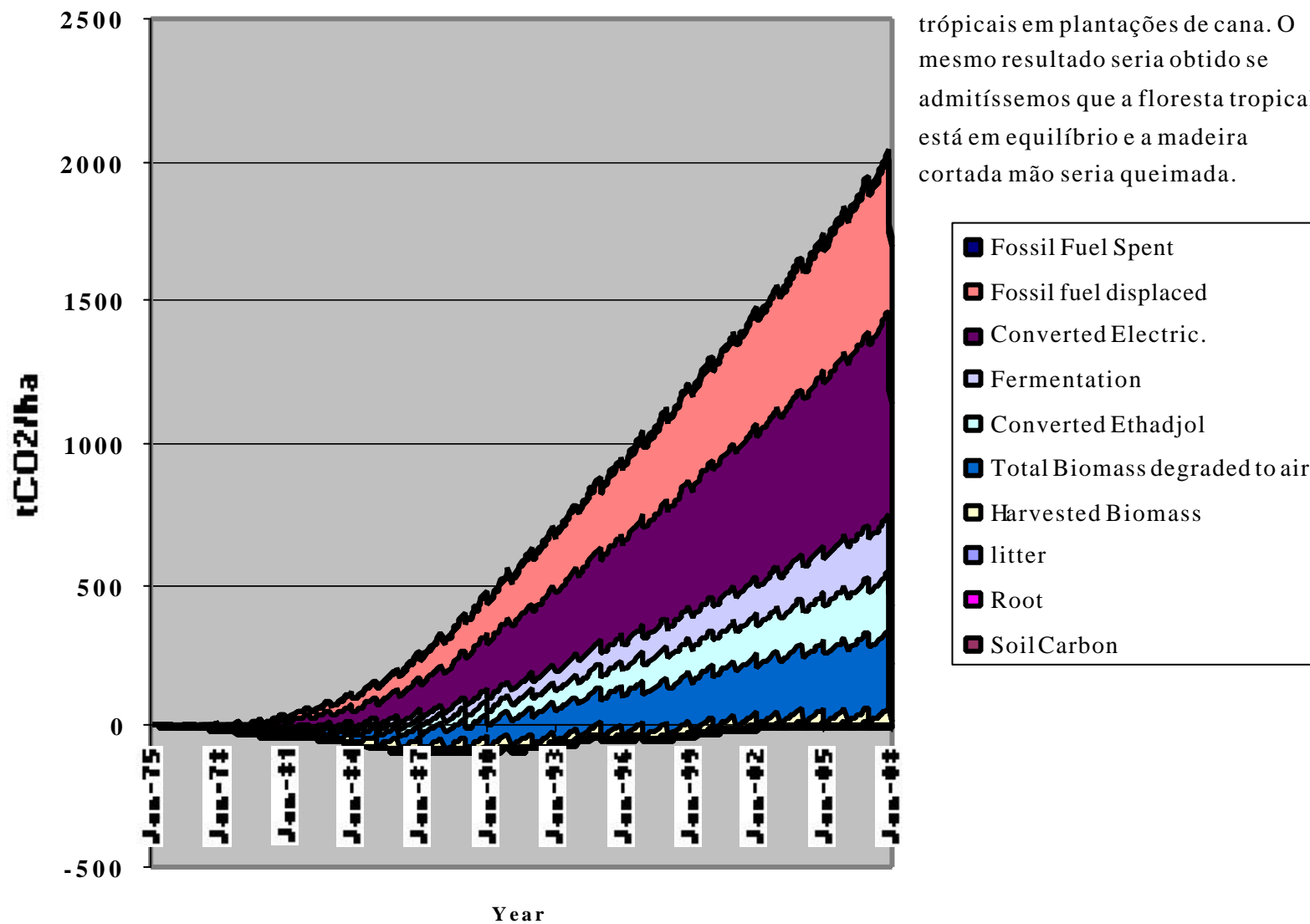
Potencial de Energia Renovável de Longo Prazo para Geração de Eletricidade





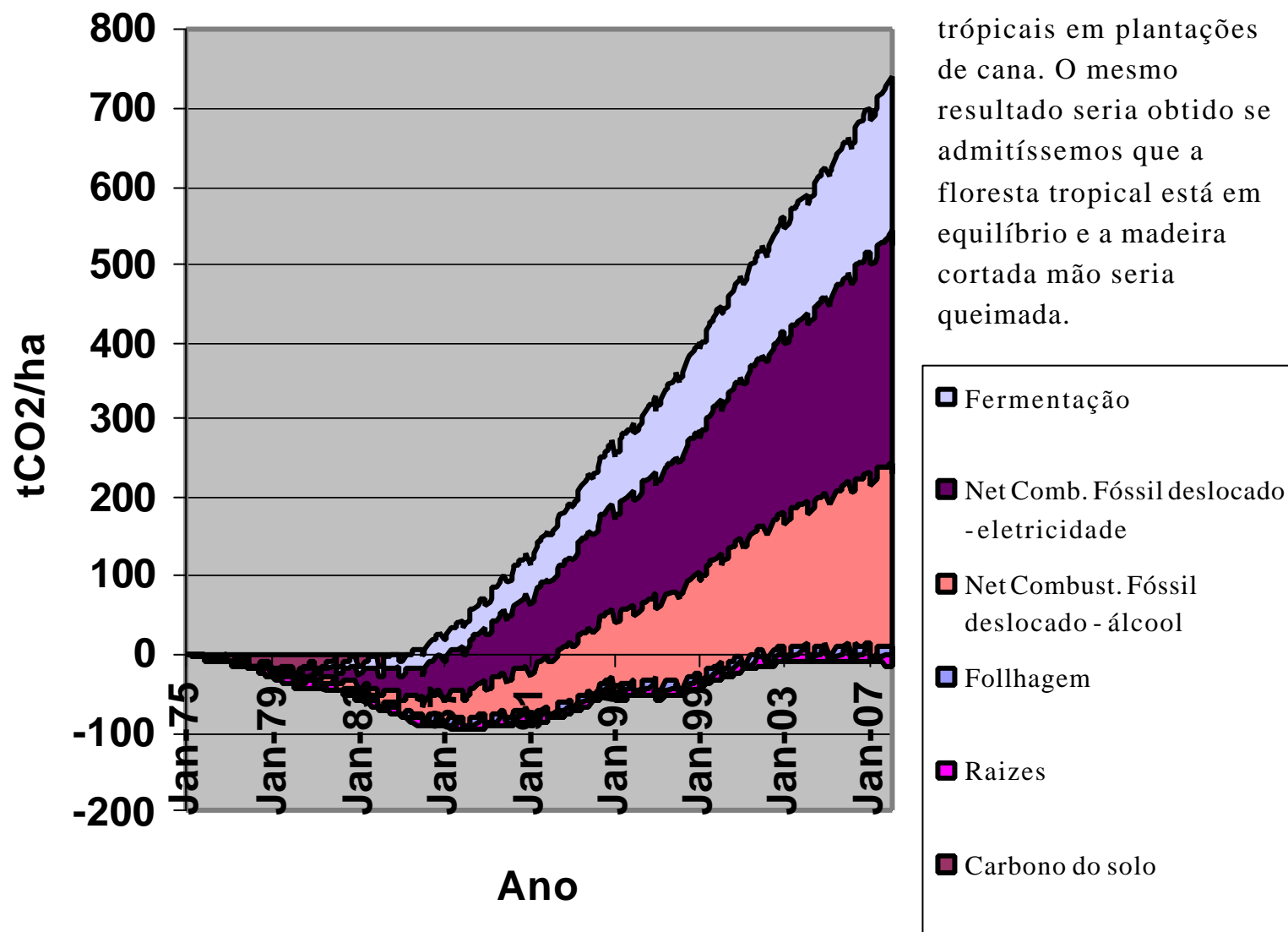
Biomassa da Cana-de-açúcar e seu espectro de geração potencial de CO₂ - ProAlcool no Brasil de 1975 to 2007 (32 anos)

Admitindo que a redução de C do solo seja devido a conversão de florestas tropicais em plantações de cana. O mesmo resultado seria obtido se admitíssemos que a floresta tropical está em equilíbrio e a madeira cortada mão seria queimada.



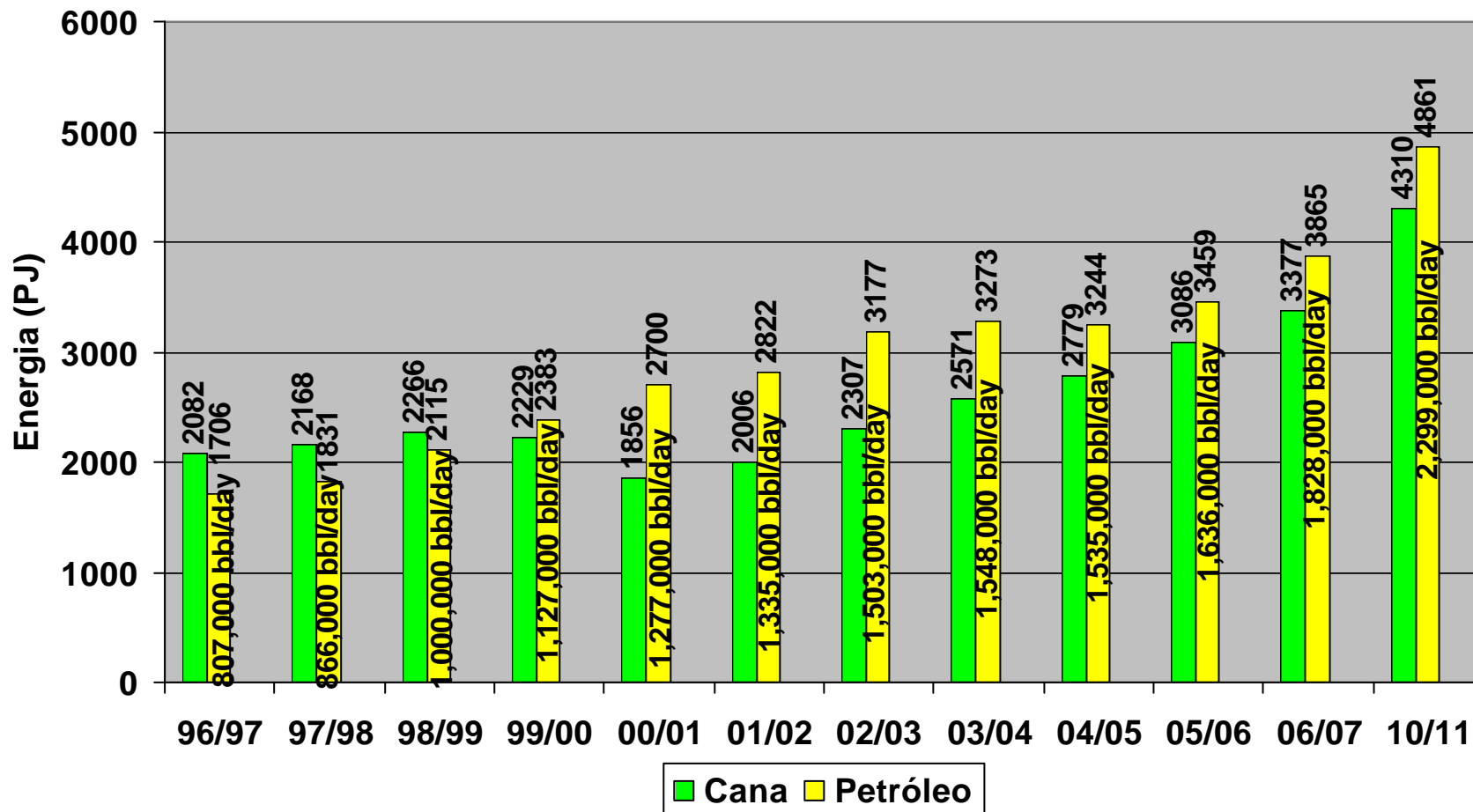


Biomassa da Cana-de-Áçúcar e o potencial de mitigação das emissões de CO₂ - Proalcool no Brasil de 1975 to 2007 (32 anos)



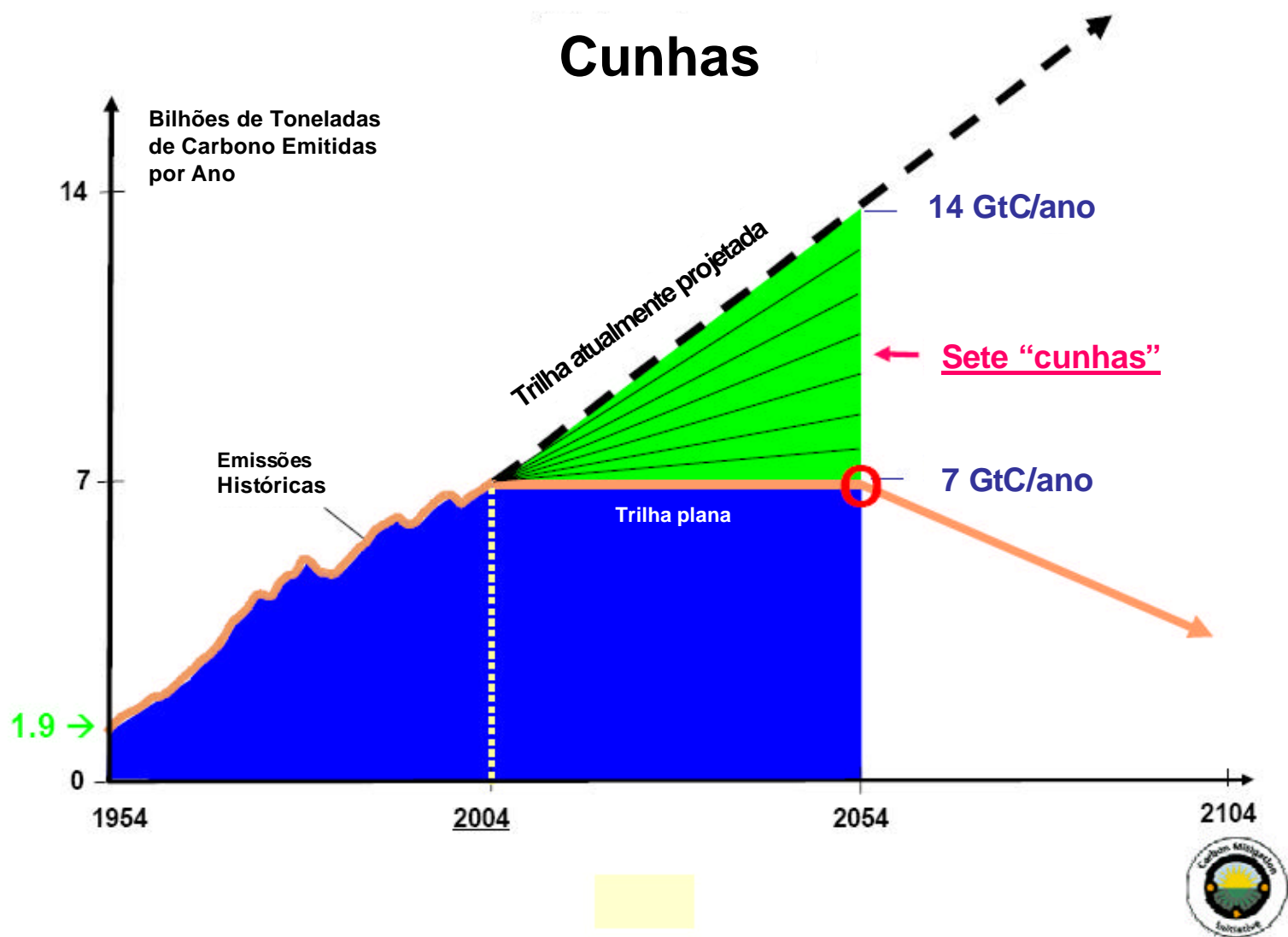
Admitindo que a redução de C do solo seja devido a conversão de florestas tropicais em plantações de cana. O mesmo resultado seria obtido se admitíssemos que a floresta tropical está em equilíbrio e a madeira cortada mão seria queimada.

Energia Primária da Cana-de-Açúcar e do Petróleo produzidos no Brasil





- **Potencial de mitigação de CO2 nos 32 anos de ProAlcool = $750 \times 3 \times 10^6 = 2,25 \text{ Gt}$**
- **Mitigação real obtida nos 32 anos de ProAlcool = $250 \times 3 \times 10^6 = 0,75 \text{ Gt}$**
- **Potencial de mitigação de CO2 nos próximos 32 anos de ProAlcool = $1330 \times 6 \times 10^6 = 7,98 \text{ Gt}$**
- **Uma cunha de mitigação = 92 Gt em 50 anos ou 58 Gt em 32 anos**
- **Portanto contribuiremos com 14% de 1 cunha com apenas 6 Mha. Se produzirmos o que Estados Unidos pretendem (136 bilhões de l em 2022) contribuiríamos com 46% de 1 cunha**



1 GtC*50 anos = 25 GtC = 92 GtCO₂ em 50 anos

Mitigação Potencial, apenas no Brasil, nos próximos 50 anos = 8,0
GtCO₂*50/32 = 12,5 GtCO₂ em 50 anos ou 1/7 de 1 cunha de
Pacala&Socolow

Resultados Experimentais com Cana-de-açúcar Irrigada

Nível de Irrigação	Rendimento (t/ha)	Densidade das Sementes (semente/m)	Total de Açúcares Redutores (t/ha)	Produção de matéria seca (t/ha)
Alto	298	27	45,6	88,5
Médio	321	27	50,0	94,3
Baixo	283	27	42,2	83,1
Nenhum	202	23	30,1	59,6
Resultados Médios Atuais	120	27	14,5	38,8

Source: FCA/Unesp/Botucatu 2000



Resumo e Conclusões (1)

- A maioria dos países produtores de etanol na atualidade possui disponibilidade significativa de água. A falta d'água é séria em alguns países altamente populosos, não sendo recomendados para estas bioenergias.
- Os cultivos de cana-de-açúcar no Brasil, os quais implicam em **6 Mha** colhidos, são virtualmente não-irrigados, exceto para pequenas áreas (irrigação de salvação). Em muitos dentre os mais de 100 países produtores, implicando numa área de **15 Mha**, a cana-de-açúcar não é irrigada. Assim, menos de **10 Mha** dessa plantação são irrigados, o que configura uma fatia muito pequena da área total irrigada no mundo (**227 Mha**)
- Os níveis de retirada e retorno de água para uso industrial da cana-de-açúcar diminuíram significativamente nos últimos anos, de cerca de **5m³/t** cana-de-açúcar entre 1990 e 1997 para **1,83m³/t** cana-de-açúcar em 2004 (amostragem em São Paulo).
- Parece ser possível alcançar taxas próximas a **1m³/t** de cana-de-açúcar (coleta) a zero (retorno) ao otimizar tanto o reuso como o uso de efluentes na fertirrigação. Portanto usa-se **0,5 km³** em um país com **5.000 km³** de disponibilidade anual.



Resumo e Conclusões (2)

- **A intensidade média de uso de fertilizantes na cana-de-açúcar é significativa, porém menor que a de outros cultivos e comparável com outros cultivos de grande escala realizados em todo o mundo (soja, milho, trigo).**
- **A intensidade do uso de fungicidas, inseticidas e outros defensivos agrícolas na cana-de-açúcar é baixa se comparada à maioria dos cultivos, já que os defensivos biológicos são a solução preferida.**
- **O resíduo mais poluente – vinhaça – é usado para a fertirrigação com vantagem econômica significativa para os usineiros de açúcar. Existe uma rígida regulamentação para monitorar o uso da vinhaça.**
- **Portanto, a disponibilidade da água não é uma preocupação séria. A poluição da água é mais importante, porém manejável.**



Resumo e Conclusões (3)

- A intensidade média de erosão do solo devido à cana-de-açúcar é significativa, porém menor que a de alguns outros cultivos e comparável aos cultivos de grande escala realizados em todo o mundo (soja, milho, trigo).
- Com relação à mitigação das mudanças climáticas, o uso da cana-de-açúcar como fonte de biocombustível e de eletricidade pode proporcionar uma importante contribuição. Mesmo usando tecnologias modestas e assumindo a ausência de ganhos no método *aprendendo-fazendo*, a plantação numa extensão de **40 Mha** é suficiente para atender uma das cunhas de Pacala&Socolow.
- Há disponibilidade suficiente de terras apropriadas e muito apropriadas em diversos potenciais países produtores para aumentar a área plantada de cana-de-açúcar, sem causar desmatamento, em mais de **100 Mha**. Portanto, a competição alimento/combustível pode ser minimizada.
- A competição alimento/combustível pode melhorar os preços dos alimentos, levando mais tecnologias já disponíveis às áreas rurais e melhorando as condições dos lavradores – uma parcela significativa dos pobres do globo.



Muito Obrigado

José Roberto Moreira

**CENBIO – Centro Nacional de
Referência de Biomassa**

bun2@tsp.com.br