

# **Sinergias na produção de alimentos, energia e matérias-primas**

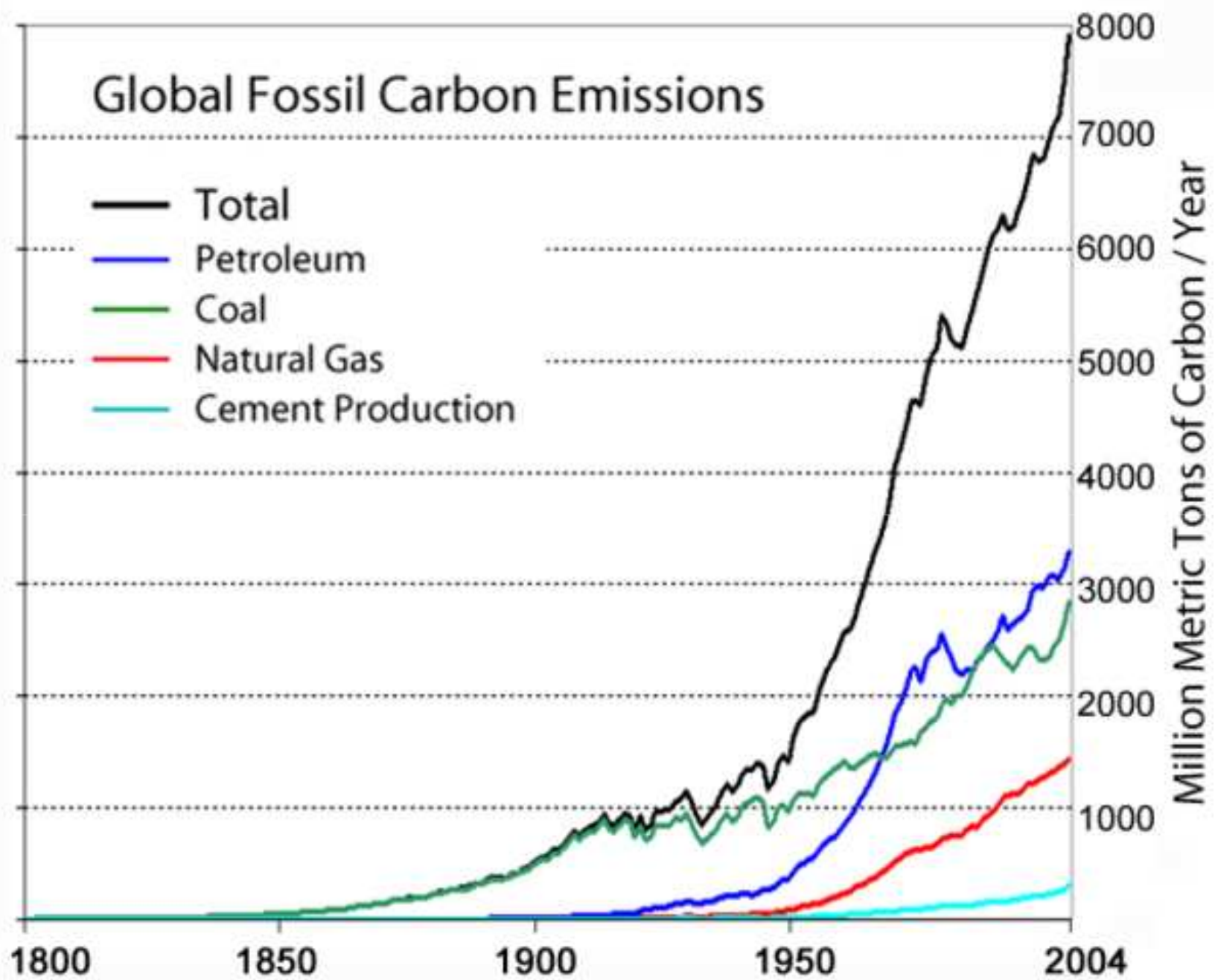
Fernando Galembeck

Instituto de Química da Unicamp

INCT de Materiais Complexos Funcionais

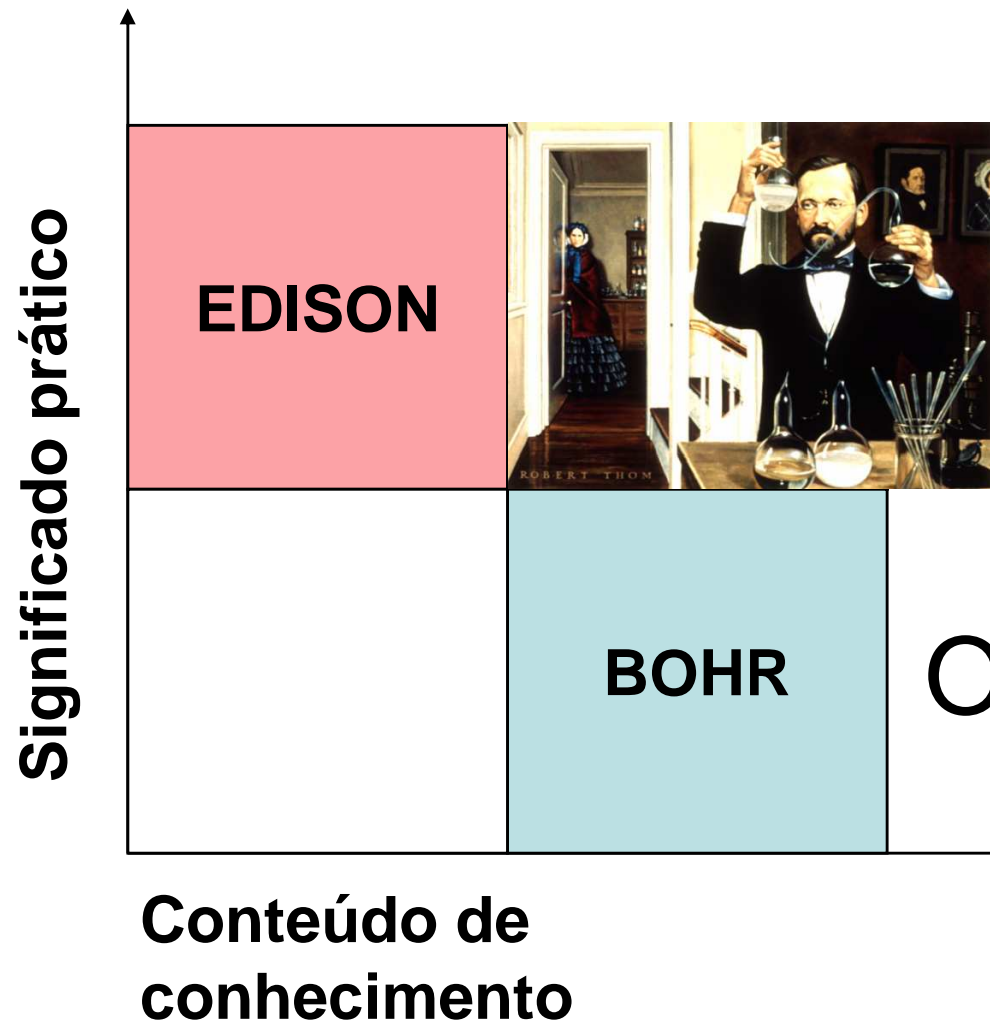
# O contexto

- Substituição do petróleo
  - Em escala global
  - Brasil está se tornando um dos maiores produtores
- Mudanças climáticas globais
  - Emissões de carbono e efeito estufa
  - Necessidade de sequestro de carbono
- População crescente
- Aumento de consumo: Brasil, Índia, China



# Inovação no Brasil

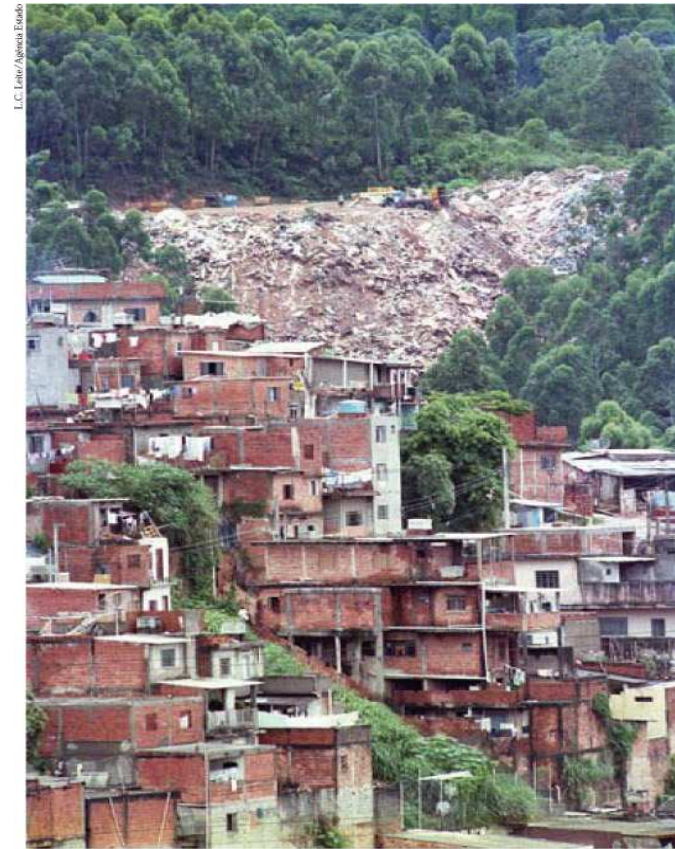
- Áreas bem sucedidas
  - Alimentos
  - Petróleo e gas
  - Combustíveis da biomassa
  - Metal-mecânica
  - Equipamentos de transportes
  - Produtos químicos, petroquímicos, polímeros
  - Produtos florestais, papel e celulose
- Poucas realizações em outras áreas
  - Tecnologias de informação e comunicações
  - Iluminação (inclusive lasers)
  - Materiais magnéticos, semicondutores
- Casos intermediários
  - Saúde e bem estar
  - Lazer



O quadrante de  
Pasteur

# A sociedade do conhecimento

- Conhecimento **cria valor**
    - Novos produtos
    - Competitividade de “commodities”
  - **Riqueza deriva do conhecimento**
    - Novos recursos
    - Emprego
    - Qualidade de vida
  - Nem o conhecimento, nem a riqueza, são intrinsecamente **éticos**
- Parte da nossa realidade:



*Casas em área de proteção ambiental próximas ao lixão na encosta da Serra da Cantareira (SP).*

# Dois países: escolha o seu

- Em um deles (segundo autoridades):
  - “Já sabemos gastar dinheiro para produzir conhecimento. Agora, precisamos aprender a usar o conhecimento para produzir riqueza.”
  - “Ainda não fazemos inovação com a nossa ciência, porque ela ainda é muito nova”
- Outro, é o líder mundial em inovação na produção de combustíveis, de fonte renovável e a preço competitivo com o do petróleo.
  - É um país competitivo na produção metal-mecânica, de equipamentos para transportes, petroquímica, de papel e celulose, siderurgia e agronegócio *baseado em inovação*.
  - Também, na tecnologia de extração de petróleo de águas profundas.

# O setor químico: conhecimento que gera riqueza

- Na academia, vigoroso
  - O maior crescimento de produção científica no Brasil, desde 1981
- Um setor industrial próspero, depois de superar a abertura econômica
  - >US\$140 Bilhões/ano, perde para países desenvolvidos + China
  - Gera tecnologias próprias e exporta tecnologia
  - 2005: primeira patente PCT de fármaco
  - Grandes empresas de capital nacional, duas “global players”
  - Empregos para doutores
  - Redes
- Em 1983: um setor acadêmico bom mas pequeno, uma indústria dependente
- Por que mudou? PADCT, SBQ, ABIQUIM



# Um momento sem precedentes

(antes da crise)

- Um dos maiores produtores de petróleo
  - 1% da produção nacional é do pré-sal
  - Mais 120 novos navios, até 2015
  - Uma mega-petroquímica
- Um dos principais produtores alternativos
  - Álcool, celulose, óleos
  - Tecnologias desenvolvidas nos últimos trinta anos
  - Liderança global

# Liderança em energia renovável

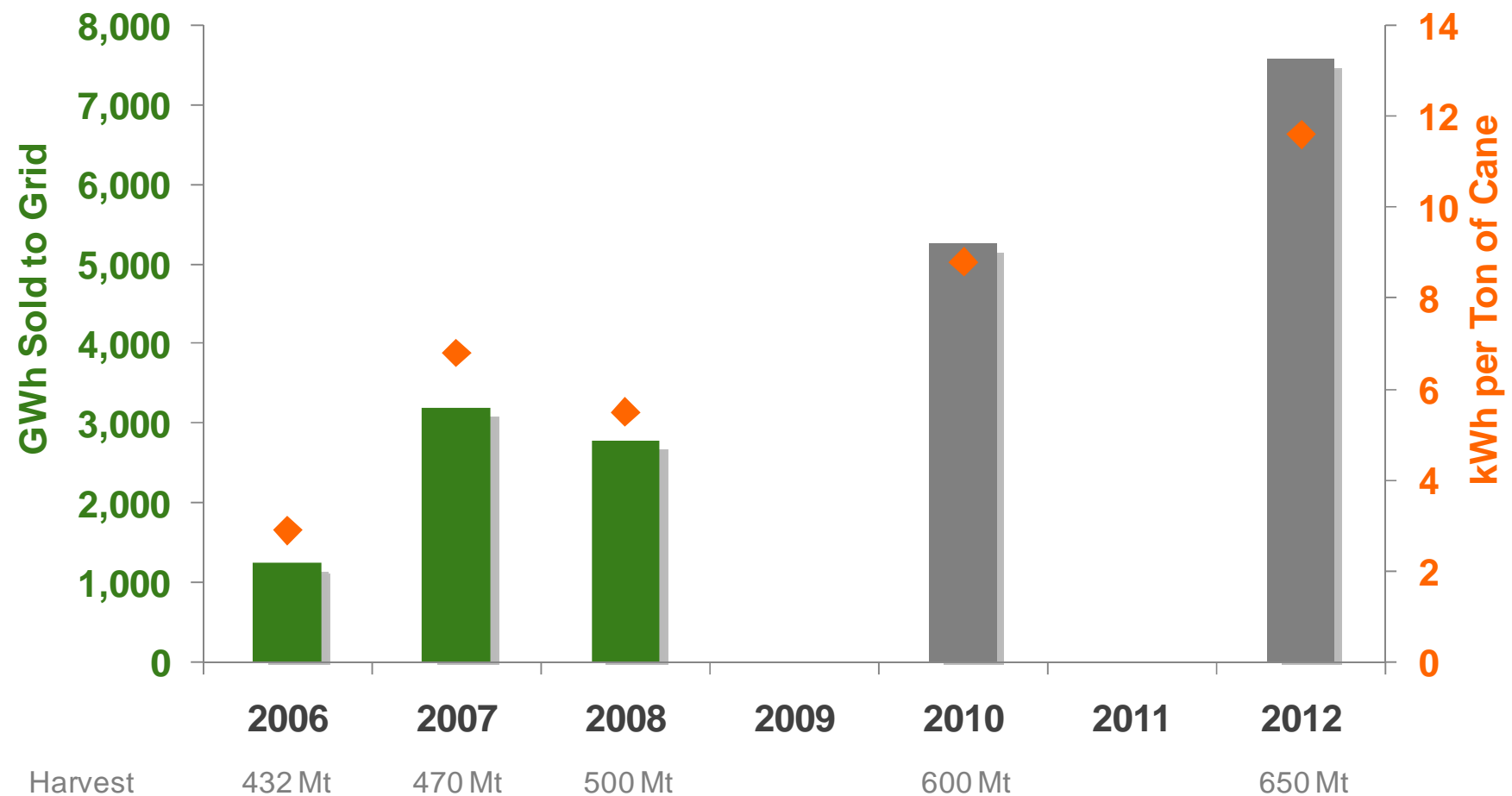
- Álcool brasileiro: um sucesso sem paralelo, único e inigualado, no mundo todo
- Em grande parte, devido à atividade de inovação em empresas
  - que a mídia e o governo demoraram muito a reconhecerem
- **A maior “barriga” do jornalismo científico brasileiro**
  - **O álcool brasileiro compete com o petróleo, sem subsídios**
  - baseado em ciência e tecnologia intensivas (e não em sol, terra e trabalho escravo)
    - 1970: 1 variedade de cana (NA)
    - 2004: 500 variedades de cana
    - 2006: do pres. Bush aos cientistas americanos: “Por que não fazemos como no Brasil, onde se usa álcool no lugar de gasolina?”
    - 2007: o presidente dos EUA visita o Brasil para tratar do álcool
    - 2007: o presidente Lula conversa com as rainhas da Suécia e Dinamarca sobre o álcool
- Ignorado em discursos oficiais, na CNCTI (11/2005)

- Do canavial: Ajinomoto produz 72 mil toneladas de lisina por ano, em Valparaíso, SP, e mais 60 mil toneladas em Pederneiras, SP, usando matérias-primas derivadas da cana de açúcar. Nova empresa produz 60 mil toneladas em Piracicaba. Lisina é usada em alimentos e em detergentes.



**E mais: vitamina B12, plásticos, celulose, ceras  
e seus derivados nanoestruturados  
+ energia elétrica**

# Do canavial para a rede elétrica





- Visão: uma poderosa fonte de alimentos, energia e matérias-primas. Área plantada em 2007: **>4 MHa**. Área de pastagem total: 142 MHa; área subutilizada: **77 MHa**.



Etanol, butanol, poletileno, polibutadieno, cera, solventes “verdes”, surfactantes, nanosilica, celulose, papel e polpa, celulose microcristaline, PHB-PLA e outros termoplásticos. Armazenagem e reciclagem de água e de fertilizantes P/K. No futuro: dimetilfurano, combustíveis de álcoois superiores, microalgas.

# Uso da terra no Brasil

---

Land use	Area, M ha	% of arable land	% cultivated land
Total land	850		
Forests	410		
Arable land	340 (40%)	100.0	
Pasture land	200	58.8	
Cultivated land (all crops)	63	18.5	100.0
Soybean	22	6.5	34.9
Maize	13	3.8	20.6
Sugarcane (total)	7	2.1	11.1
Sugarcane for ethanol	3.5	1.0	5.6
Available land	77	22.6	122.2

---

Zuurbier, P, van de Vooren, J. (editors).

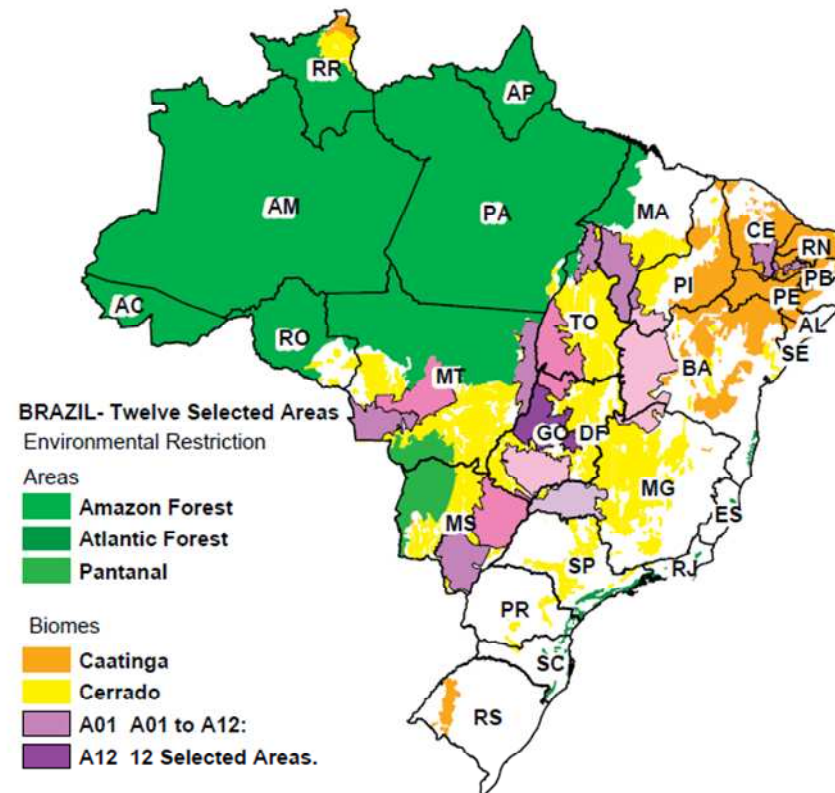
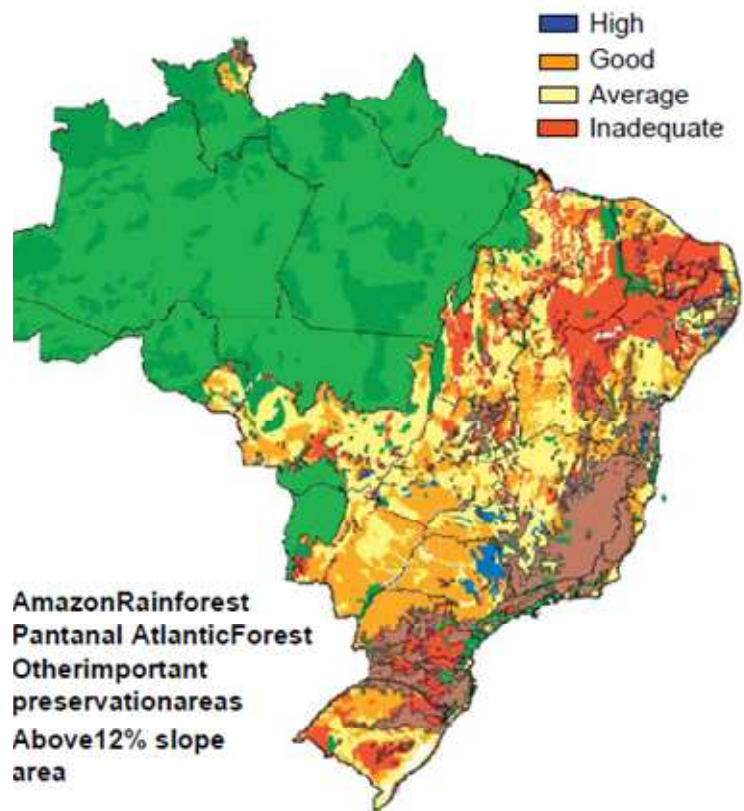
Sugarcane ethanol: Contributions to climate change mitigation and the environment.  
Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2008. 255 p.

# Pode crescer?

- The potential of “1st generation technology” for the production of ethanol from sugarcane is far from being exhausted. There are gains in productivity of approximately a factor of two from genetically modified strands and a geographical expansion by a factor of 10 of the present level of production in many sugar producing countries.
- The replacement of 10% of the gasoline used in the world by ethanol from sugarcane seems possible before “2nd generation technologies” reach technological maturity and possibly economic competitiveness.



# Expansão: nem Floresta, nem Pantanal



- Áreas potenciais para a produção de cana de açúcar, sem irrigação
- Áreas selecionadas para a expansão da cana de açúcar



# O que é um “produto primário”?

- Muitas “commodities” só são competitivas graças a grandes aportes de ciência, tecnologia e inovação.
- Soja: o uso de sementes inoculadas, no Brasil, dispensa o uso de fertilizantes nitrogenados.
  - Fixa o nitrogênio atmosférico.
- Etanol no sudeste: 40 anos de pesquisa contínua.
  - Em Pernambuco: diversificação das variedades de cana começou em 2008.

# Também, erros

- Biodiesel do óleo de mamona
  - A intenção: aumentar a renda da agricultura familiar.
  - O erro: óleo de mamona é uma valiosa matéria-prima industrial.
    - Brasil já foi o maior produtor, hoje é a Índia
  - Resultado:
    - 80% do biodiesel hoje vem do óleo de soja, 17% de sebo bovino
    - Em 2008, pequenos produtores de mamona não tinham compradores.
  - Resumo: discursos e boa-vontade não criam realidades, sem bons planos e estratégias.

- **EU Votes To Halve Biofuels Targets**
- The European Union's industry committee has **voted to half its biofuels target for 2020**, reducing it from 10 % to 5 % of total road fuel in energy terms.

Against all expectations, the EU's industry committee voted to reduce its biofuels target by 50 % which, remarkably, would leave the **2020 target lower than the 5.75 % target for 2010!**

The parliamentary committee's vote follows a plethora of **bad publicity for biofuels**, with the main criticism being that its production has diverted **crops away from food**, thereby pushing up prices. It has also been argued that **forests have been destroyed in order to make way for the cultivation of biofuels crops.**

- [http://nogger-noggersblog.blogspot.com/2008\\_11\\_23\\_archive.html](http://nogger-noggersblog.blogspot.com/2008_11_23_archive.html)  
28 November 2008

# DDGS do milho

***Dried Distillers Grains with Solubles---Co-produto da produção de etanol a partir do milho: alto valor alimentício, para gado, suínos, aves.***

## ***O que é DDGS?***

Um terço do milho usado na produção de etanol sobra como um resíduo. A produção de 10 litros de etanol gera 8 kg de DDGS e 8 kg de CO<sub>2</sub>.

Rico em proteínas do cereal e da levedura residual, energia (óleo), minerais e vitaminas.

Excelente fonte de proteínas digeríveis e energia.

Nos Estados Unidos, mais de 80% do DDGS é usado em dietas de ruminantes.

- <http://www.ecovation.com/about/about.html>
- Purdue University researchers (Risk et al., 1981) concluded that replacing all of the corn in a steer finishing diet with wet distillers' grains depresses the rate of gain but not feed efficiency. They suggested that wet distillers' grains could replace up to half of the grain without any effect on rate of gain.
  - Risk, J. E. 1981. Utilization, storage, and ensiling characteristics of brewers' and distillers' wet grains for beef cattle. M.S. thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- [http://www.archive.org/stream/nutritionalvalue00univ/nutritionalvalue00univ\\_djvu.txt](http://www.archive.org/stream/nutritionalvalue00univ/nutritionalvalue00univ_djvu.txt)
- A demanda de farelo de soja brasileira diminuiu devido à competição com DDGS.
- 11 maio 2007. Gazeta Mercantil and Valor Econômico
- ...isto é: o aumento na oferta de etanol de milho causou uma diminuição na demanda de farelo de soja (alimento).

# Mandioca

Amido para alimentos, indústrias do petróleo e papel, etanol.

Novas máquinas

<http://www.abam.com.br/revista/revista8/colhedeira.php>

Custo do protótipo compartilhado por 24 indústrias de amido de milho : R\$158 mil

Mandioca é uma alternativa para os usos de petróleo e hidrogênio.

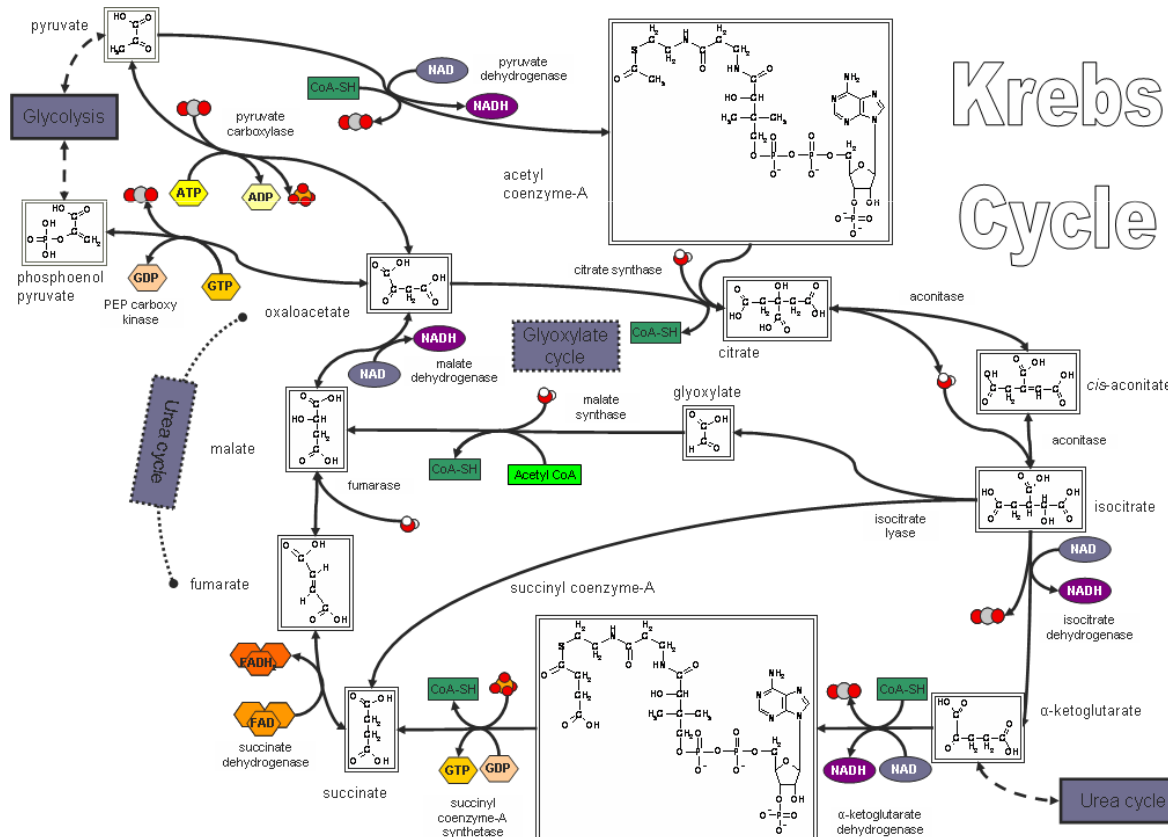
Recentemente: redução de 25%  
reduction no consumo de energia.

Tres unidades experimentais de produção de etanol em São Paulo: Botucatu, Tarumã e Flavel.



# Muitas possibilidades: qual é a melhor escolha, em cada lugar e época?

- Paradigma útil: **complexidade**.
- O que não vale a pena:
  - Acreditar excessivamente na capacidade de abordagens muito simples e gerais para resolver os problemas reais.



# Limitações ao crescimento

- Nutrientes
- Água
- Pragas
- Mudanças em condições locais e migração de cultivos
- Uso dos resíduos
- Materiais para a proteção de plantas, colheita e armazenagem de alimentos
- **Mudanças climáticas**
  - *Magda A. de Lima, Bruno J. R. Alves, Parcerias Estratégicas 27 (2008) 73*



# Fertilizantes

- Potássio (KCl) e uréia lideram a lista de importações brasileiras de produtos químicos
  - 2005: 1 US\$ Bi KCl
    - Problema amplamente ignorado em documentos de governo
- É necessário ter múltiplas soluções para as necessidades de K, N e P.
  - Redução de perdas e melhorias no aproveitamento
  - Diversificação de fontes, inclusive o reuso e reciclagem
- Oligoelementos

# N: Haber-Bosch E *rhizobia*

- Haber–Bosch
  - Fonte de proteínas para ca. 2 bilhões de pessoas
  - **Consome 1.9% da produção total de energia**
- Como devemos tratar os efluentes ricos em nitratos e amônia:
  - como matérias-primas valiosas?
  - ou como poluentes agressivos?
- Soluções: processos de adsorção, compostagem, membranas de separação

# Aumentando os rendimentos

- Encapsulamento de fertilizantes e liberação controlada
- Reduzir usos de fontes não renováveis
  - K, P
- Diminuir lixiviamento de nutrientes
  - Níveis de eutroficação mais baixos
- Menor número de aplicações
  - Menos mão de obra

# Fertilizantes e encapsulamento

- 20090011027    Modifying Drug Release in Suspensions of Ionic Resin Systems
- 20080296024    Procedures and Compositions for Reservoir Protection
- 20080281003    Process for preparing a functionalised polyHIPE polymer
- 20080257000    Plant Nutrient Reduction System
- 20080250715    Process and apparatus for carbon capture and elimination of multi-pollutants in fuel gas from hydrocarbon fuel sources and recovery of multiple by-products
- 20080236033    Slow-release floating fertilizer
- 20080173212    Novel mineral composition
- 20070261453    Plant Nutrient Based on O,P-Ethylene (Bis) Hydroxyphenyl Glycines
- 20070261337    Novel mineral filler composition

<http://appft1.uspto.gov>

# Metas

- Reduzir o uso de matérias-primas renováveis e não-renováveis
- Reduzir a dependência de importações
- Reduzir a poluição
- Aumentar a preservação dos solos
- Diminuir as emissões de carbono
- Aumentar a fixação de nitrogênio

# E os materiais?

- A indústria química consome apenas cerca de 5% do petróleo do mundo.
- Os preços da sua principal matéria-prima são determinados pelo mercado de energia.
- Uma produção vultosa e crescente de biomassa garante a existência de matérias-primas para a produção de plásticos, borrachas e afins.

# Conclusão

- O uso de biomassa é uma forma previsível, confiável e viável de fazermos a transição para uma economia “de baixas emissões de carbono”.
- As decisões devem ser baseadas em dados concretos.