

IV Conferência da RELOP

Reguladores de Energia dos Países de Língua
Oficial Portuguesa

Brasília, junho de 2011

*A bioenergia da cana de açúcar:
evolução, perspectivas e regulação*

L. A. Horta Nogueira

Universidade Federal de Itajubá

Minas Gerais, Brasil

A bioenergia da cana de açúcar: evolução, perspectivas e regulação

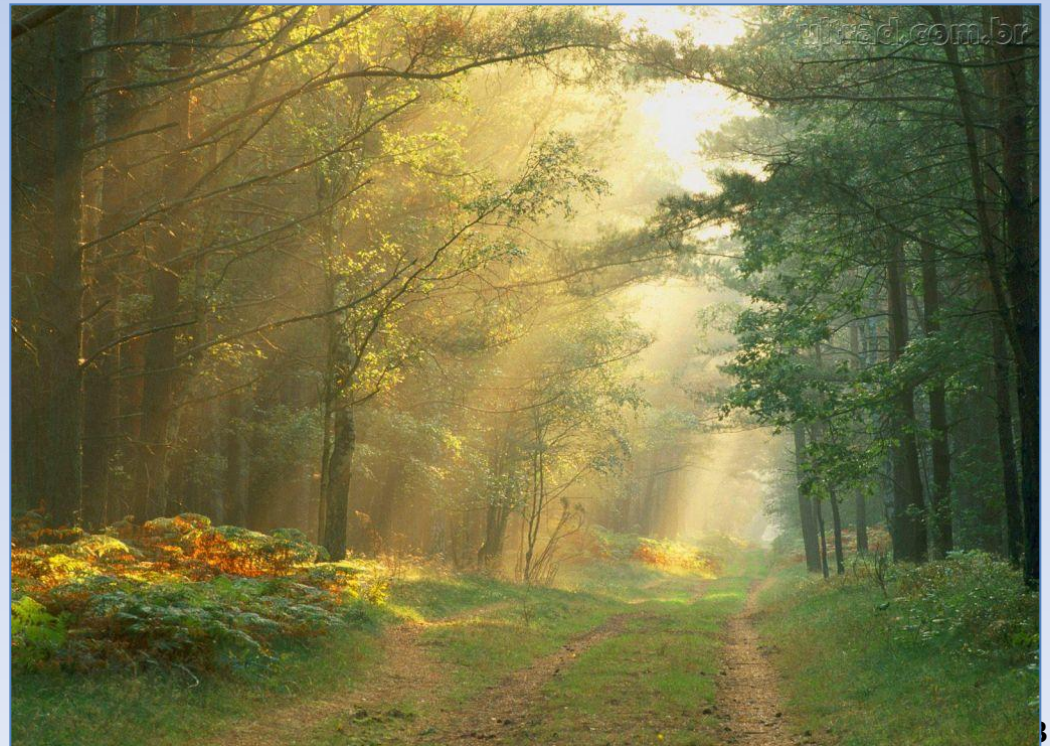
Plano de vôo

- 1. Bioenergia: começo da conversa*
- 2. A evolução da Matriz Energética*
- 3. Sustentabilidade do etanol de cana*
- 4. Políticas públicas em energia e bioenergia*
- 5. À guisa de conclusões*

1. Bioenergia e biocombustíveis

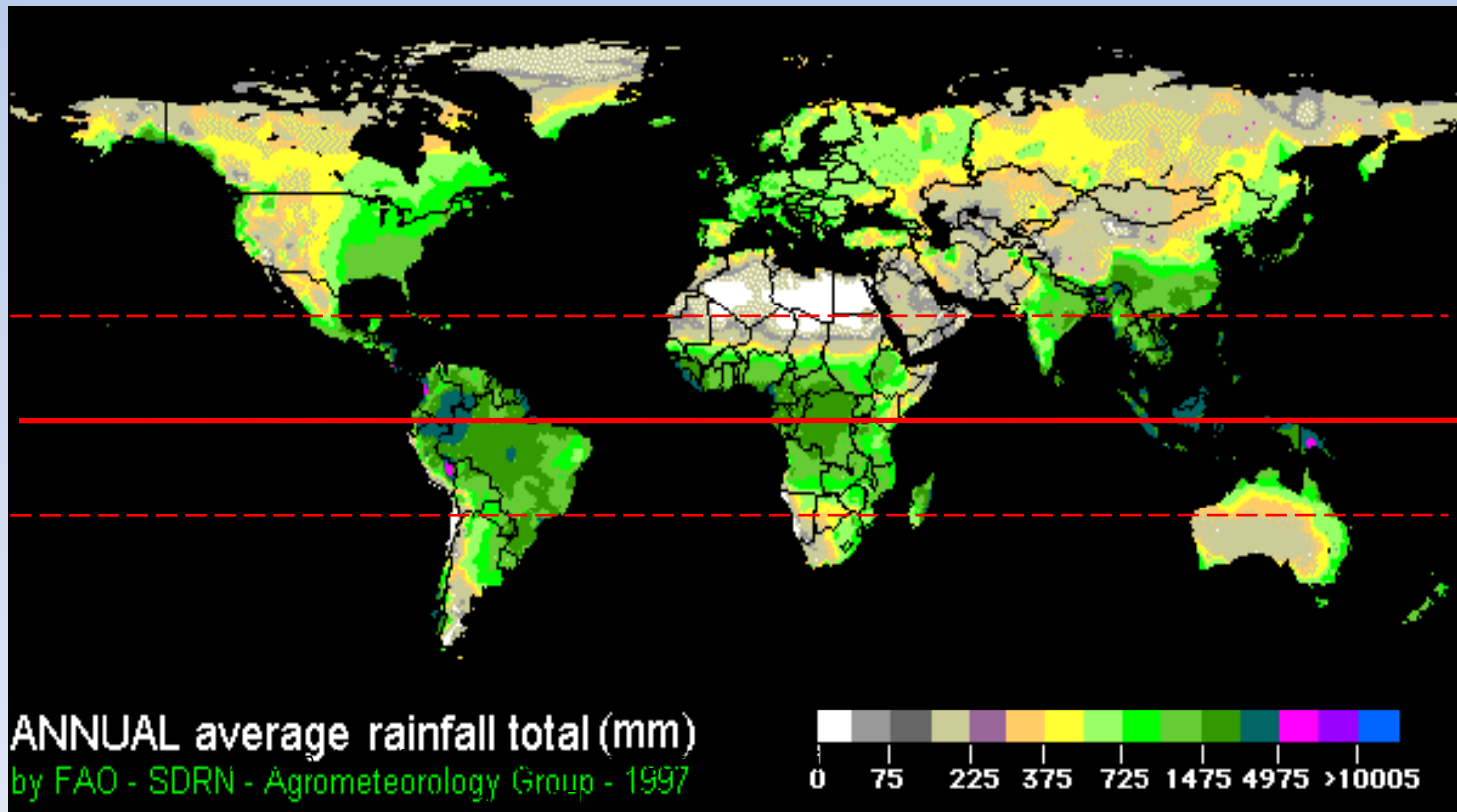
A conversão da energia solar em energia química, através da fotossíntese, é um dos fenômenos mais fascinantes da natureza.

Na planta iluminada pelo sol; radiação solar, CO₂ e água se transformam em produtos estáveis, essenciais para a vida.



1. Bioenergia e biocombustíveis

A elevada disponibilidade de radiação solar e água permite que os trópicos úmidos sejam regiões ideais para a produção de bioenergia. Condições de solo, topografia e clima são também importantes.



1. Bioenergia e biocombustíveis

Bioenergia : qualquer forma de energia resultante de processos fotossintéticos recentes.

Ex. lenha, carvão vegetal, etanol, biogás, bioeletricidade, etc.

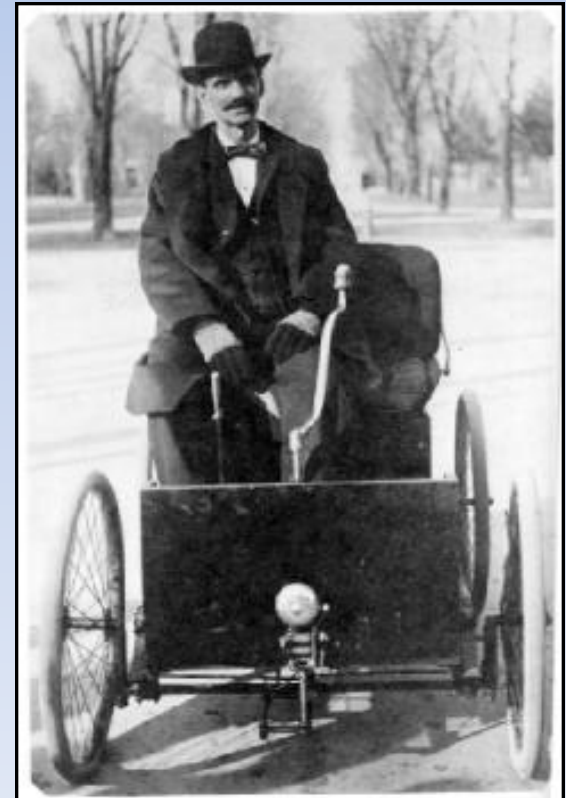
Biocombustíveis líquidos: vetores bioenergéticos adequados para uso em motores de combustão.

Ex. bioetanol e biodiesel



1. Bioenergia e biocombustíveis

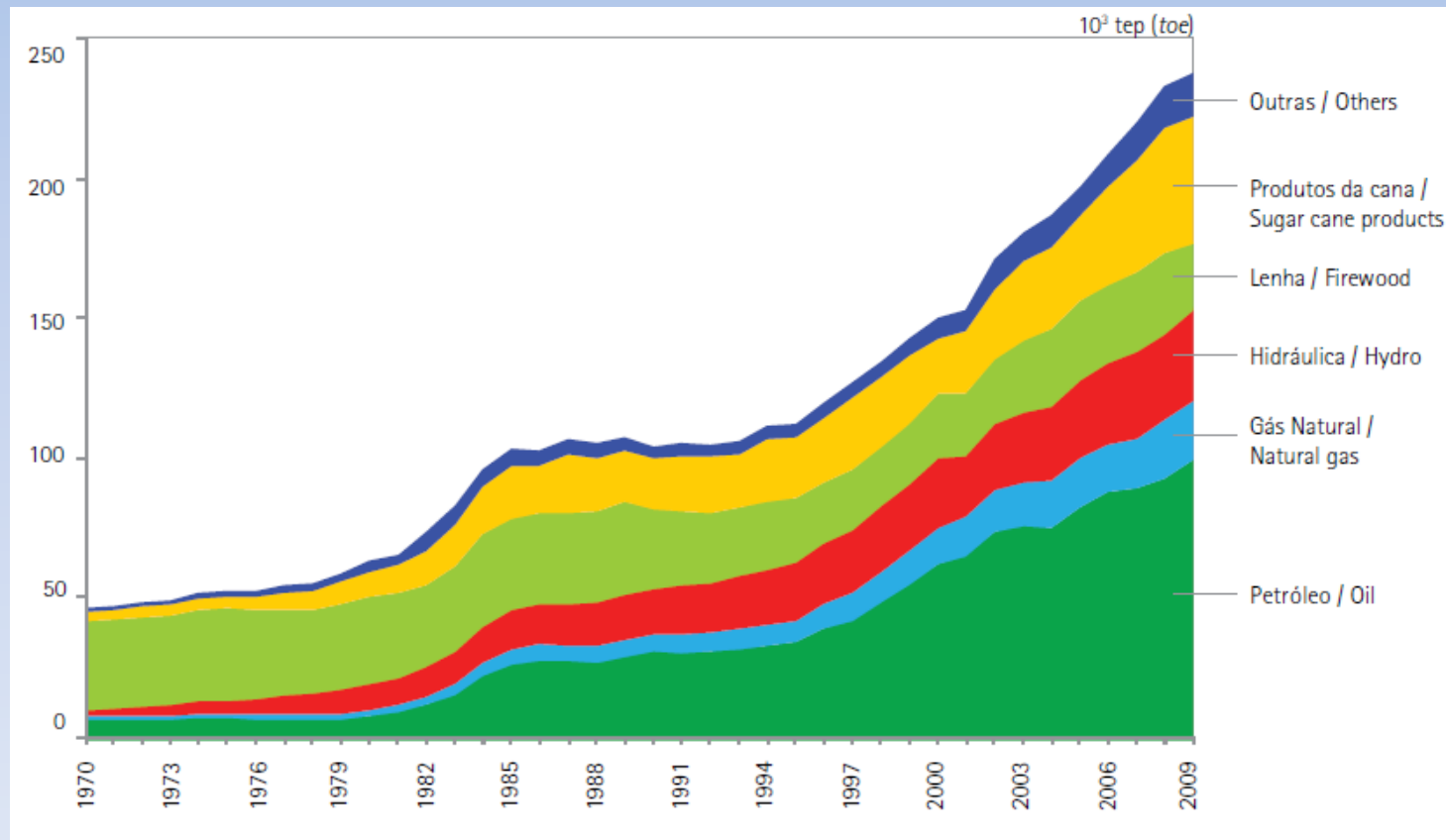
Os biocombustíveis foram usados nos primórdios da indústria automobilística: Rudolf Diesel sugeriu o uso do óleo de amendoim em seu motor e Henry Ford foi um dos maiores defensores do etanol, fabricando modelos específicos para esse biocombustível.



Henry Ford dirigindo um veículo a etanol em 1896

1. Bioenergia e biocombustíveis

No Brasil a bioenergia sempre respondeu por uma fatia relevante da oferta energética. Atualmente a cana de açúcar, a lenha e diversos resíduos de biomassa significam 1/3 da produção de energia.



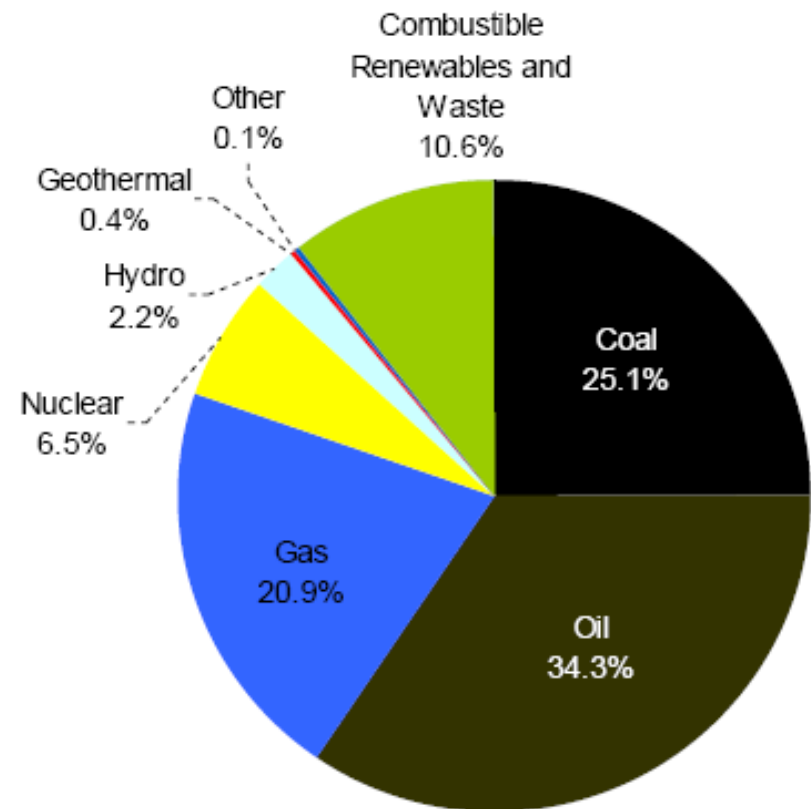
Produção de energia primária no Brasil (EPE, 2011)

1. Bioenergia e biocombustíveis

Em termos mundiais, a bioenergia significa atualmente cerca de 10% da oferta energética mundial, em grande parte como lenha, muitas vezes não produzida em bases sustentáveis...

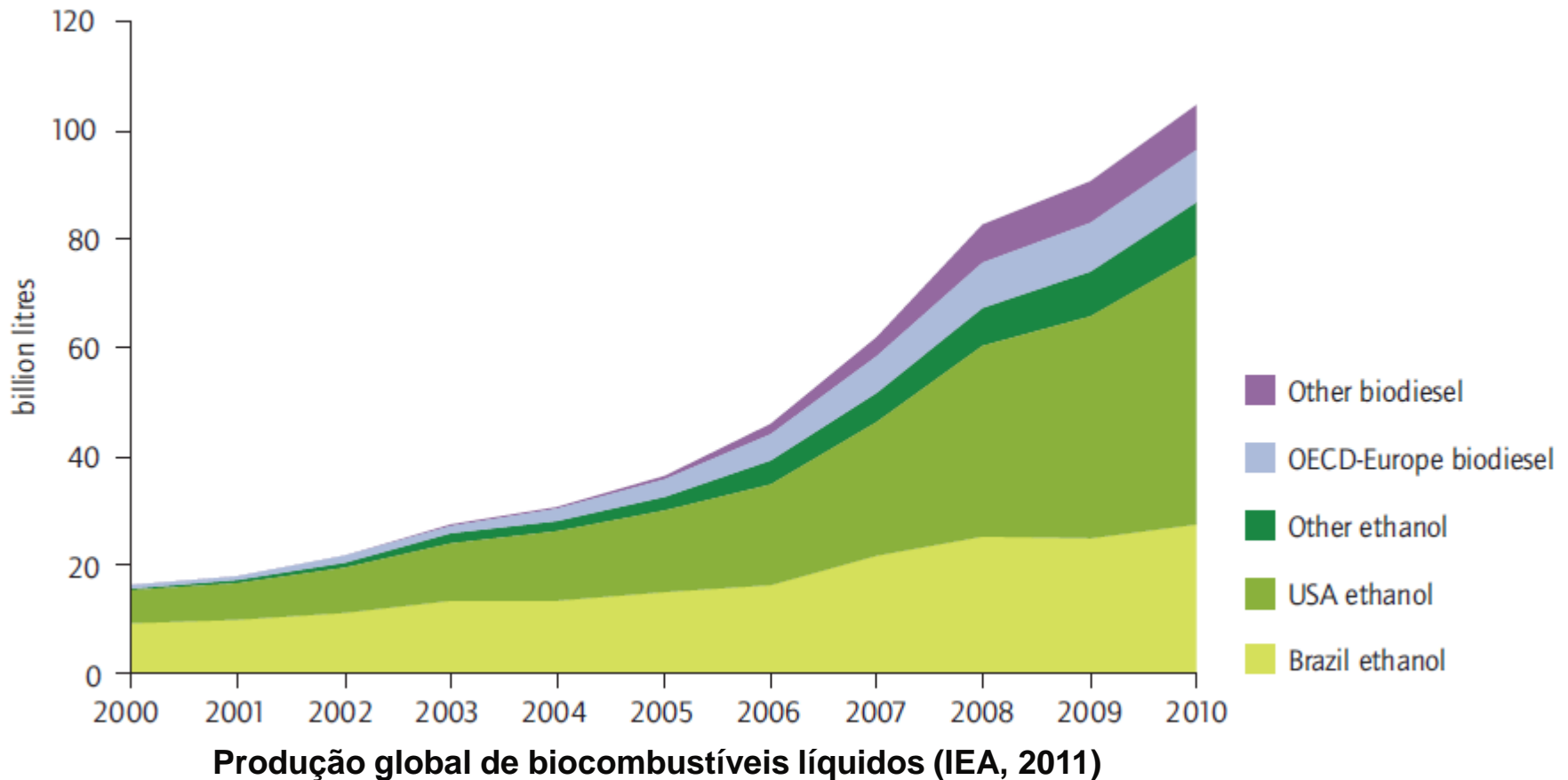
Oferta total: 12.267 Mtoe, 2009

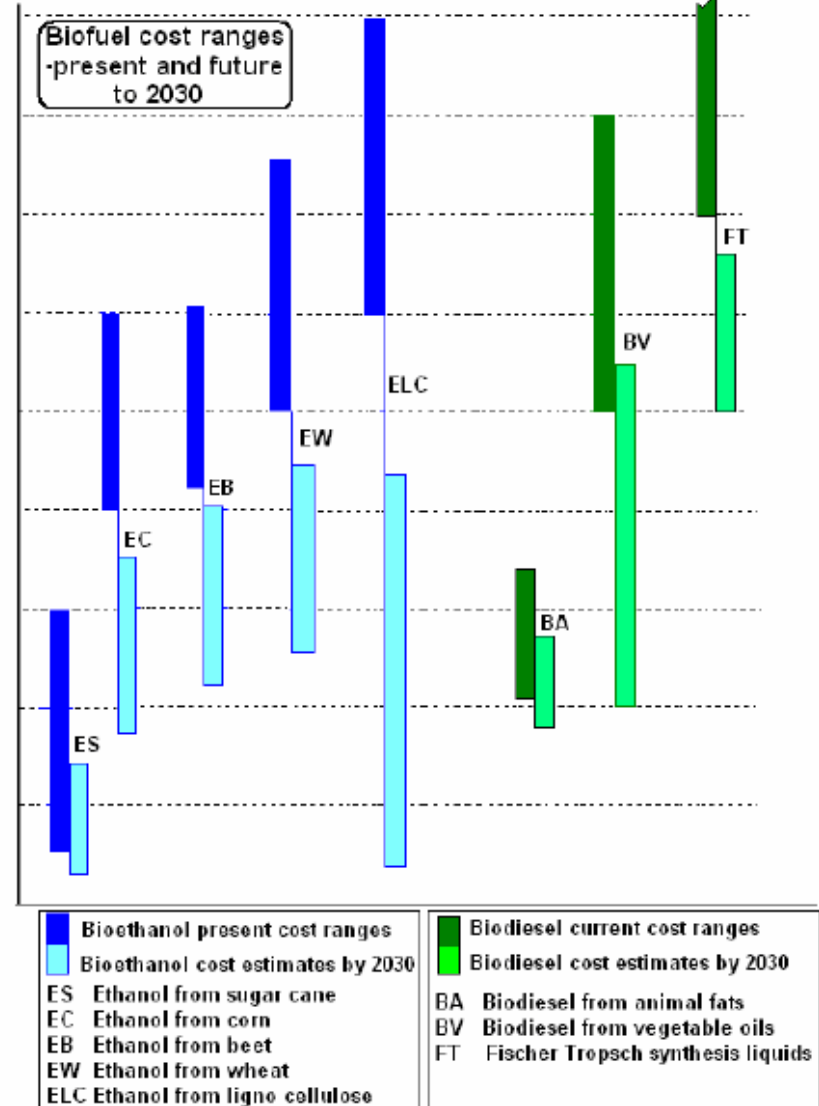
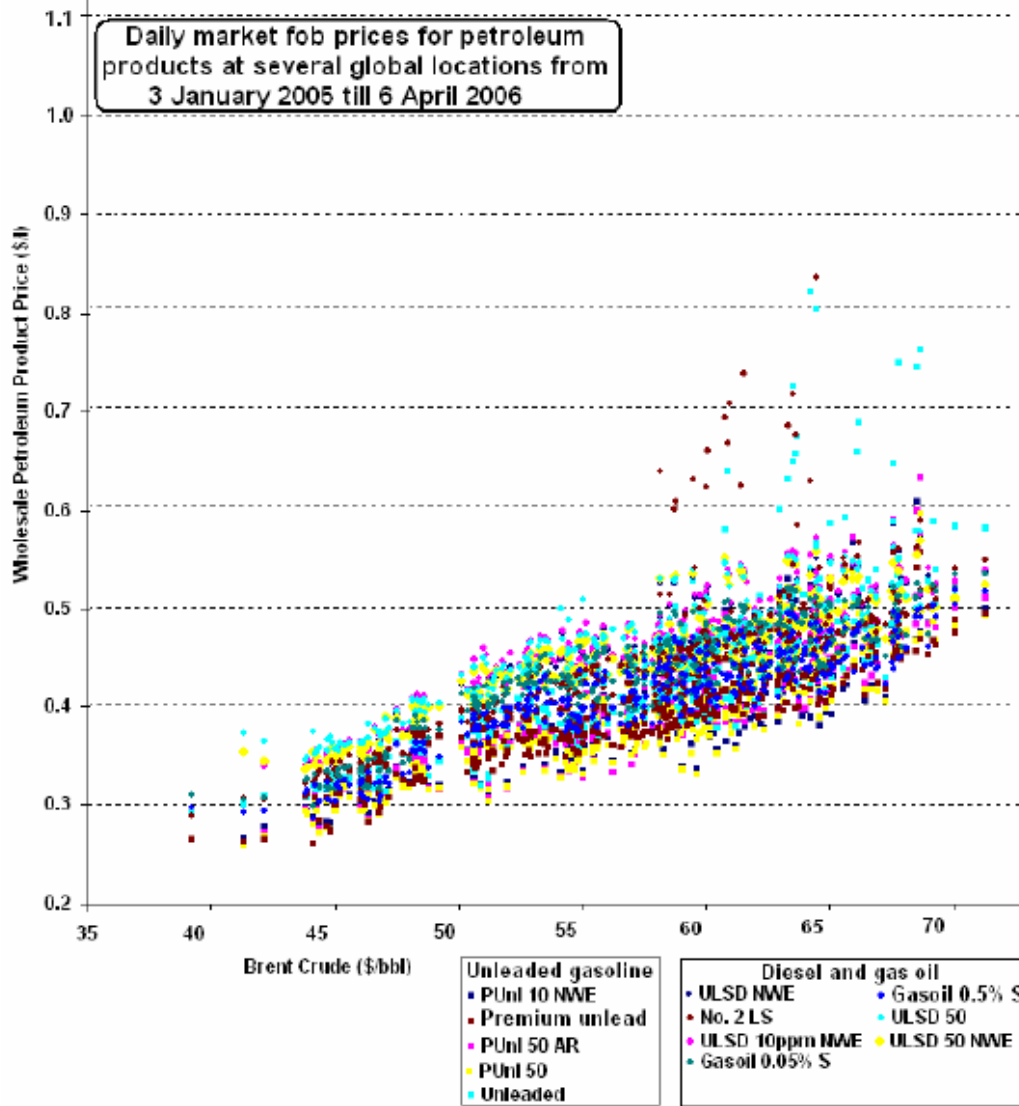
(IEA Energy Balances, 2010)



1. Bioenergia e biocombustíveis

... e os biocombustíveis modernos, especialmente o etanol e o biodiesel já representam cerca de 2% do consumo global de energia no setor de transporte...



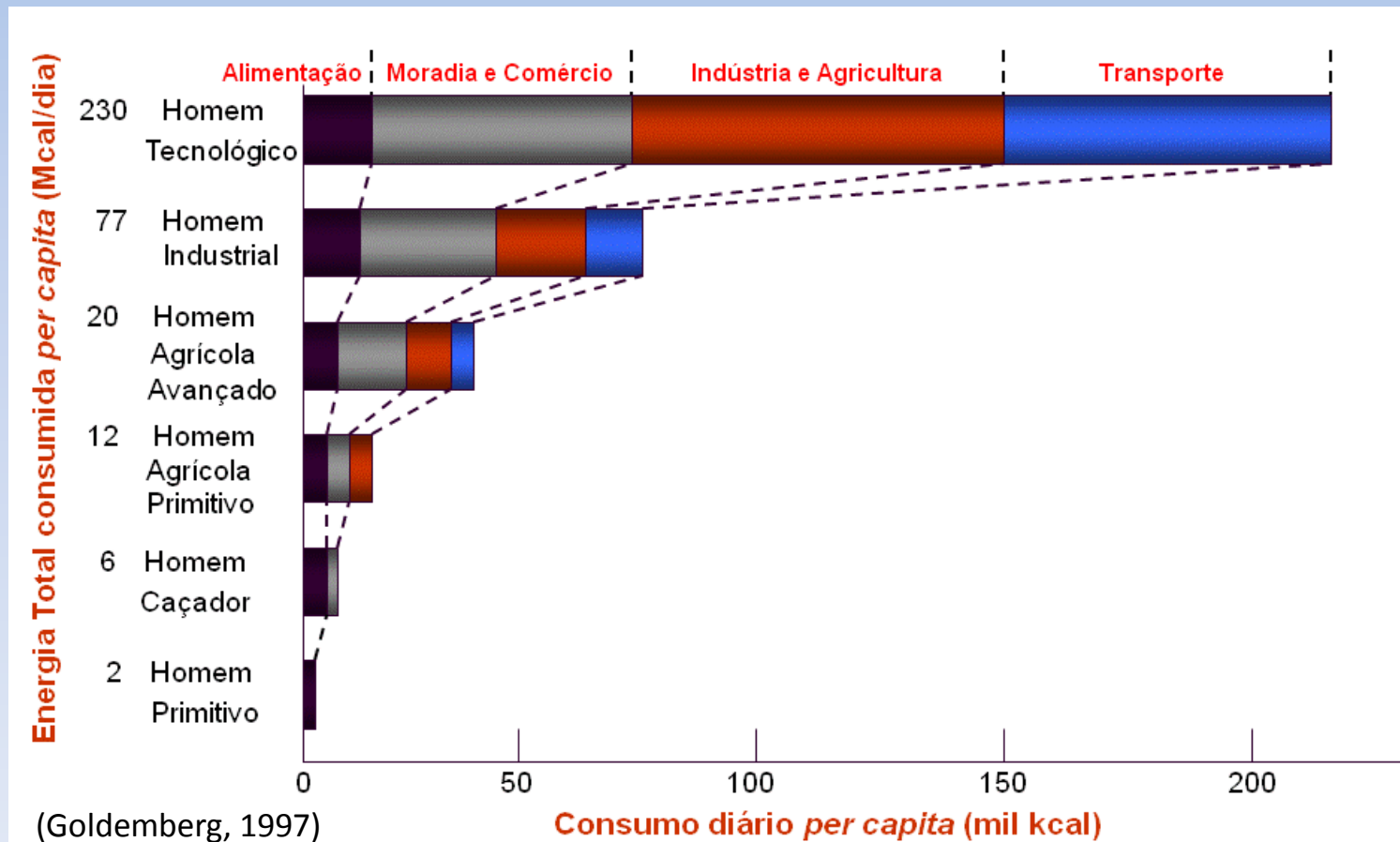


...embora a competitividade econômica varie bastante.

(AIE, 2006)

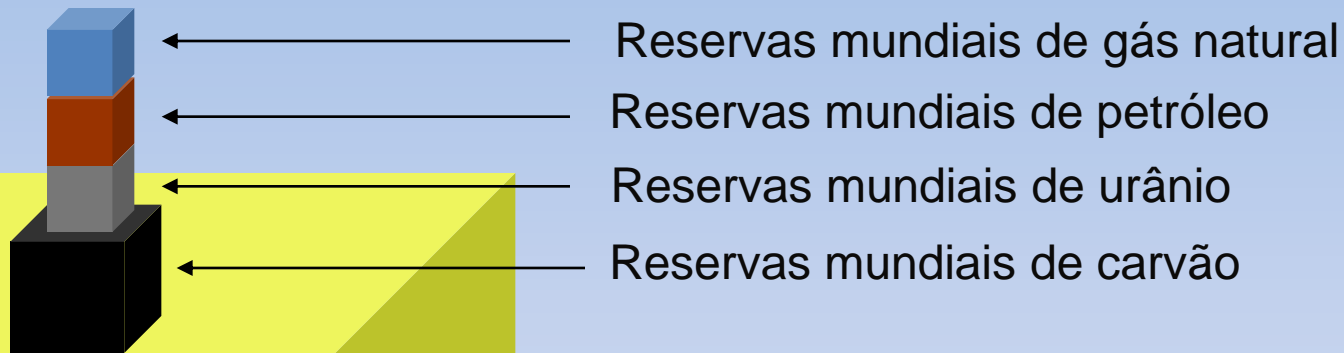
2. Evolução da Matriz Energética

Energia é fundamental para o conforto e a produção econômica na sociedade moderna, cujo consumo é sempre baseado em recursos naturais.



2. Evolução da Matriz Energética

As fontes fósseis têm sido o principal recurso usado para atender à demanda energética, mas não correspondem aos recursos mais importantes.



Radiação solar anual absorvida pela Terra

O diagrama mostra uma barra amarela gigante que representa a radiação solar absorvida pela Terra. Uma barra laranja minúscula no topo representa o consumo mundial de energia em 2005. Linhas de seta apontam de cada barra para as respectivas legendas.

Consumo mundial de energia em 2005

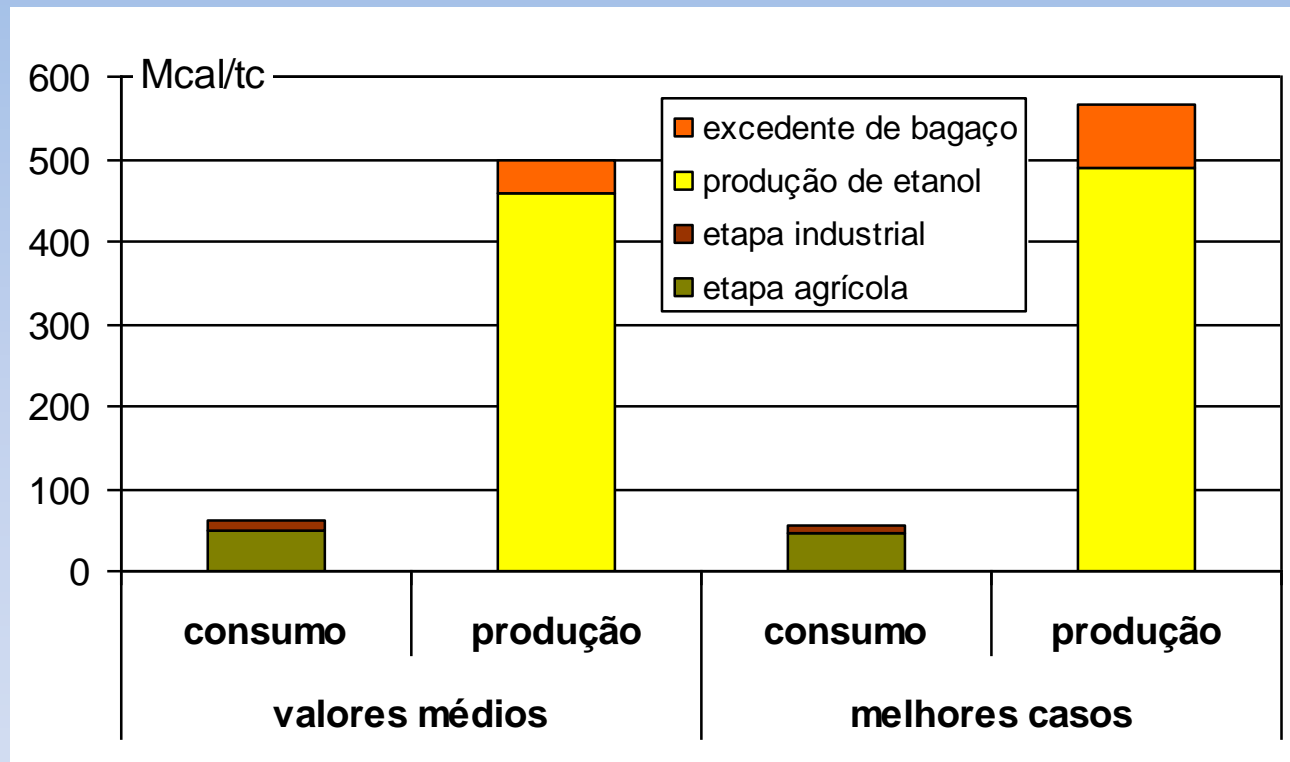
2. Evolução da Matriz Energética

A matriz energética é uma síntese do setor energético, apresentando a estrutura da oferta e demanda de energia.

Matriz energética brasileira (simplificada, 2008)		Vetores energéticos (mil tep)			
		derivados de petróleo e gás natural	lenha e outros	derivados da cana	eletricidade
Consumidores de energia	Setor energético	9.113	367	12.746	1.596
	Residencial	6.301	8.439	0	8.141
	Setor Terciário e Público	1.347	151	0	8.327
	Transportes	51.371	0	10.139	138
	Indústrias	22.210	18.409	15.748	17.083
	Setor Agropecuário	5.585	1.584	0	1.584

3. Sustentabilidade do etanol de cana

Balanço energético na produção de etanol



A agroindústria canavieira é eficiente devido à alta conversão fotossintética da cana, uso e reciclo de sub-produtos e gestão integrada da produção.

3. Sustentabilidade do etanol de cana

Balanço de emissões na produção de etanol

O CICLO DO ETANOL

O cultivo da cana-de-açúcar retira da atmosfera quase todo o dióxido de carbono (CO₂) que a produção e o uso do etanol emitem. Abaixo, a conta, em quilos de CO₂

PARA 1 000 LITROS PRODUZIDOS

1 Na produção da cana emitem-se

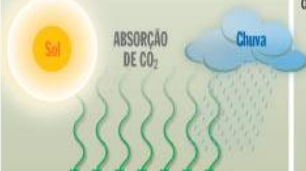
173 quilos de CO₂

Nessa etapa, são usados combustíveis fósseis (como óleo diesel) tanto diretamente, na frota de trabalho (máquinas e equipamentos), como indiretamente, na produção de adubos, defensivos e na fabricação dos equipamentos. Somando os usos diretos e indiretos, no plantio são emitidos 173 quilos de CO₂

2 No crescimento da cana absorvem-se

7 464 quilos de CO₂

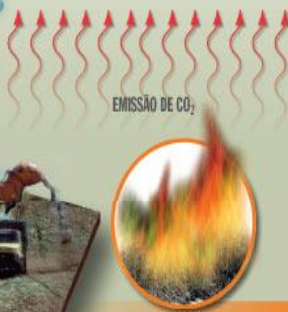
Para produzir 1 000 litros de etanol são necessárias 12 toneladas de cana. Em seu crescimento, ela retira do ar 7 464 quilos de CO₂



3 Na colheita e no transporte emitem-se

2 940 quilos de CO₂

O diesel e os equipamentos geram 88 quilos de CO₂. Caso a palha seja queimada antes da colheita, outros 2 852 quilos de CO₂ são despejados na atmosfera



4 Na fabricação do álcool emitem-se

3 140 quilos de CO₂

Por causa dos insumos que usam energia fóssil em sua produção, emitem-se aqui mais 48 quilos de CO₂. Com a queima do bagaço, o processo de fermentação libera outros 3 092 quilos



5 Nos carros, o motor emite

1 520 quilos de CO₂

Ao serem queimados no motor dos carros, 1 000 litros de etanol liberam 1 520 quilos de CO₂



$$1 + 3 + 4 + 5 - 2 =$$

309 quilos de CO₂ por 1 000 litros de etanol*

Para fornecer essa mesma quantidade de energia, o ciclo de produção e uso da gasolina libera

3 368 quilos de CO₂

DIFERENÇA:

a gasolina deixa **3 059 quilos de CO₂** a mais na atmosfera





* Cálculo com base nos dados da região centro-sul do Brasil

Fonte: Luiz Augusto Horta Nogueira

Como consequência de sua elevada eficiência, a produção e uso de etanol apresenta baixas emissões de carbono, permitindo que o etanol de cana seja considerado um biocombustível avançado.

3. Sustentabilidade do etanol de cana

Comparação de matérias primas para produção de etanol

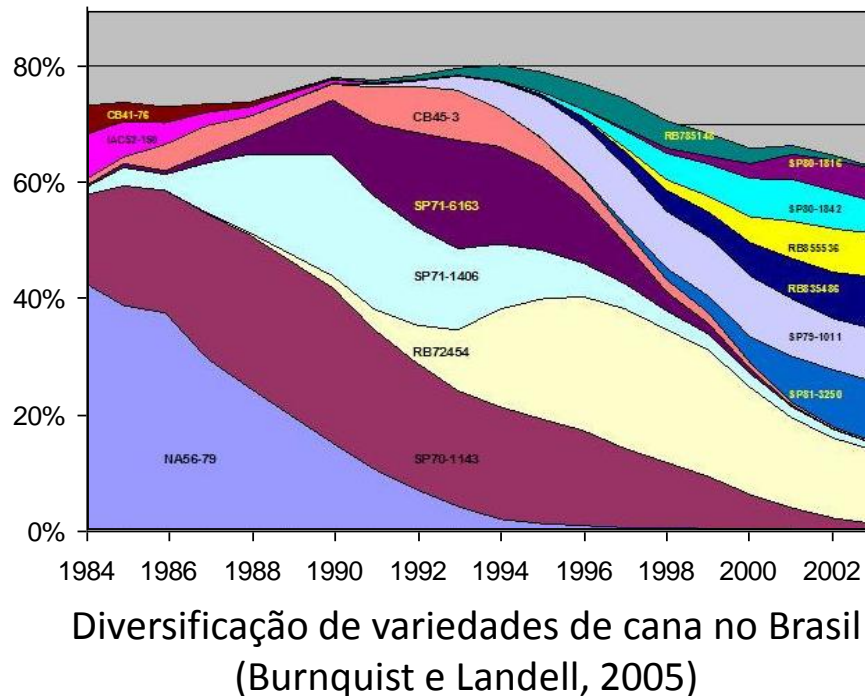
Matéria-prima				
País	Brasil	EUA	UE	UE
Redução das emissões de GEE	90%	35 %	34 %	45 %
Balanco energético (output/input)	9,3	1,4	2,0	2,0
Produtividade (litros/hectare)	7.000	3.800	2.500	5.500

Fonte: World Watch Institute (2006) e Macedo et al. (2008) – balanço energético. Produtividade: IEA – International Energy Agency (2005), MTEC e UNICA. GEE: IEA – International Energy Agency (2004) e Macedo et al. (2004 e 2008), redução das emissões evitadas com etanol como substituto a gasolina e calculado de acordo com análise do ciclo de vida. . Elaboração: UNICA

3. Sustentabilidade do etanol de cana

O papel da P&D na agroindústria do bioetanol (1)

A inovação tem sido essencial em todas as etapas da cadeia de produção, desde a produção da matéria prima, seu processamento, logística e gestão, reduzindo custos, diversificando a gama de produtos e mitigando os impactos ambientais.



Controle biológico da broca da cana (*Diatraea saccharalis*) com a vespa (*Cotesia flavipes*)
(Bento, 2006)

3. Sustentabilidade do etanol de cana

O papel da P&D na agroindústria do bioetanol (2)



Uso da vinhaça como fertilizante



Colheita mecanizada da cana



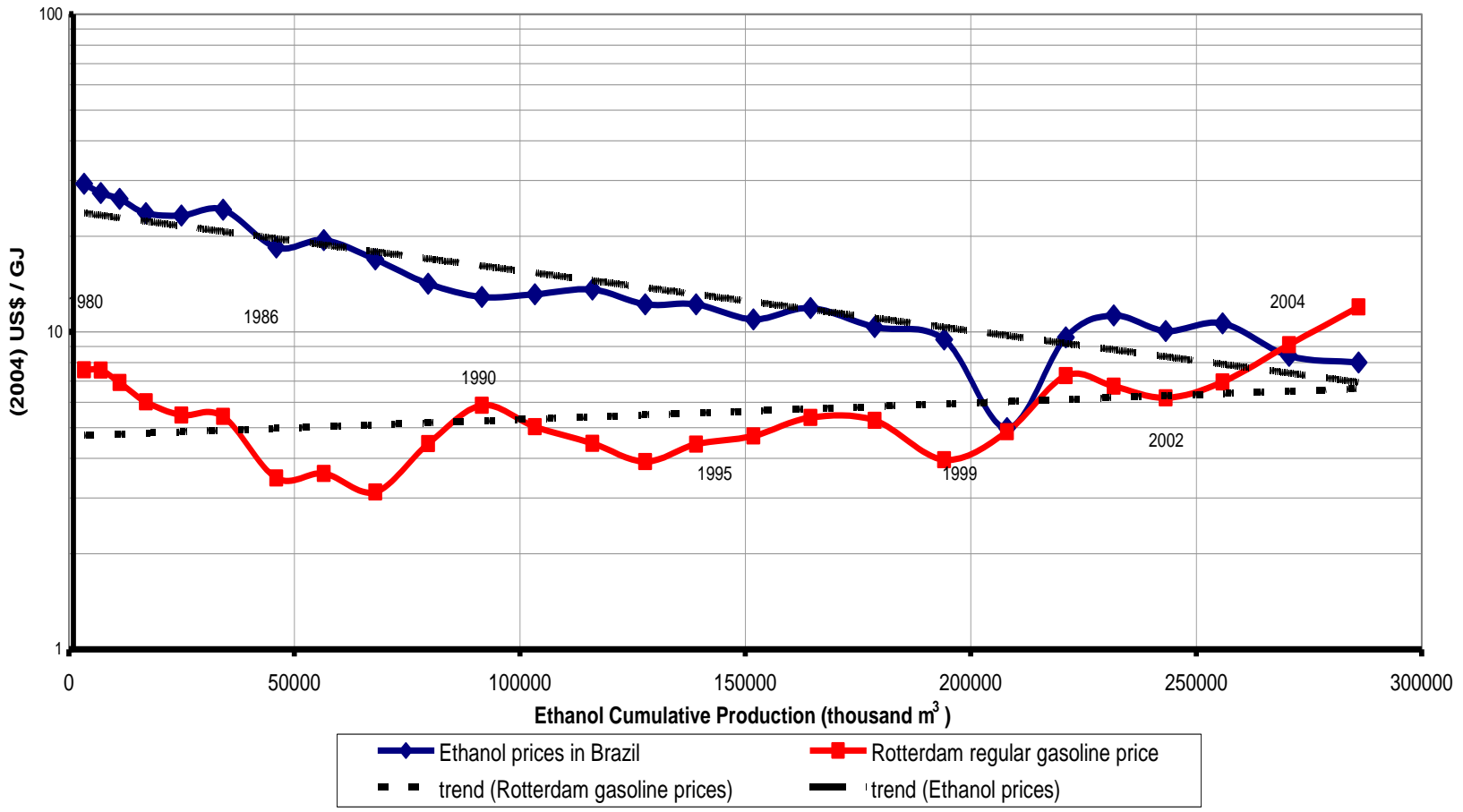
Transporte da matéria prima para as usinas



Geração de energia elétrica com bagaço

3. Sustentabilidade do etanol de cana

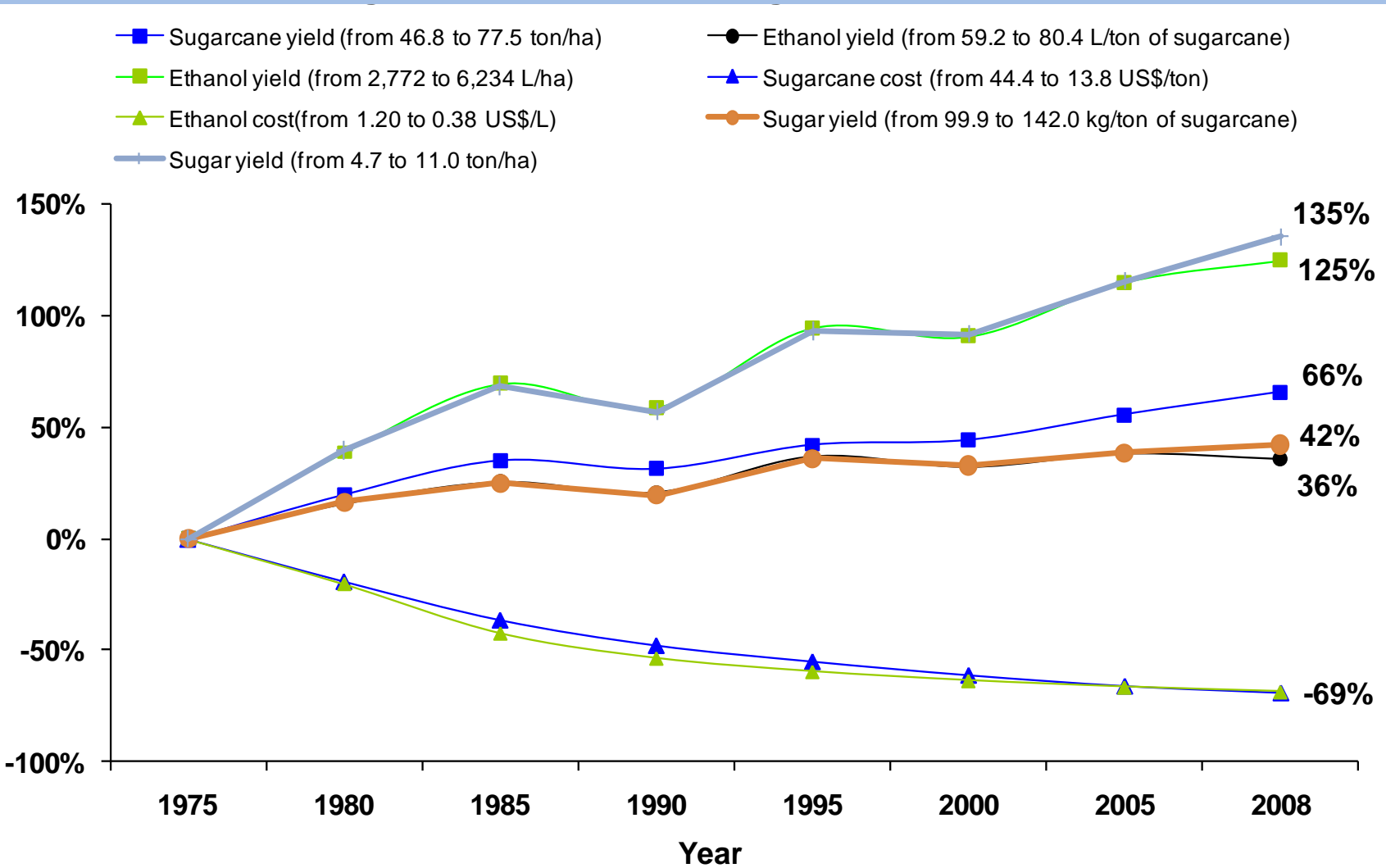
Curva de aprendizagem dos custos do etanol



(atualizado de Goldemberg, Coelho e Lucon, 2004)

3. Sustentabilidade do etanol de cana

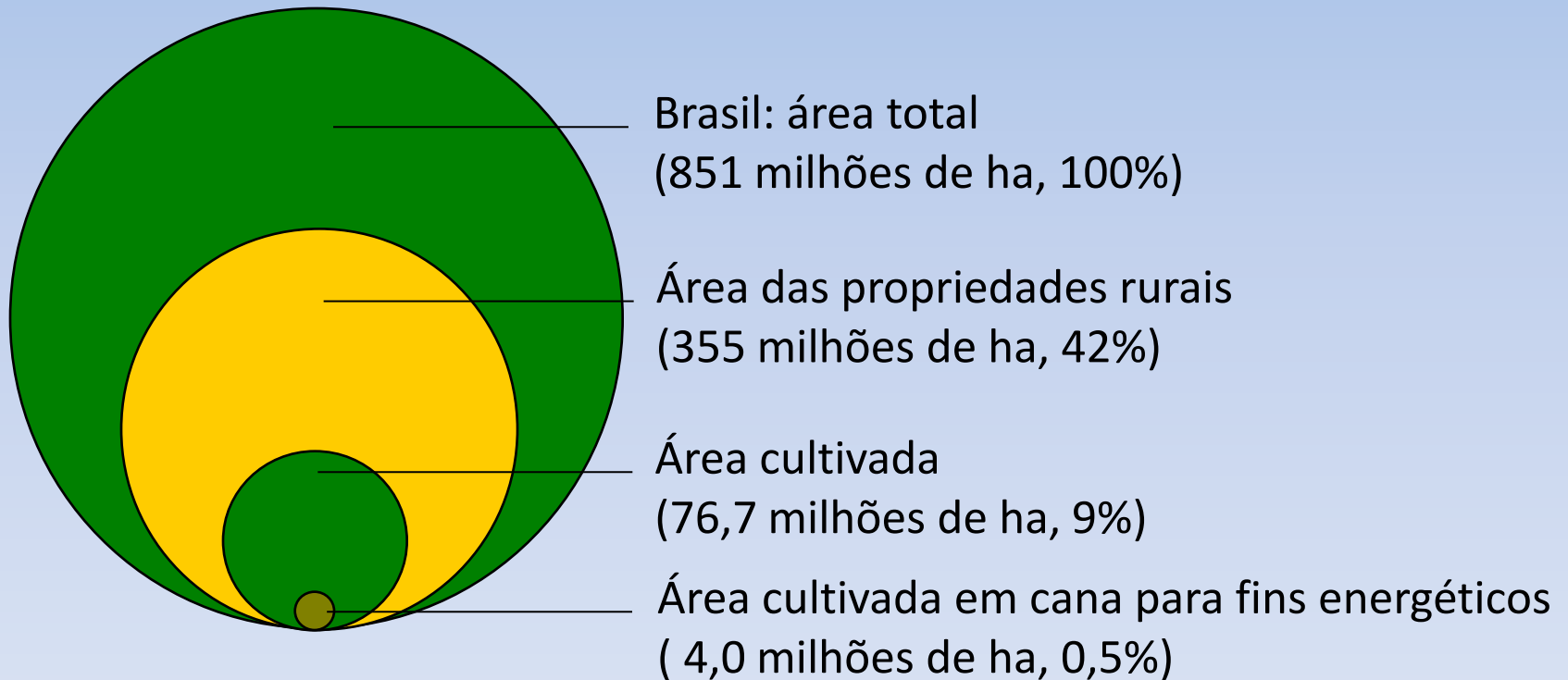
Indicadores agroindústria da cana (1997-2008)



(Lago, 2010)

3. Sustentabilidade do etanol de cana

Os recursos naturais disponíveis e a experiência existente favorecem a produção de biocombustíveis no Brasil, em bases eficientes e sustentáveis.



3. Sustentabilidade do etanol de cana

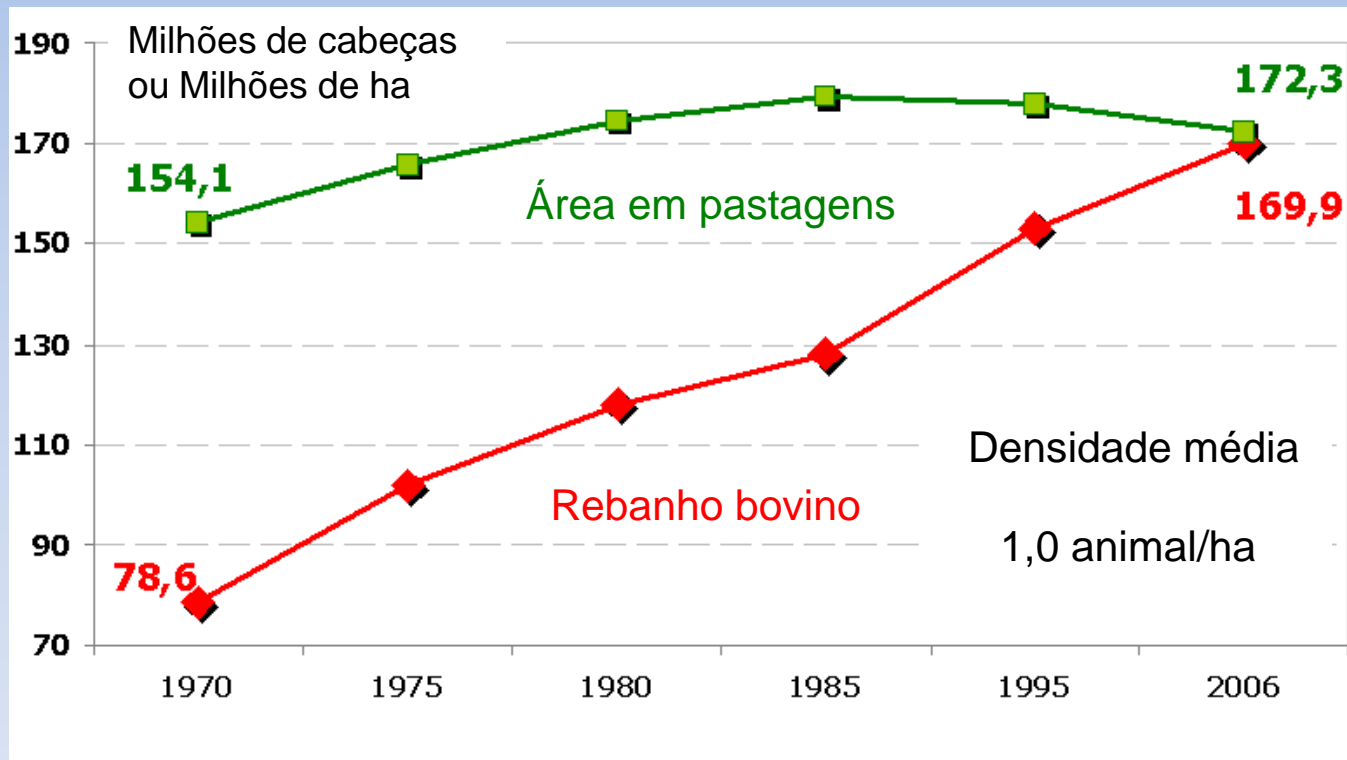


As áreas de produção de cana, novas e tradicionais, têm sido definidas respeitando condicionantes ambientais e de produtividade, reduzindo os potenciais conflitos de uso de solo.

Zoneamento agroecológico da cana de açúcar (MAPA, 2010)

3. Sustentabilidade do etanol de cana

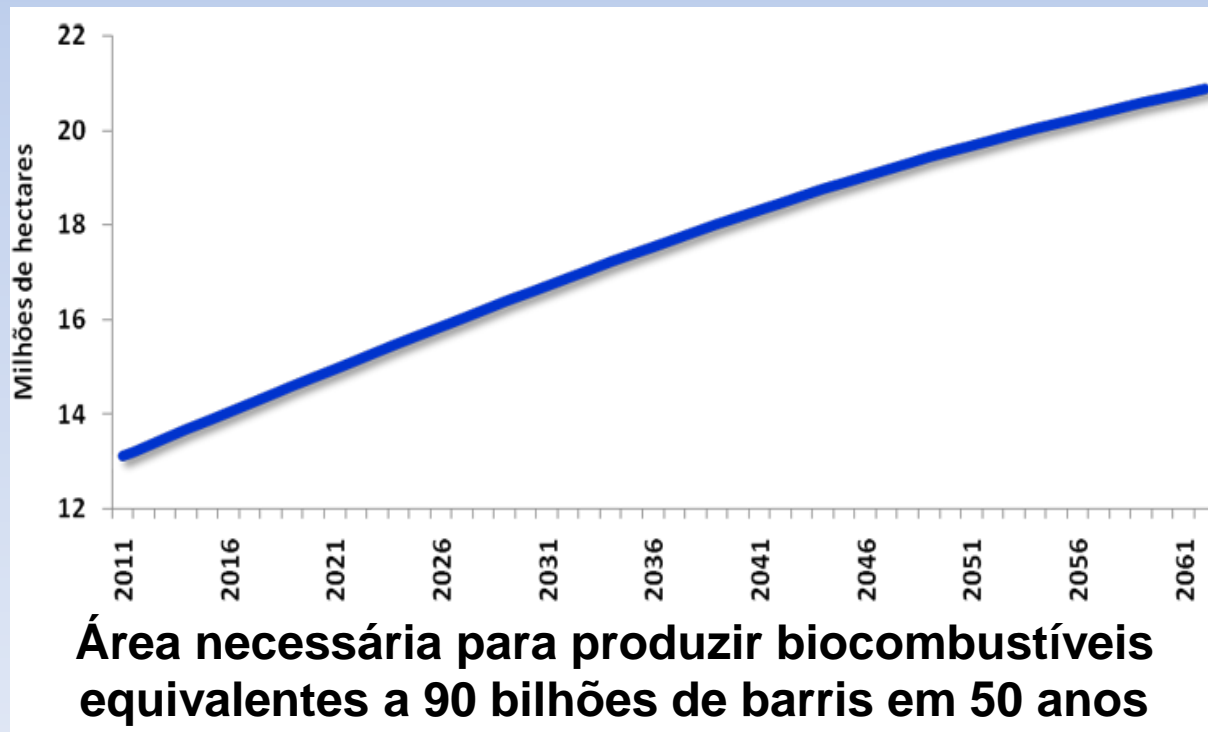
A pecuária brasileira apresenta boas perspectivas para incrementos de produtividade, liberando áreas para a agricultura.



3. Sustentabilidade do etanol de cana

A produção atual de bioenergia da cana de açúcar no Brasil equivale a 900 mil barris diários de petróleo.

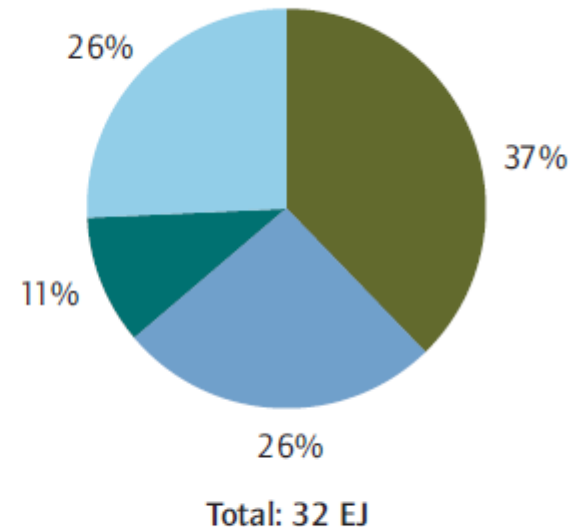
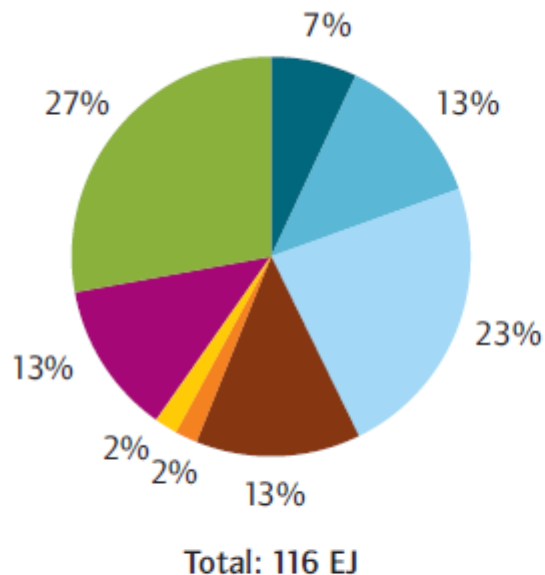
21 milhões de hectares poderiam produzir eternamente o volume anual de energia que se espera obter das reservas de petróleo do pré-sal durante cinquenta anos.



3. Sustentabilidade do etanol de cana

A demanda global de biocombustíveis, em particular como etanol, tende a crescer de modo importante.

Uso de energia para transporte e distribuição do uso de biocombustíveis em 2050 (Cenário Blue Map)



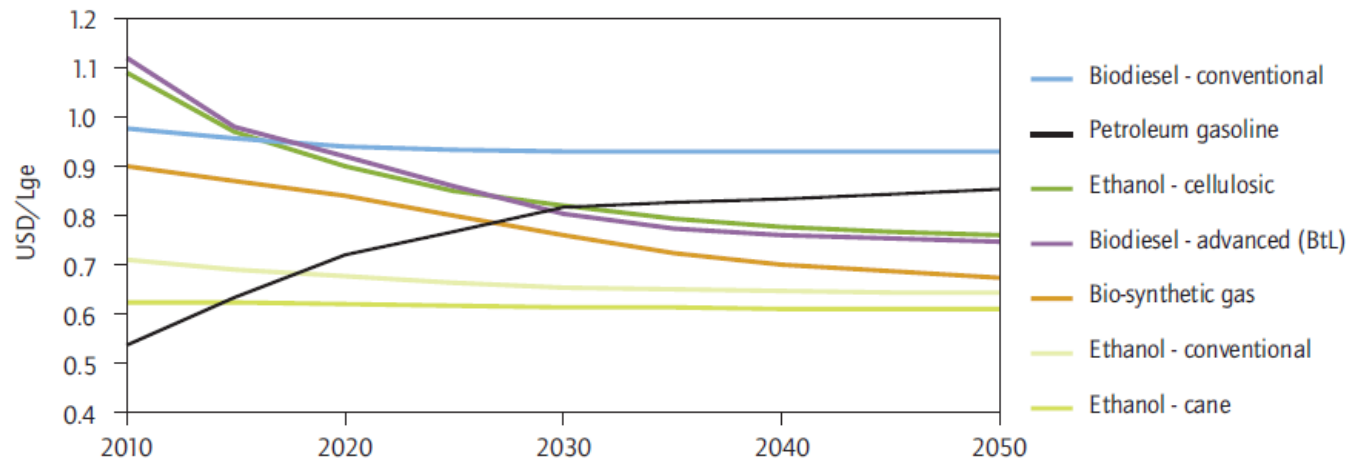
Hydrogen Gasoline Diesel Jet fuel Road passenger transport Road freight transport
Heavy fuel oil CNG and LPG Electricity Biofuels Aviation Shipping

3. Sustentabilidade do etanol de cana

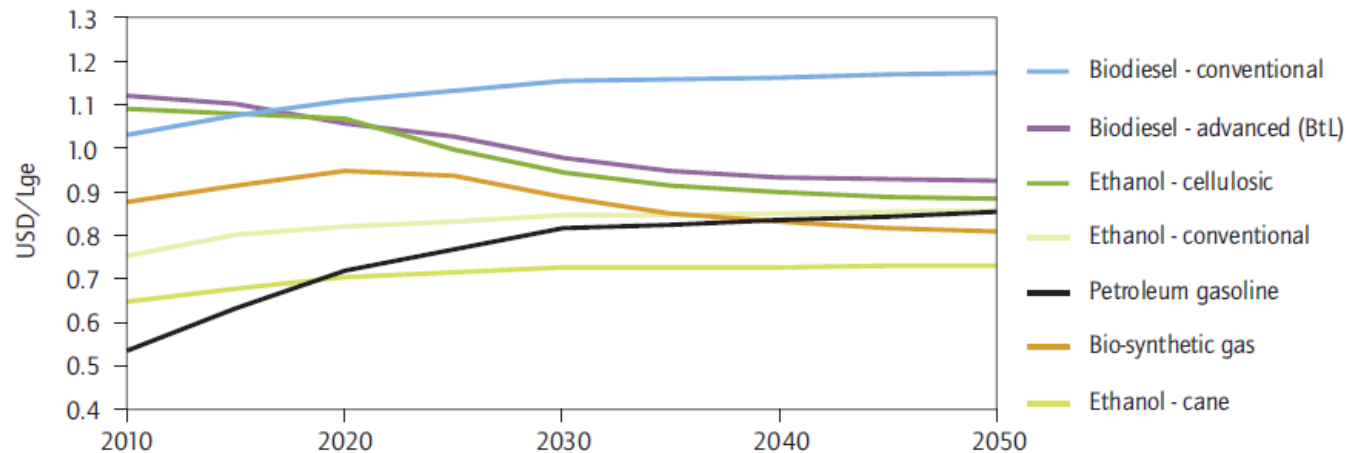
A competitividade do etanol de cana não parece ameaçada pelas novas tecnologias.

Projeções de preços de combustíveis para transporte (IEA, 2011)

Low-cost scenario



High-cost scenario



4. Política e regulação em bioenergia

Quadro legal vigente

- ✓ extensa legislação, pouco consolidada

Condicionantes atuais na definição de políticas

- ✓ expansão da produção de etanol e de sua participação na produção da agroindústria.
- ✓ expansão da frota com motores flexíveis.
- ✓ mercado externo volátil e pouco definido.

> Quadro muito diferente do início do Pró-alcool.

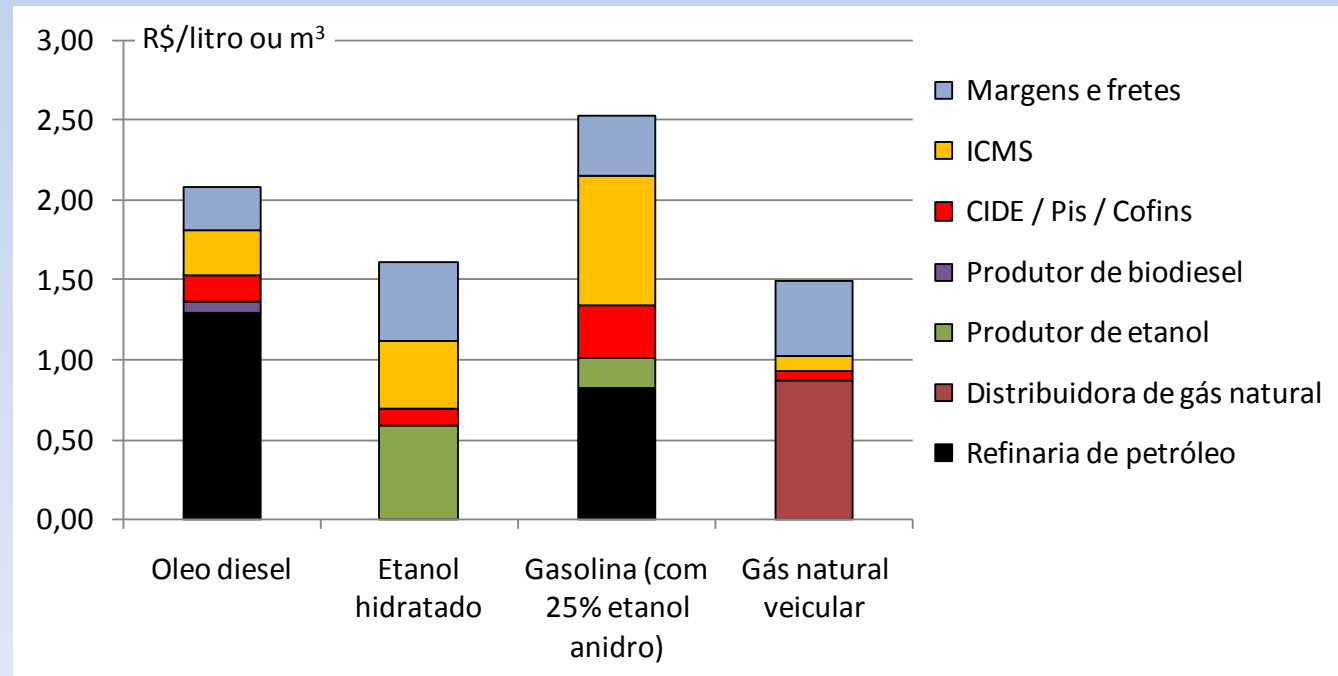
4. Política e regulação em bioenergia

Possíveis ações:

1) Rever o marco tributário

- ✓ Relevância dos tributos como instrumento regulatório.
- ✓ A experiência brasileira na tributação dos combustíveis e sua motivação (CIDE e ICMS)

Composição do preço de combustíveis veiculares no Rio de Janeiro, maio de 2009



4. Política e regulação em bioenergia

Rever o marco tributário é muito importante.

Quadro atual: complexidade e opacidade da legislação tributária

Implicações:

Perdas para os agentes econômicos (principalmente Petrobras) e elevada renúncia fiscal nesse mercado, sem a suficiente clareza para a sociedade de algum benefício relevante, meta ou estratégia a ser alcançada.

Por exemplo, a redução da CIDE na gasolina a partir de abril de 2008 e setembro de 2009 significou em 2008 uma perda para o Tesouro Nacional de aproximadamente R\$ 6,4 bilhões.

Os biocombustíveis têm sido freqüentemente penalizados.

Importância da transparência das regras de formação de preços e a possibilidade de resgatar a função reguladora da CIDE.



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: situación y perspectivas

HUGO ALTOMONTE

Oficial a Cargo

División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL

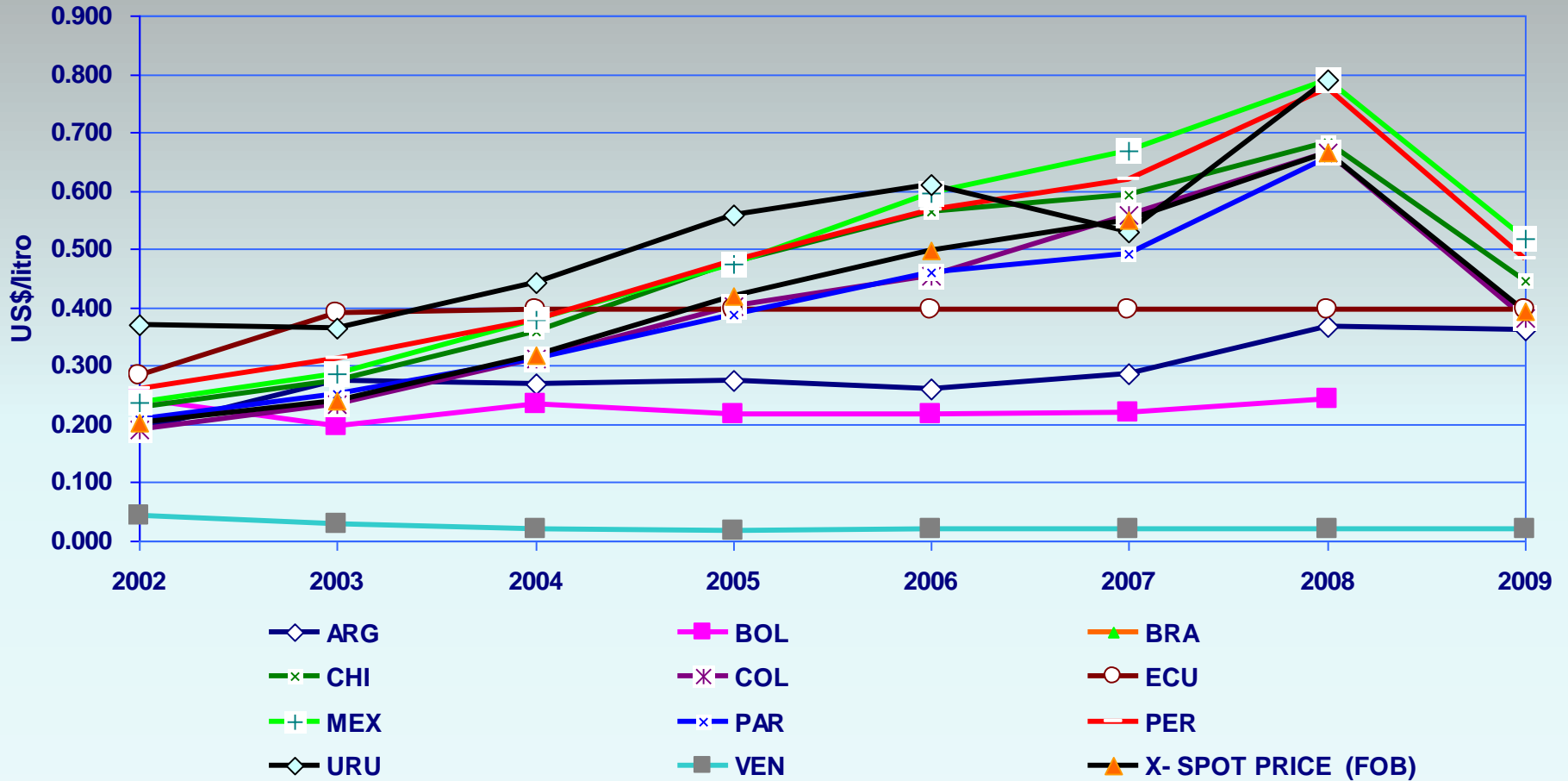
II Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética

OLADE, La Habana 2009.

II- Políticas de precios:

**La tributación actual es un
incentivos para el uso
eficiente?**

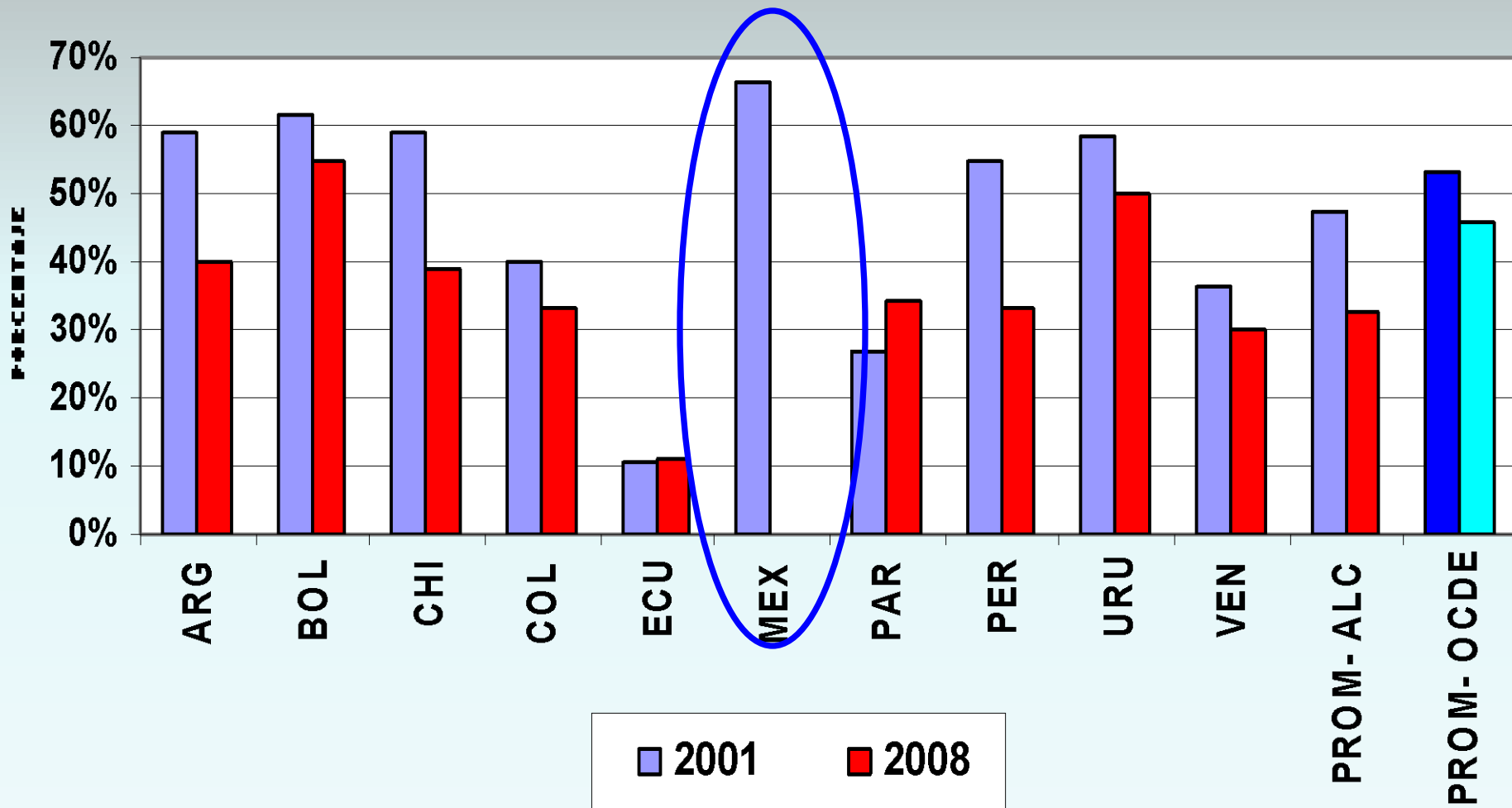
Precio ExRefinería de la Gasolina Premium



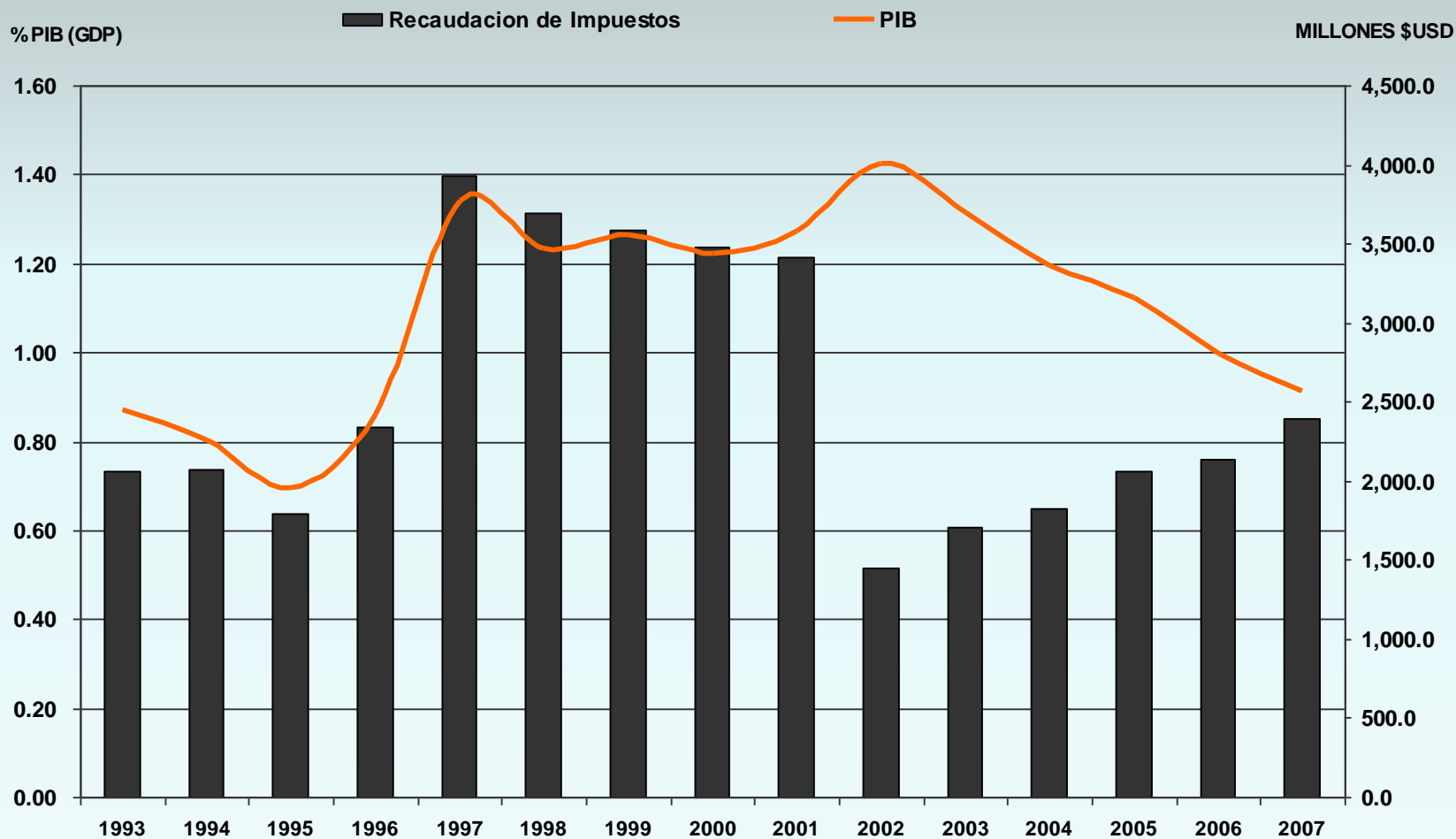
Fuente: CEPAL, sobre la base de datos de Precios de Combustibles, DRNI

Mientras que la imposición promedio en los los países de la OCDE disminuyó ligeramente 7 puntos (53% a 46%) en ALC fue de 13 puntos (47% a 33%). Destacándose los casos de México, Argentina y Chile

Impuesto sobre el precio de la gasolina premium (%)

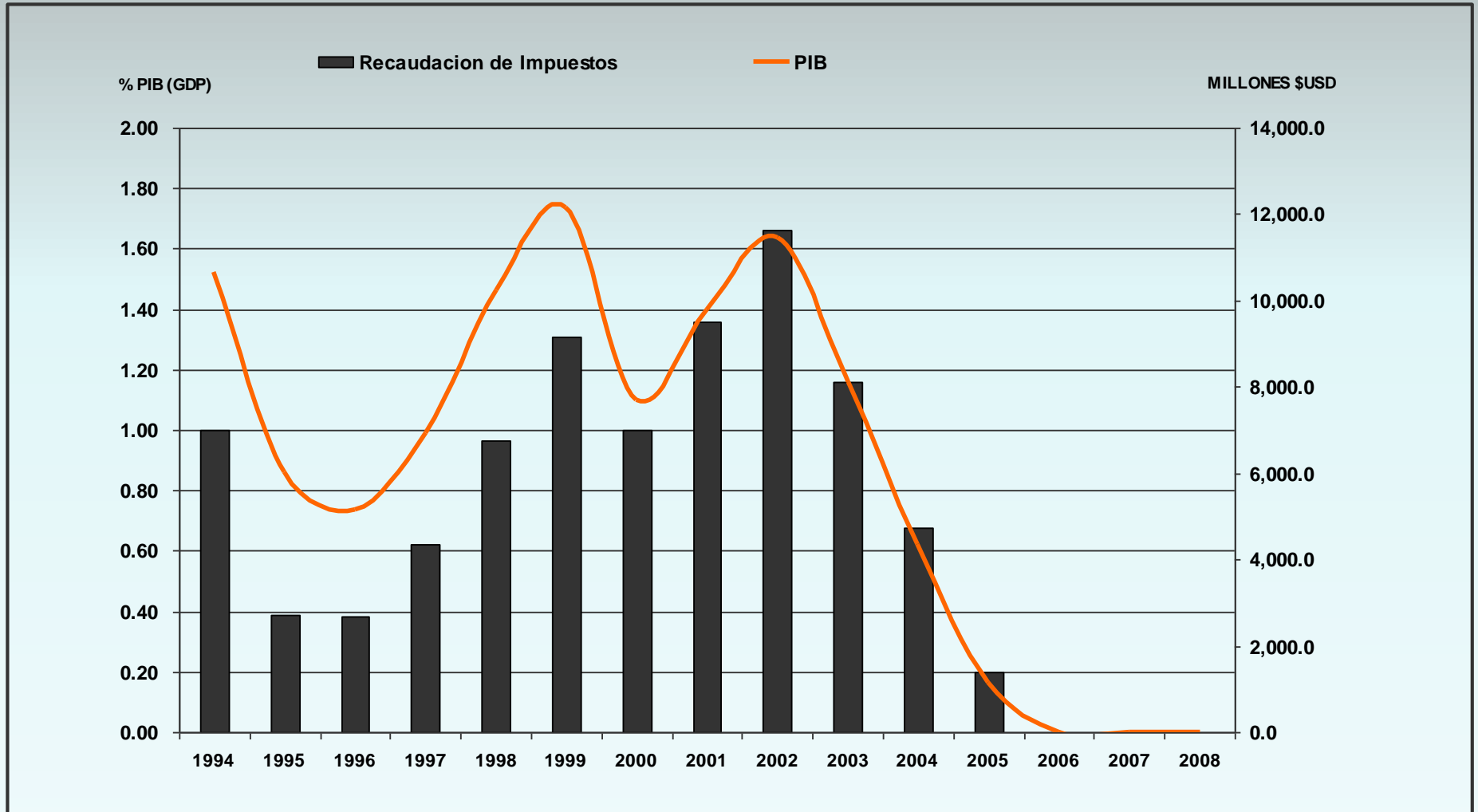


ARGENTINA: mercado deterioro con relación al PIB, aunque crecimiento en términos absolutos después de la pesificación y crisis 2001-2002.

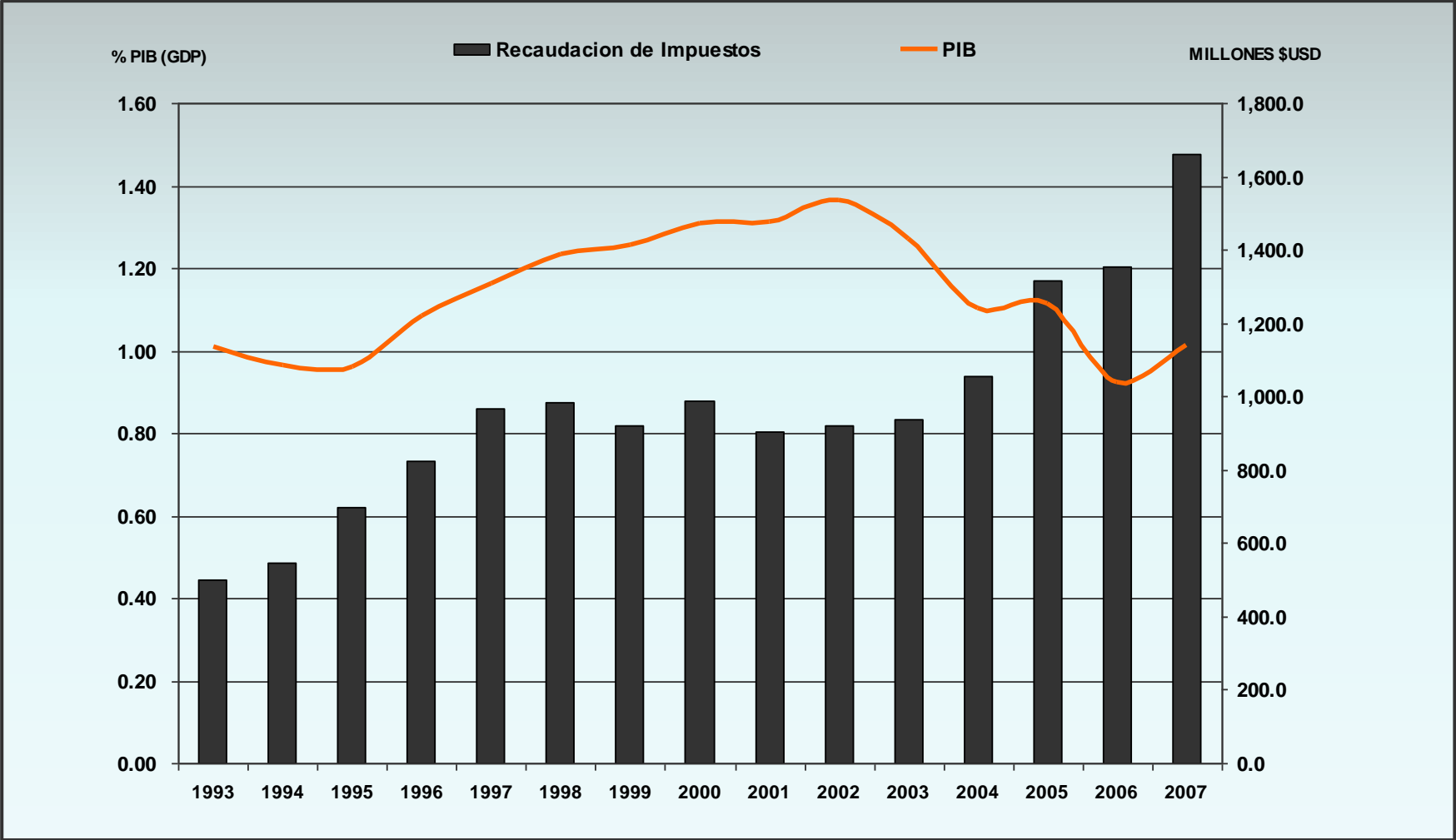


MEXICO: mercado deterioro en términos absolutos y con relación al PIB. Entre 2002 y 2007 la recaudación cae en términos absolutos 6 veces; y 7 veces con relación al PIB.

Subsidio directo en 2006 de 3873 MMUS\$ y 4223 MMUS\$ en 2007



CHILE: aumento de la recaudación total de más del 50% en los dos últimos años no alcanza para recuperar el máximo porcentaje relativo al PIB. En 2007-08 llegó a 1% del PIB, un 35% al máximo de 2001 (1.38%)



4. Política e regulação em bioenergia

Possíveis ações:

2) Uma lei para os biocombustíveis

O Brasil utiliza biocombustíveis há décadas, mas ainda não possui uma lei específica para ordenar esse mercado, como acontece em muitos países que procuram replicar a experiência brasileira.

Uma lei para a sustentabilidade dos biocombustíveis no Brasil, permitiria:

- ✓ **consolidar a legislação existente.**
- ✓ **definir o marco tributário para os biocombustíveis, considerando suas externalidades e estabelecendo os mecanismos de sustentação nos contextos de volatilidade, possivelmente mediante a arbitragem flexível dos tributos (CIDE).**
- ✓ **estimular e ordenar as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento.**

5. À guisa de conclusões

- ✓ **A bioenergia é relevante na matriz energética brasileira, atendendo o setor de transporte e a geração de energia elétrica.**
- ✓ **São promissoras as perspectivas para a expansão da demanda de etanol no mercado mundial.**
- ✓ **O etanol de cana-de-açúcar, como produzido no Brasil, apresenta bons indicadores de sustentabilidade e competitividade econômica.**
- ✓ **É importante que:**
 - **sejam implementadas políticas públicas que valorizem os biocombustíveis renováveis, em particular considerando seus aspectos sociais e ambientais.**
 - **se promova a transparência de regras na formação dos preços dos combustíveis.**

L. A. Horta Nogueira

horta@unifei.edu.br

Universidade Federal de Itajubá

Minas Gerais, Brasil