



Empresa de Pesquisa Energética

Civilização da Biomassa

Matriz Energética

Mauricio T. Tolmasquim

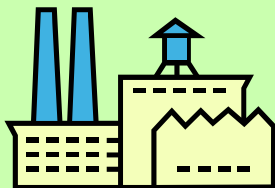
Presidente

Empresa de Pesquisa Energética - EPE

ENERGIA NO BRASIL

Quem usa

indústria



38%

transporte



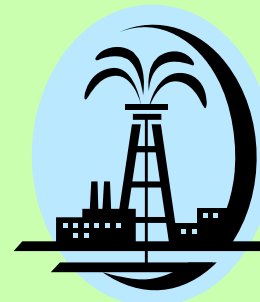
27%

residências



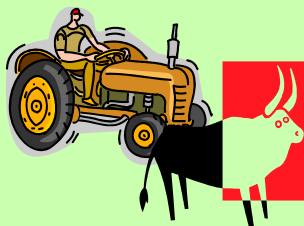
11%

**setor
energético**



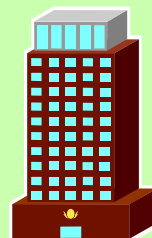
9%

agropecuária



4%

serviços

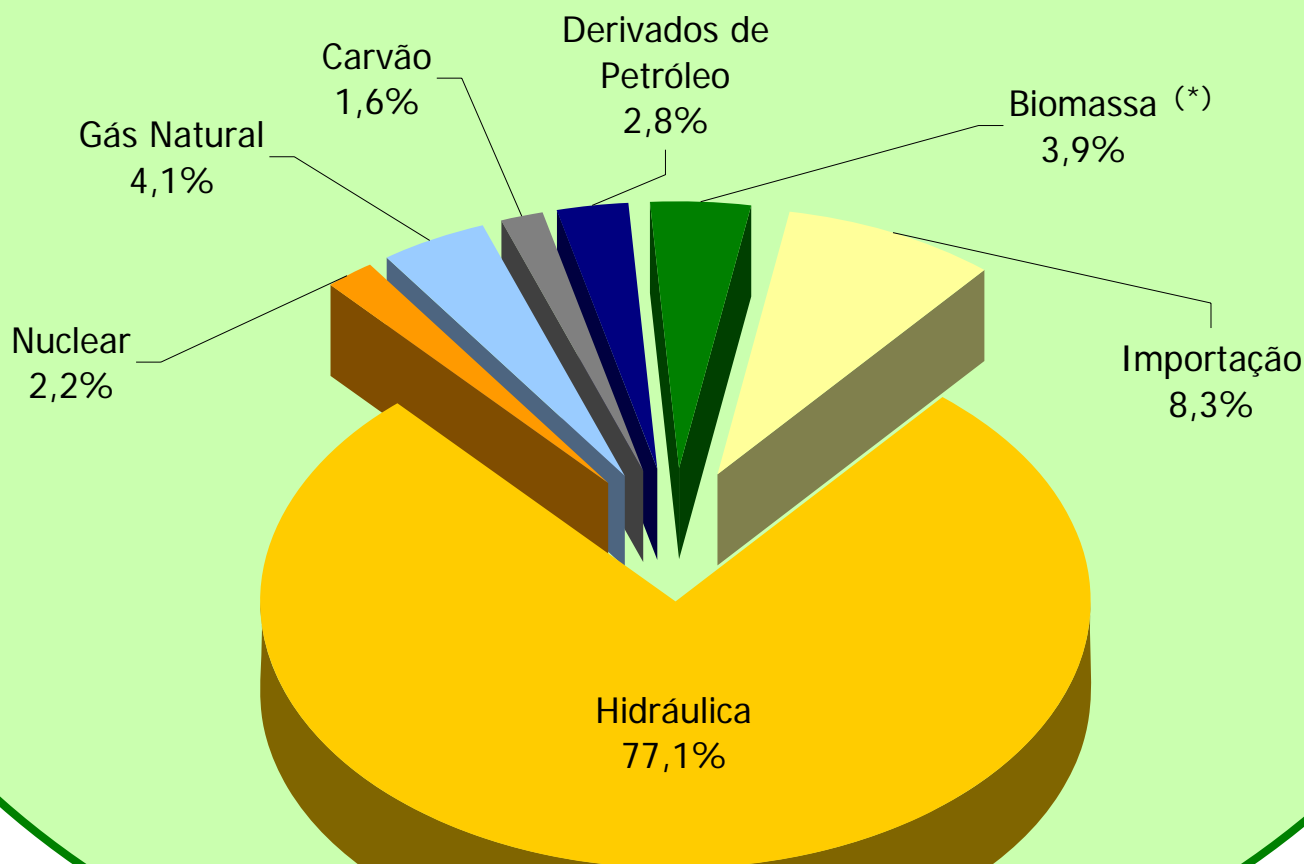


4%

uso não-energético, 7%

ENERGIA NO BRASIL

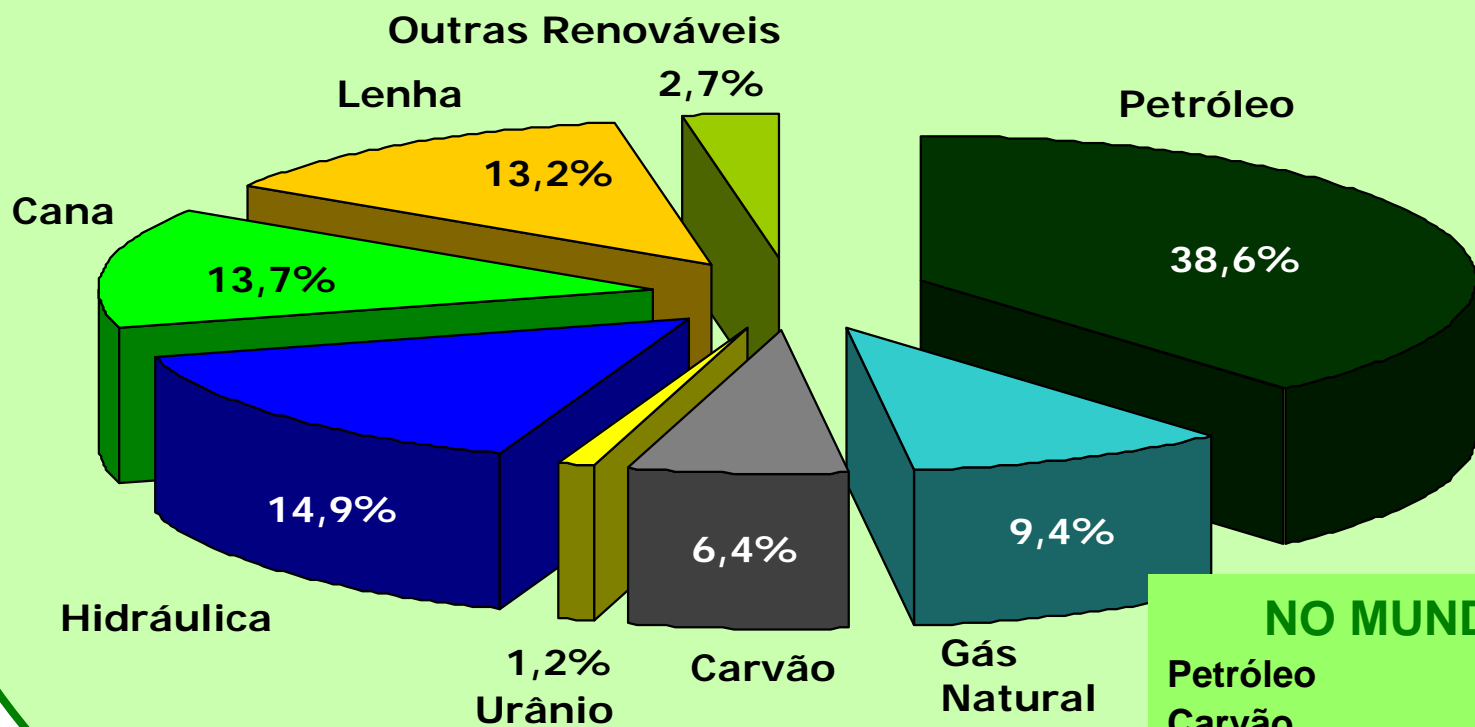
Fontes de produção de eletricidade



(*) principalmente geração a partir da cogeração com bagaço de cana

ENERGIA NO BRASIL

Fontes primárias

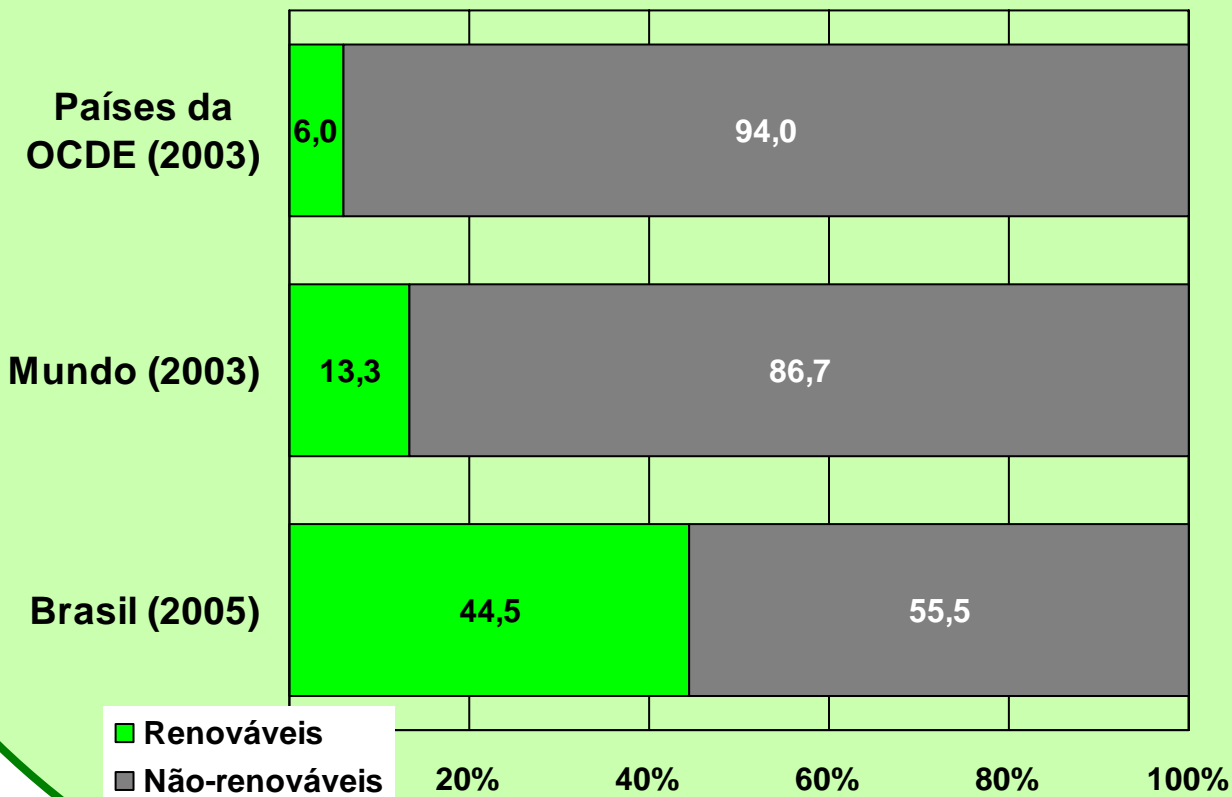


NO MUNDO

Petróleo	34,4%
Carvão	24,4%
Gás natural	21,2%
Urânio	6,5%
Comb renováveis	10,8%
Hidráulica	2,2%
Outras renováveis	0,5%

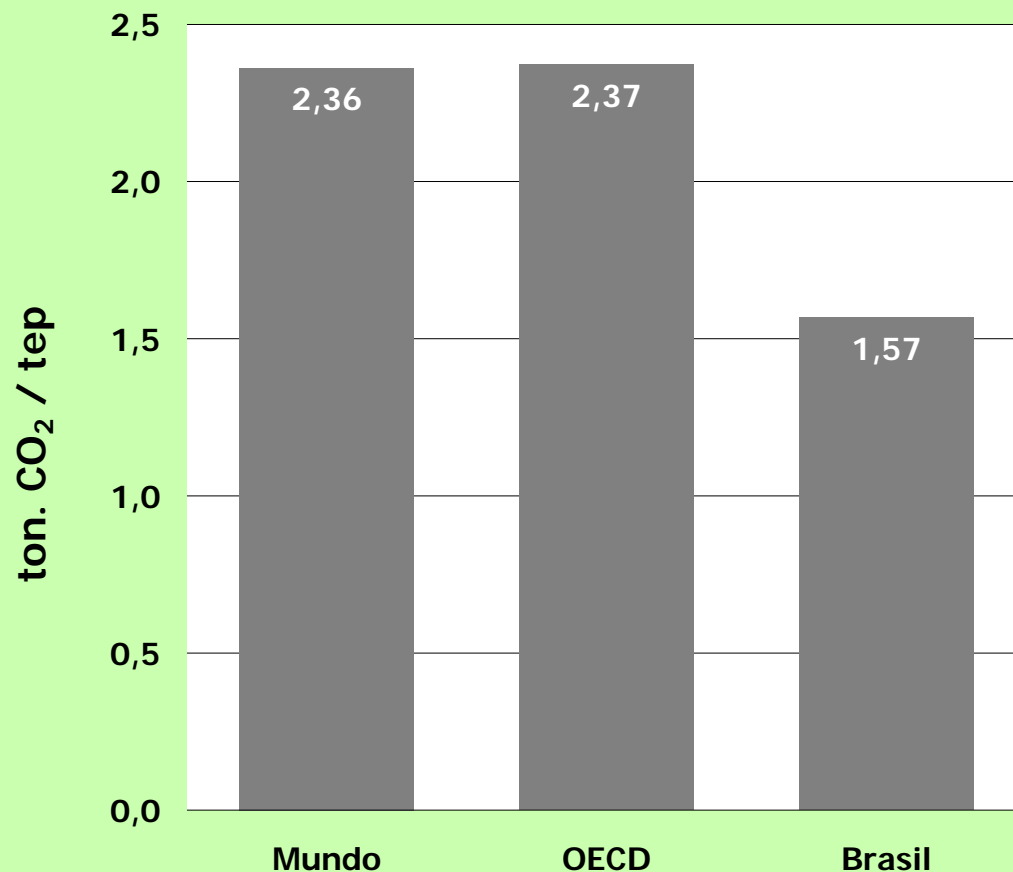
ENERGIA NO BRASIL

Peso das fontes renováveis



ENERGIA NO BRASIL

Emissões Totais de Gases de Efeito Estufa



tep: tonelada equivalente de petróleo

ENERGIA NO BRASIL

O Brasil pode continuar com uma
matriz energética “limpa”



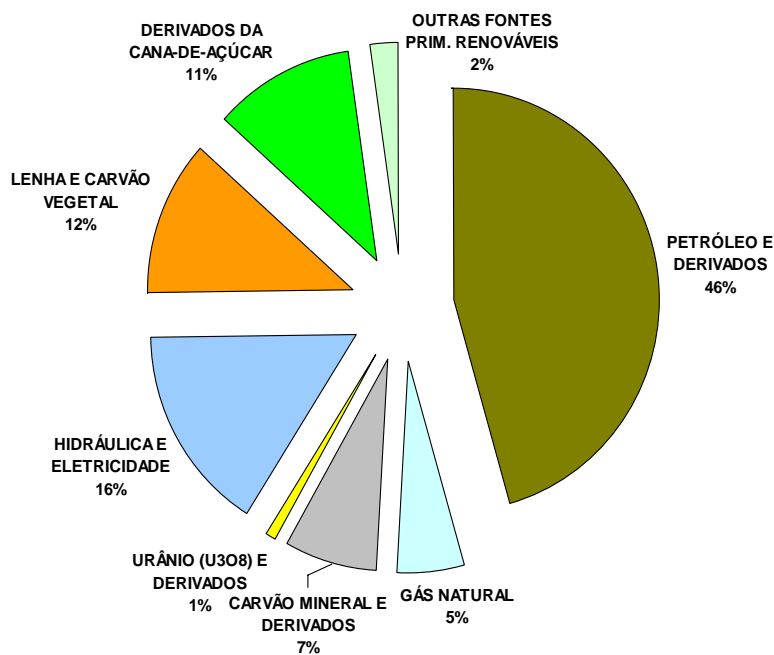
ENERGIA HIDRÁULICA

BIOMASSA

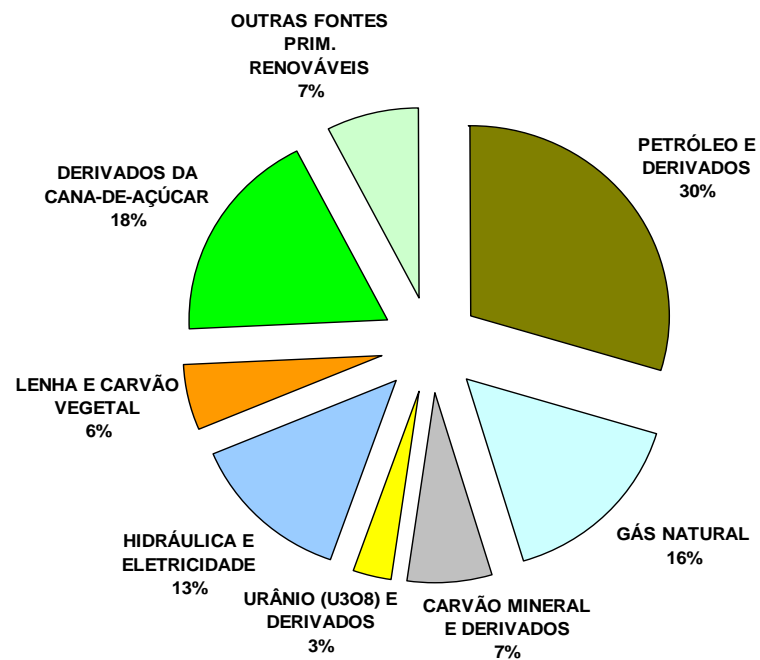


ENERGIA NO BRASIL

2000



2030

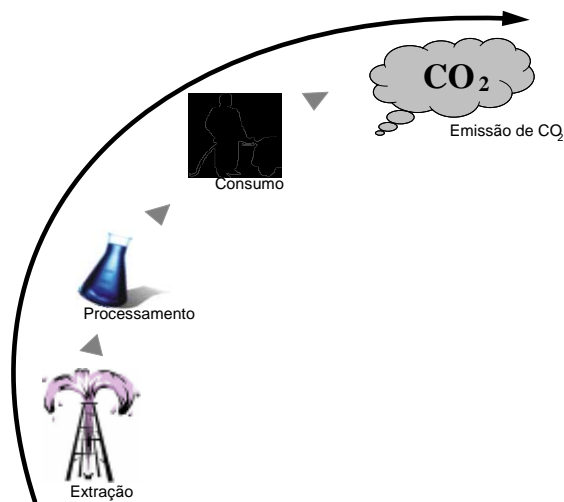


Energia da Biomassa



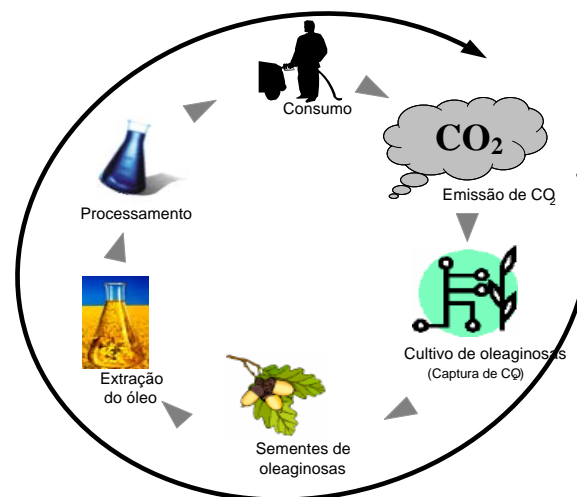
Bioenergia

Petróleo



Na queima de combustíveis derivados de petróleo, o CO₂ liberado vai para para a atmosfera e contribui para o efeito estufa

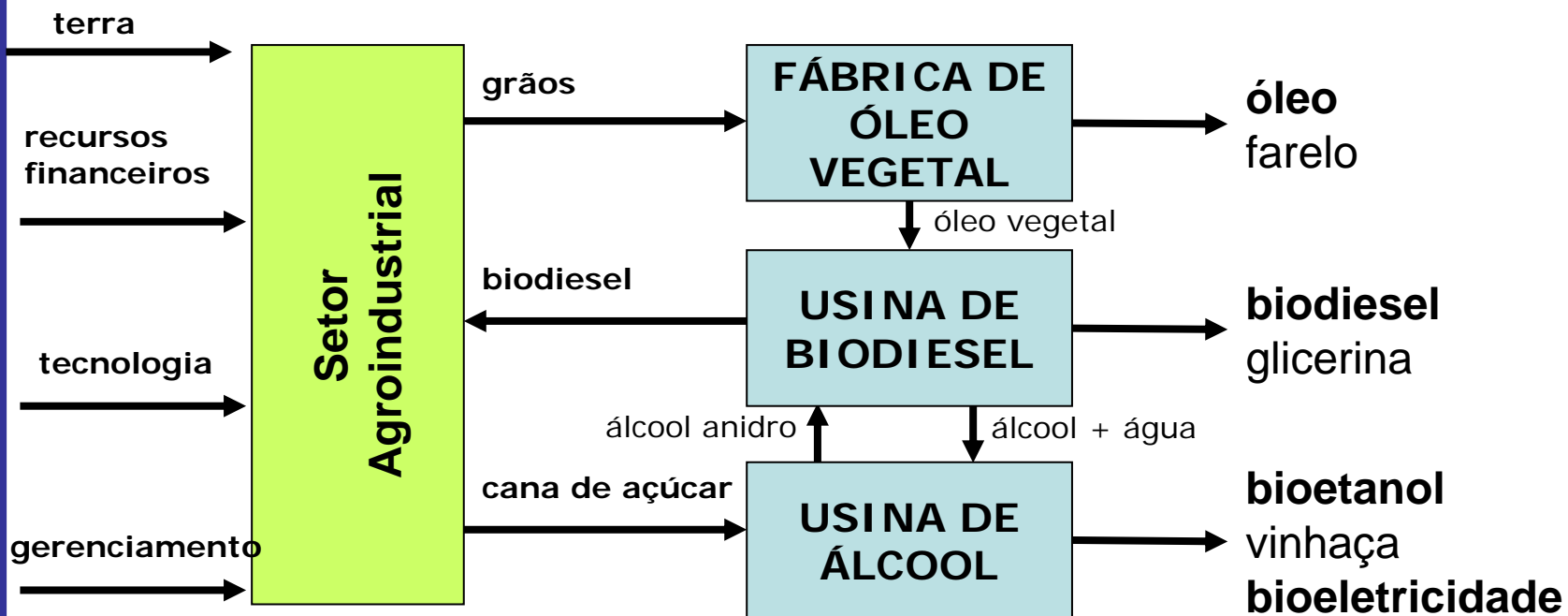
Biocombustível



Na queima de combustíveis de biomassa, o CO₂ liberado é parte daquele que foi capturado da atmosfera no processo de fotossíntese

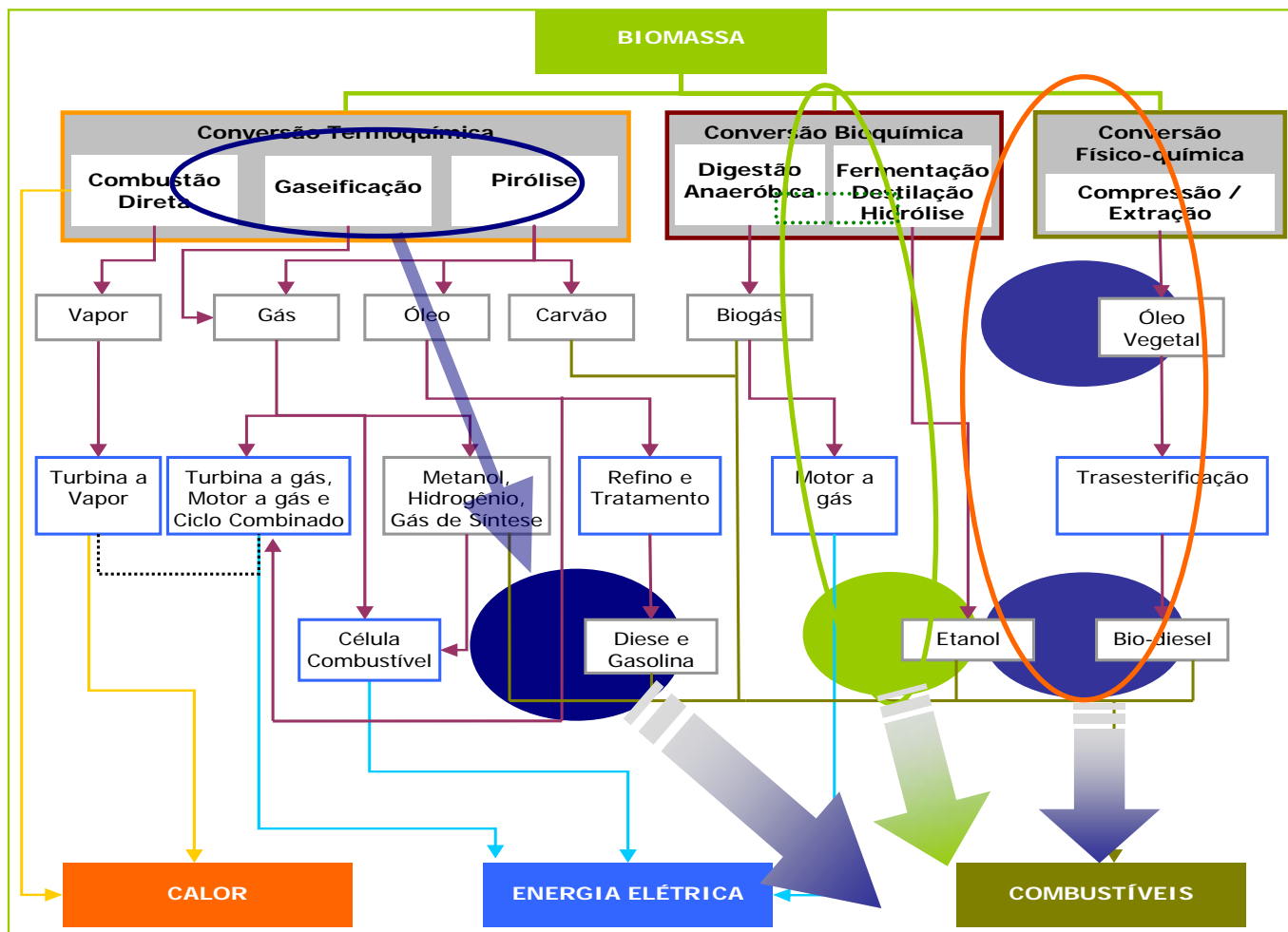
A agroenergia é uma oportunidade para fixar o homem à terra, produzir combustível limpo e gerar emprego e renda ao homem do campo

Integração agro-industrial com o setor energético



A tecnologia para a integração agro-industrial está disponível

Rotas tecnológicas para produção de biocombustíveis líquidos



Fonte: adaptado de LARKIN et al. (2004)

Principais orientações de desenvolvimento tecnológico no mundo para produção de biocombustíveis

- **hidrólise**

rota celulósica para produção de etanol

- **biorefinaria**

produção de hidrocarbonetos e produtos químicos a partir da biomassa

- **biotecnologia**

produção de biomassa com maiores teores de celulose

- **tecnologia agrícola**

recuperação de resíduos celulósicos

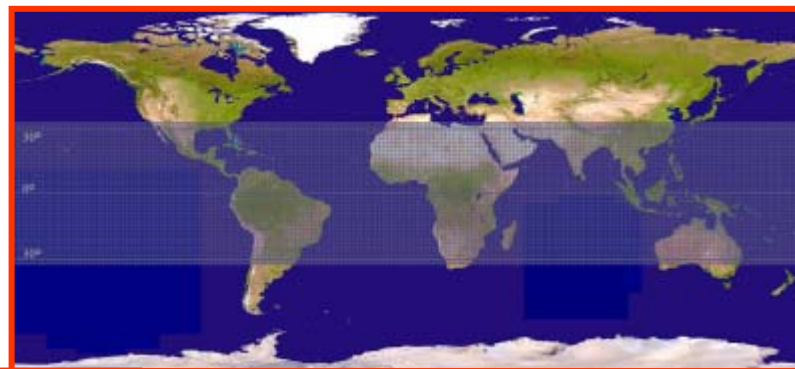
(agrícolas e agroindustriais: folhas, colmos, palhas, cascas e etc.)

A integração dos setores agrícola, biotecnológico e industrial permite formular uma estratégia sustentável de desenvolvimento energético

O Brasil tem um grande potencial para a bioenergia

▪ Condições naturais e geográficas favoráveis

- grande quantidade de terra agricultável
- características adequadas do solo
- condições climáticas privilegiadas (sol, chuva e etc.)



▪ Tecnologia desenvolvida

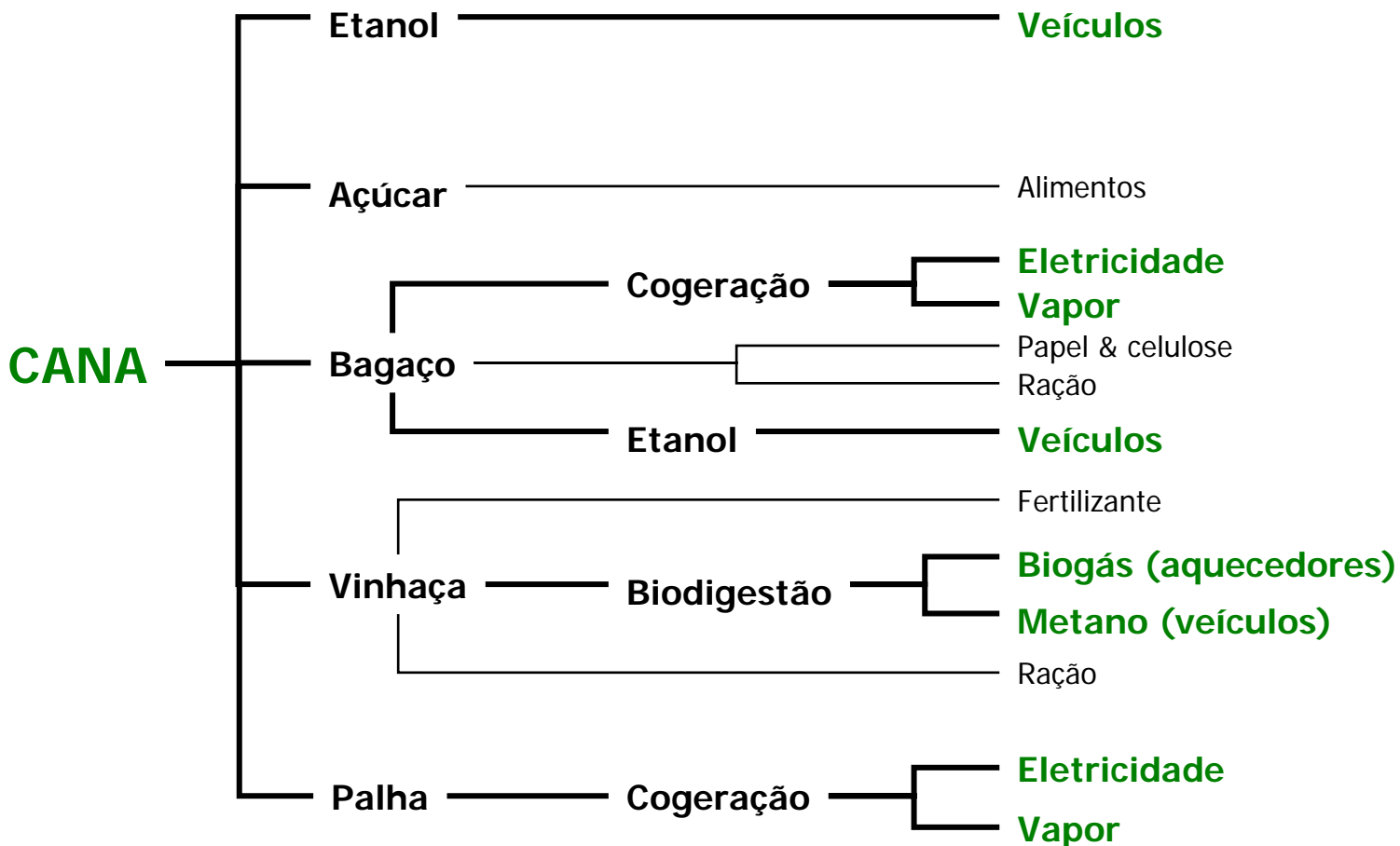
- etanol
- biodiesel
- cogeração a partir do bagaço
- outros usos

▪ Custo de produção relativamente baixo

País/Região	Custo de produção do etanol (US\$/litro)
Brasil	0.22-0.28
Estados Unidos	0.30-0.35
União Européia	0.45-0.55

Fontes: Henniges, O.; Zeddies, J.: Fuel Ethanol Production in the USA and Germany – a cost comparison, F.O. Lichts World Ethanol and Biofuels Report, vol 1, nº 11, 11/02/2003.

A cana e seus derivados fornecem combustível e eletricidade mais limpos



O aproveitamento energético da biomassa de cana

- Fonte renovável de energia
- Produção em larga escala
- Baixos índices de emissões
- Geração de emprego e renda, especialmente na área rural
- Alta produtividade e alto conteúdo energético
 - vapor, etanol, energia elétrica
 - outros subprodutos de interesse
- Baixo consumo de energia no processo de produção de energia
 - 1 unidade de cana → 8 unidades de energia final
(em comparação com o índice do milho 1:1,3)
- Introdução do etanol no mercado consumidor aproveita infraestrutura existente
 - pode ser usado puro ou misturado à gasolina
 - Custo de produção no campo (sem impostos): R\$ 0,65/litro (US\$ 0.28/litro)

Combustível	Empregos
Etanol	2.190
Gasolina	600
Gasolina especial	100

Conteúdo energético da biomassa da cana



153 kg açúcares e álcool → 608 x 10³ kcal

276 kg bagaço (50% umidade) → 598 x 10³ kcal

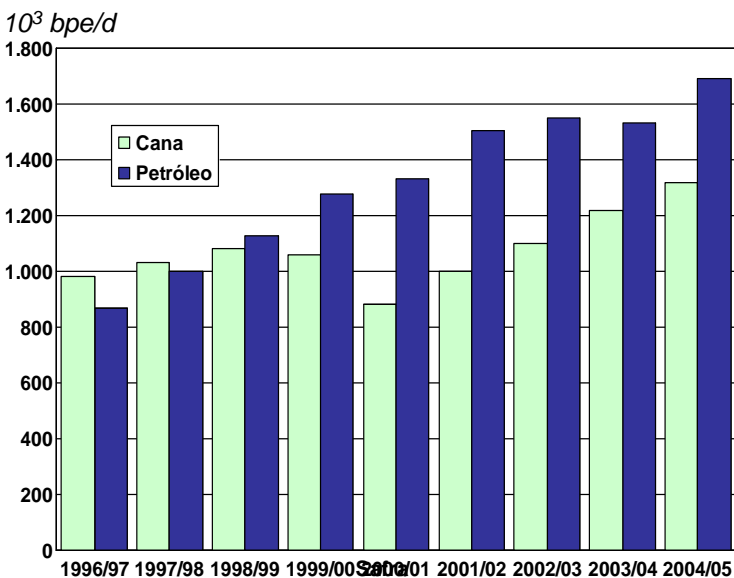
165 kg palha (15% umidade) → 512 x 10³ kcal



1 ton cana
1.718 x 10³ kcal

1 barril de petróleo
1.386 x 10³ kcal

1 ton cana de açúcar = 1,2 barril de petróleo



Em 2010, a produção brasileira de cana poderá ser equivalente a 2 milhões de bpd

O etanol brasileiro tem escala mundial

Produção

País	10 ⁹ litros	(%)
Brasil	15.3	36.3
Estados Unidos	13.9	32.9
China	3.8	9.0
União Européia	2.5	5.9
Índia	2.1	5.0
Rússia	1.0	2.4
África do Sul	0.4	0.9
Arábia Saudita	0.3	0.7
Outros	2.9	6.9
TOTAL	42.2	100.0

Consumo (*)

Uso	10 ⁹ litros	%
Bebidas	5.0	11.9
Industrial	10.0	23.8
Combustível	27.0	64.3
TOTAL	42.0	100.0

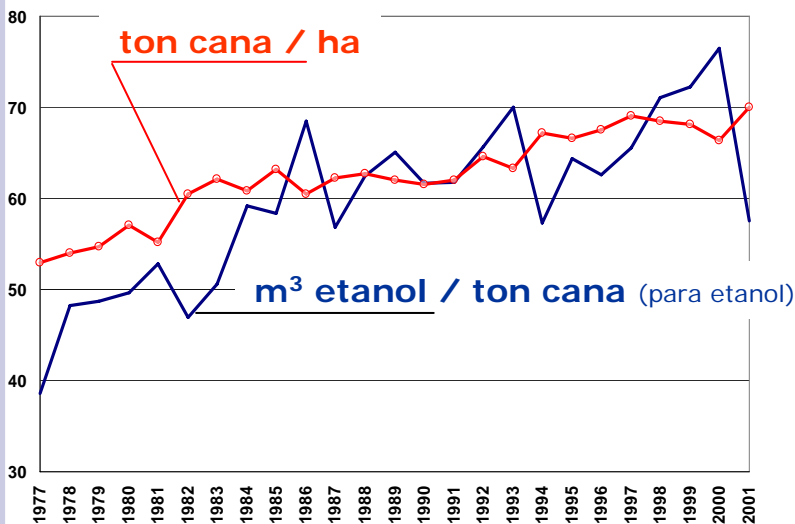
(*) estimado



Fonte: Licht, F. O. apud Olivério, J. (Dedini), 2005

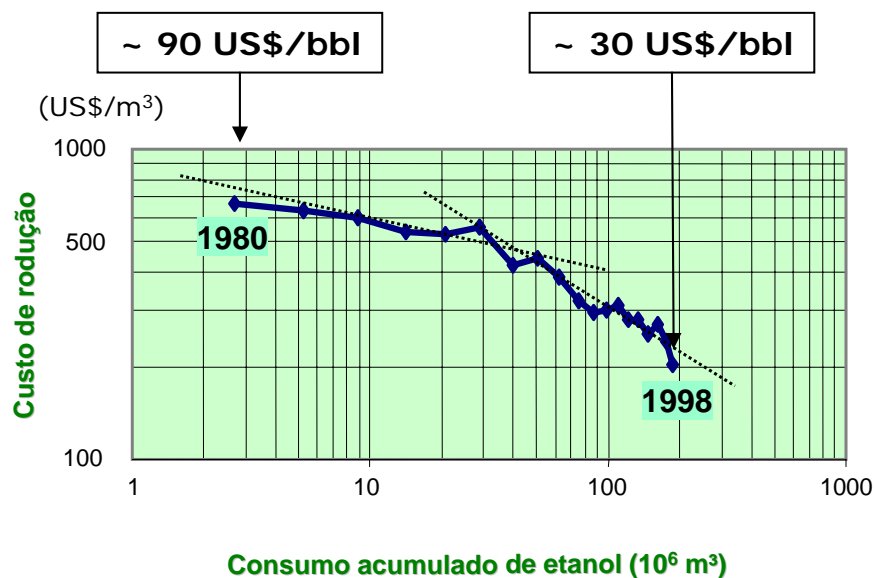
Produtividade na produção do etanol

mais cana com menos terra
mais etanol com menos cana



Fontes: IBGE; UNICA

Custo de produção (anidro)



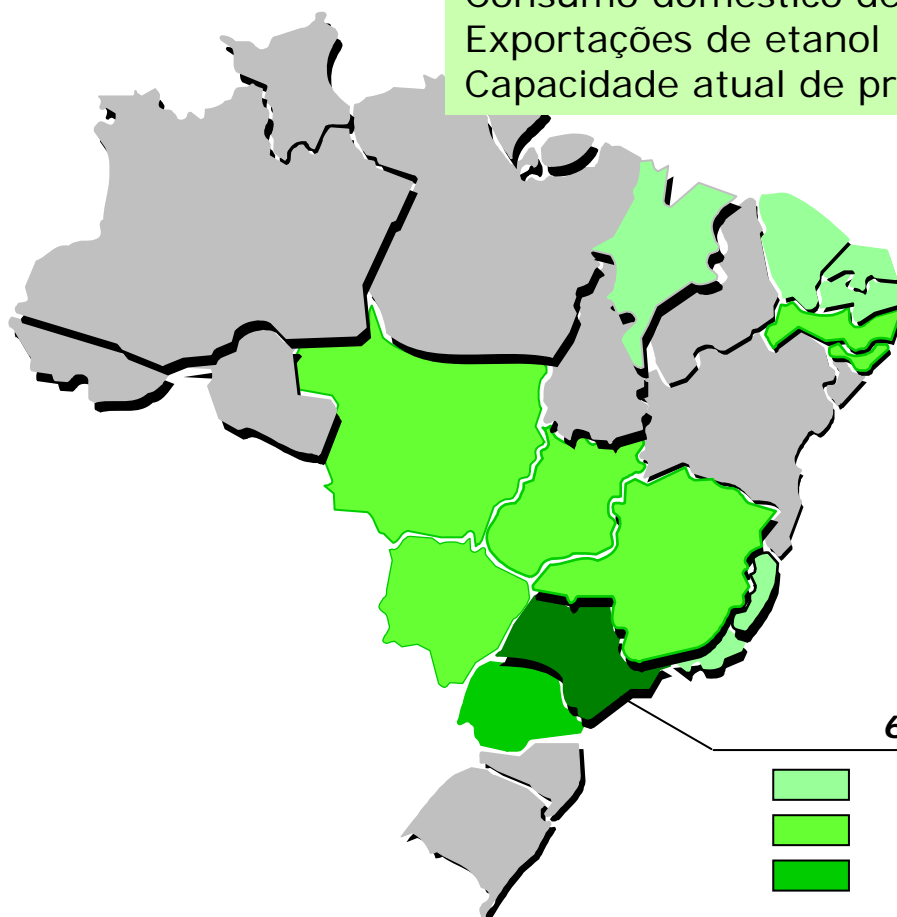
Fonte: Coopersucar, 1998

Perfil do setor sucroalcooleiro

Safra 2004 / 2005

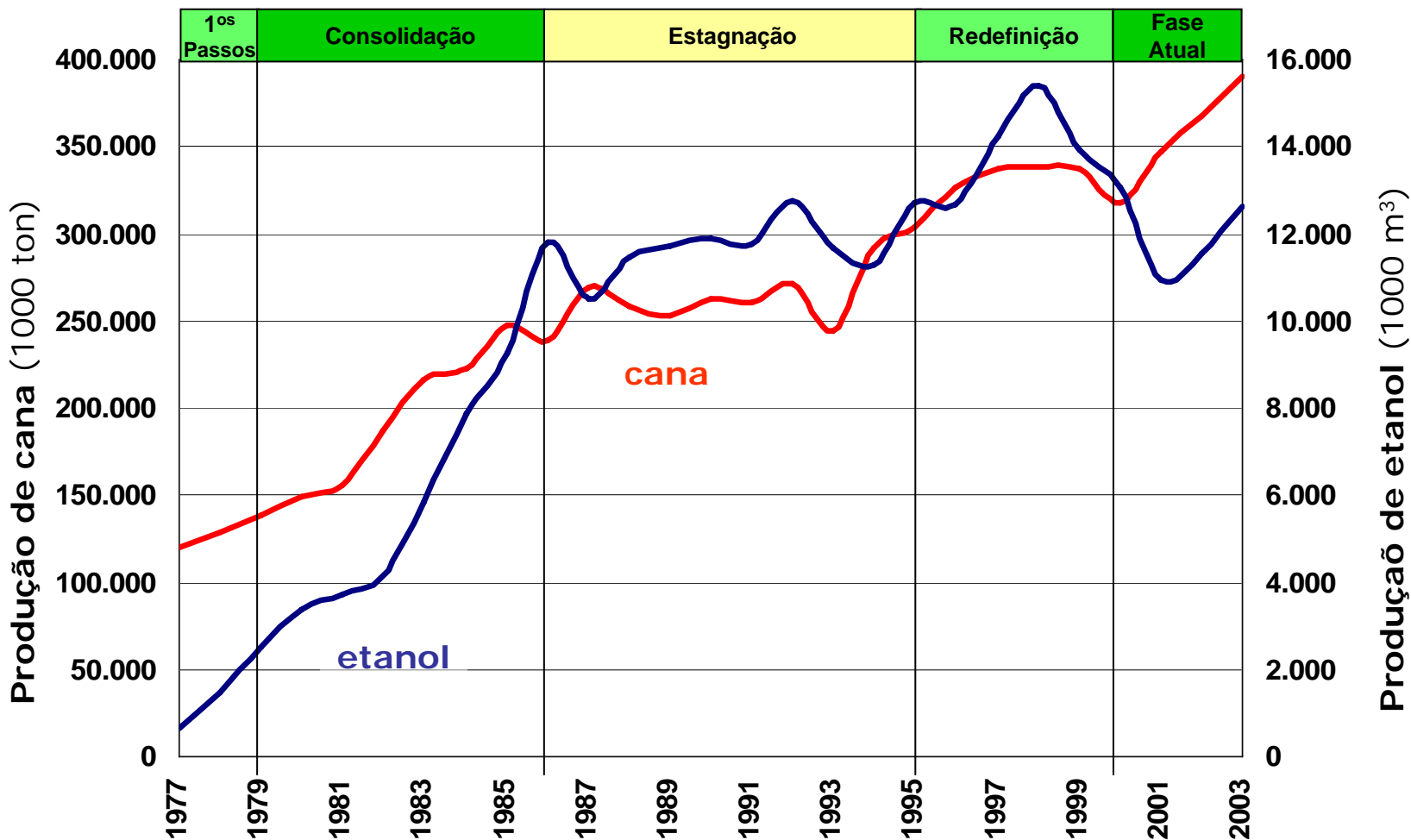
Produção de cana	381,4 milhões t
Produção de etanol	15,2 milhões m ³
Consumo doméstico de etanol	13,5 milhões m ³
Exportações de etanol	2,4 milhões m ³
Capacidade atual de produção	20,0 milhões m ³

Fonte: MAPA, 2006

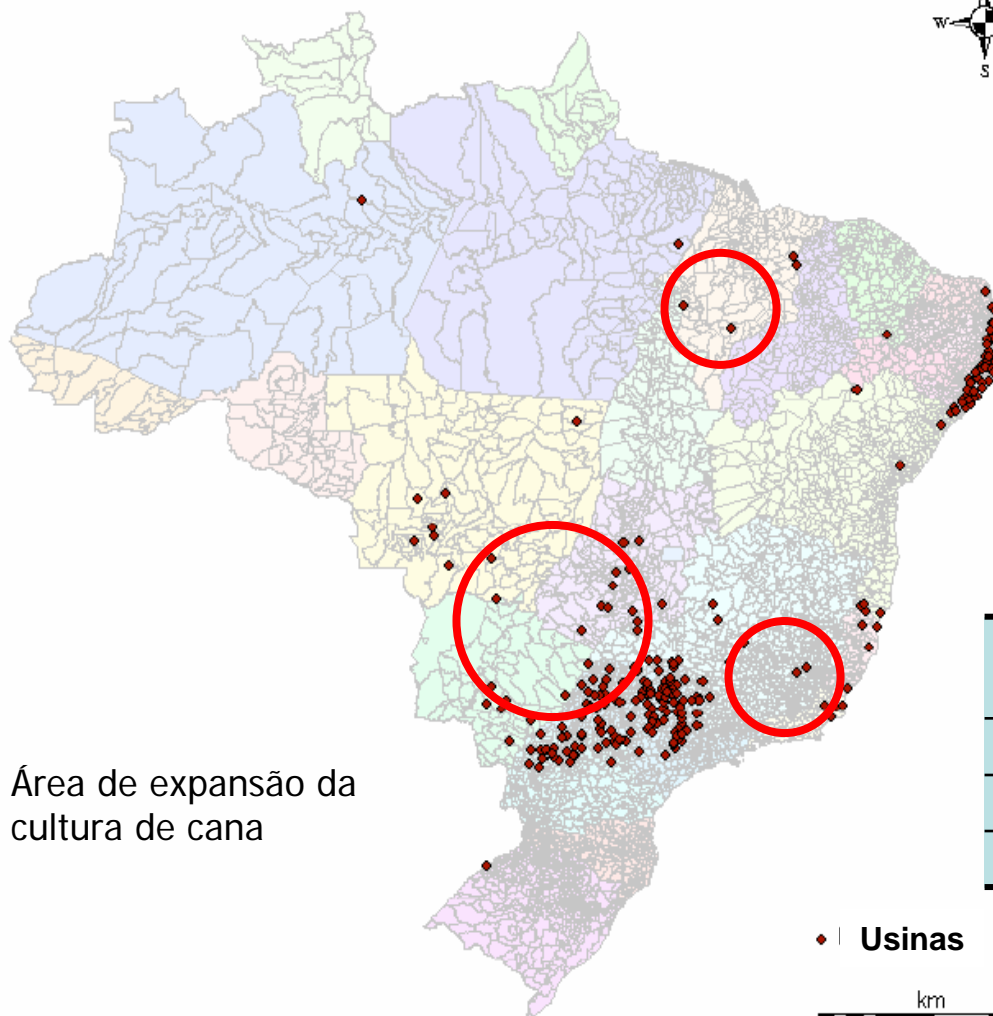



O Brasil é o maior exportador mundial de açúcar (38% do mercado) e de etanol (50,4%)

Produção nacional de cana e etanol



Expansão da produção de cana



 Área de expansão da cultura de cana



Produção de Cana	
Ano	10 ⁶ t
2005	431
2010	570
2015	715

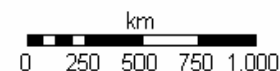
Fonte: UNICA, 2006

unidade: bilhões de litros

ETANOL	2010	2015
Produção	25,4	36,9
Exportações	5,3	8,5
Consumo	20,1	28,4

Fonte: AGE/MAPA, 2006

◆ Usinas



Fonte: MAPA, 2006

Mercado mundial de etanol

2010

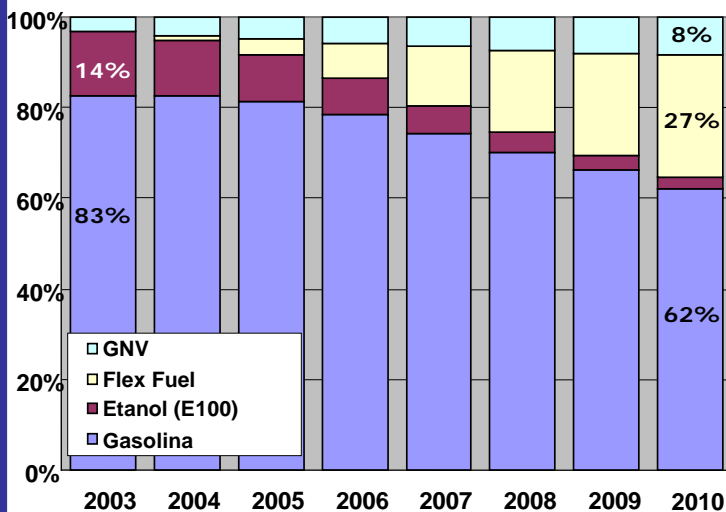
10⁹ litros

País/Região	Oferta	Demanda	Balanço
BRASIL	26.0	21.5	4.5
Estados Unidos	24.0	24.5	- 0.5
União Européia	7.2	10.0	- 2.8
China	4.0	4.5	- 0.5
Outros	7.5	8.2	- 0.7
TOTAL	68.7	68.7	

FonteSource: Nybot and Canaplan Projections

68,7 bilhões de litros de etanol ~ 860 mil bpd

Frota de veículos leves



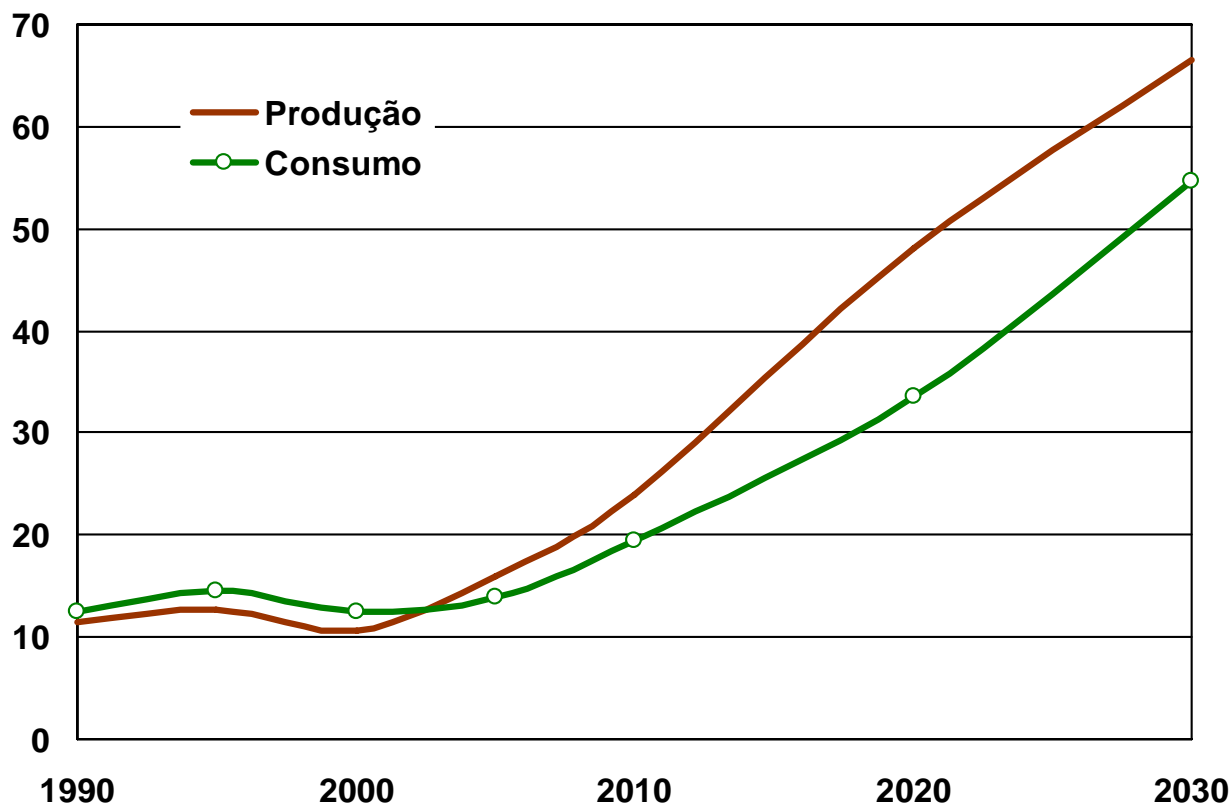
milhares de veículos

Ano	Gasolina	Etanol (E100)	Flex Fuel	GNV	TOTAL
2003	14.610	2.473	24	560	17.667
2004	15.134	2.232	189	740	18.295
2005	15.406	1.947	661	930	18.944
2006	15.311	1.561	1.539	1.130	19.541
2007	15.030	1.223	2.644	1.300	20.197
2008	14.736	946	3.776	1.530	20.988
2009	14.428	718	4.945	1.720	21.811
2010	14.098	531	6.182	1.880	22.691

Fonte: ANFAVEA, 2006

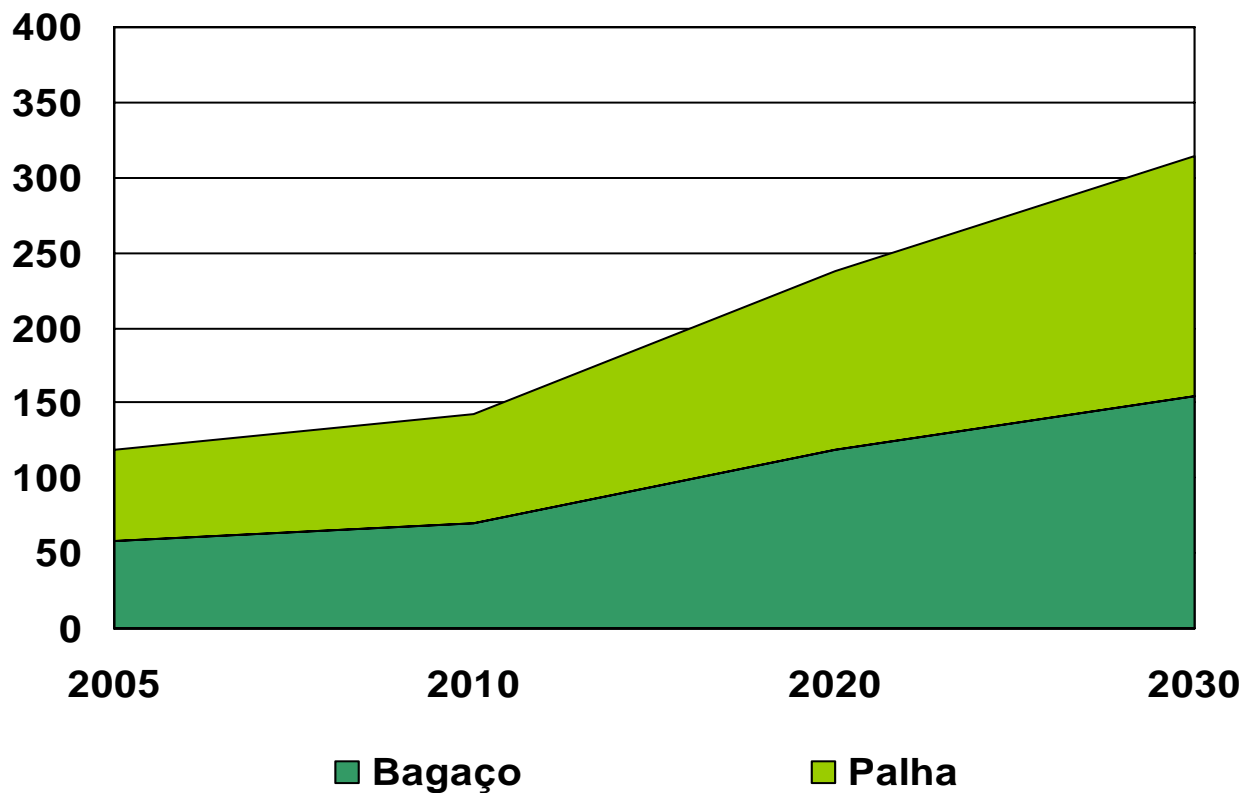
Em 2010, cerca de 30% da frota brasileira de veículos leves poderá estar movida a combustíveis renováveis

Projeção da Produção e do Consumo de Etanol (bilhões de l/ano)



Fonte:EPE

Oferta Total de Biomassa de Cana (milhões t/ano)



Fonte:EPE

Potencial técnico para geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana

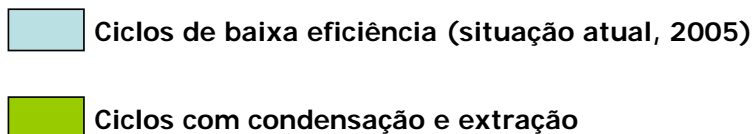
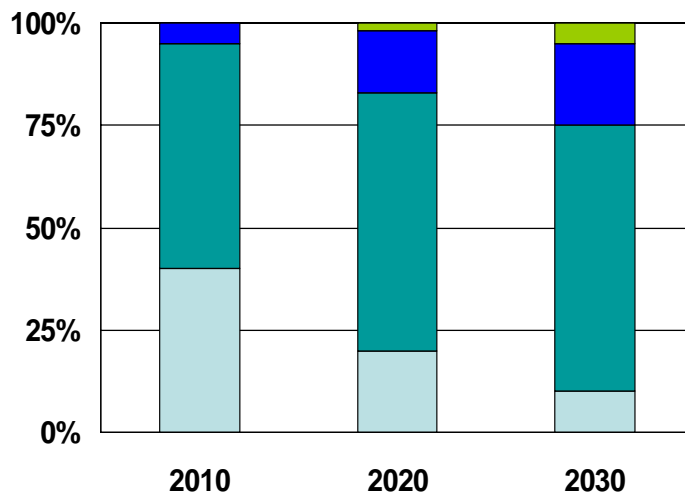
		Potencial técnico (TWh/ano)	
		Produção de cana	
Tecnologia	Aproveitamento da palha	Atual	2015
Ciclo de contrapressão (maioria das usinas hoje)	não	8,1	14,2
	sim	11,6	20,4
Ciclo de contrapressão eficiente (tendência de curto prazo)	não	24,3	42,6
	sim	34,9	61,0
Ciclo de condensação e extração (tendência de médio prazo)	não	46,4	81,3
	sim	77,5	135,6
Gaseificação da biomassa e ciclo combinado (tendência de longo prazo)	não	96,1	168,2
	Sim	142,2	248,8

8,1 TWh ~ **1.850 MW**
42,6 TWh ~ **9.750 MW**
61,0 TWh ~ **13.950 MW**
135,6 TWh ~ **30.950 MW**

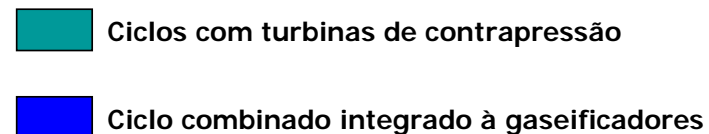
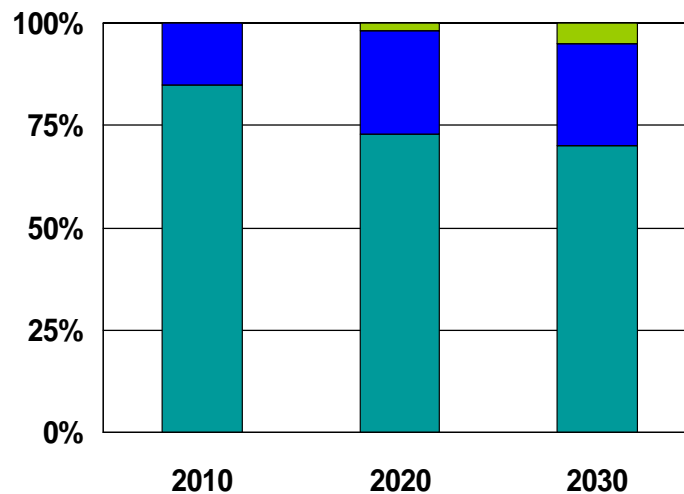
Baseado em Tolmasquim et al, 2005

Cenário de evolução da estrutura do processamento de cana, segundo as tecnologias de geração de eletricidade

Instalações de processamento de cana existentes em 2005

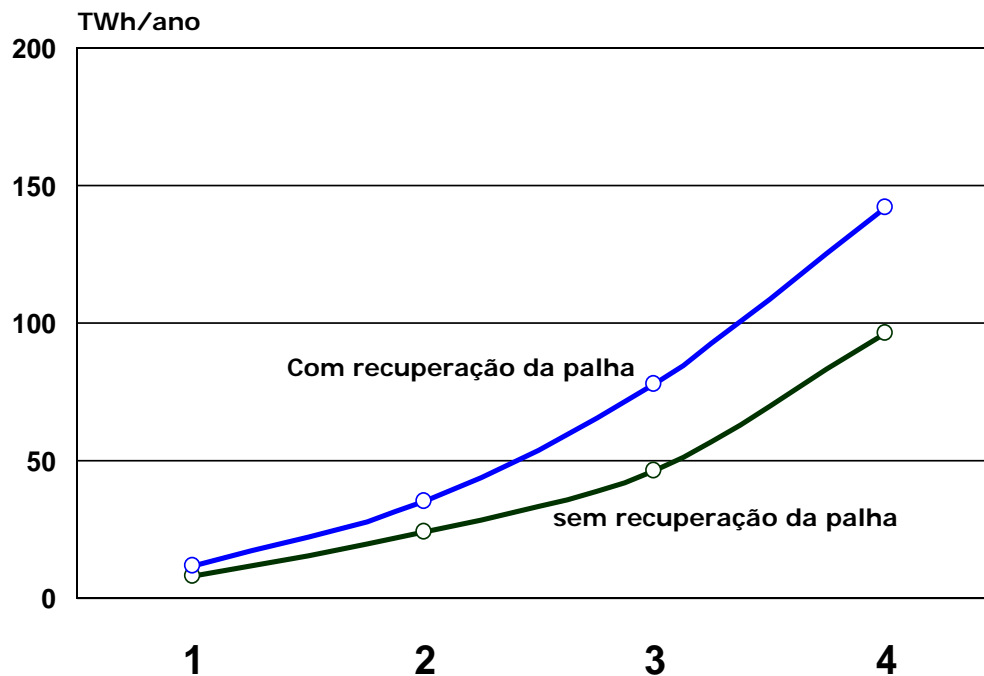


Novas instalações de processamento de cana (início de operação após 2005)



Fonte:EPE

Potencial de Produção de Eletricidade a partir da Biomassa da Cana (produção de cana de 400 milhões de t/ano)



Tecnologias para produção de energia elétrica a partir da biomassa da cana

1. Ciclo de contrapressão (atual)
2. Ciclo de contrapressão eficientizado
3. Ciclo de condensação e extração
4. Gaseificação da biomassa e ciclo combinado

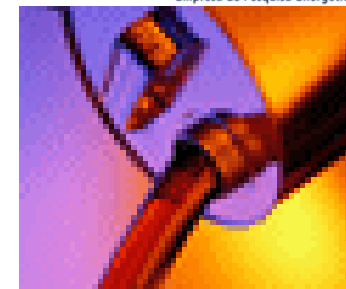
Potencial da Produção de Óleos Vegetais

(sem incorporação de novas áreas)

CULTURA	Produtividade litros/ha	Área Potencial 10 ⁶ ha	Produção Potencial 10 ⁹ litros	Observações
Soja	600	20	12,0	área equivalente à área cultivada com soja em 2004 (com integração agropecuária: 10% da área ocupada com criação animal)
Girassol	1.000	4	4,0	safrinha em 20% da área cultivada com soja
Mamona	600	4	2,4	zoneamento agrícola da região Nordeste
Dendê	4.500	10	45,0	reflorestamento de 20% das áreas já desmatadas da Amazônia
TOTAL	6.700	38	63,4	

Potencial de produção de mais de 60 milhões de m³ por ano

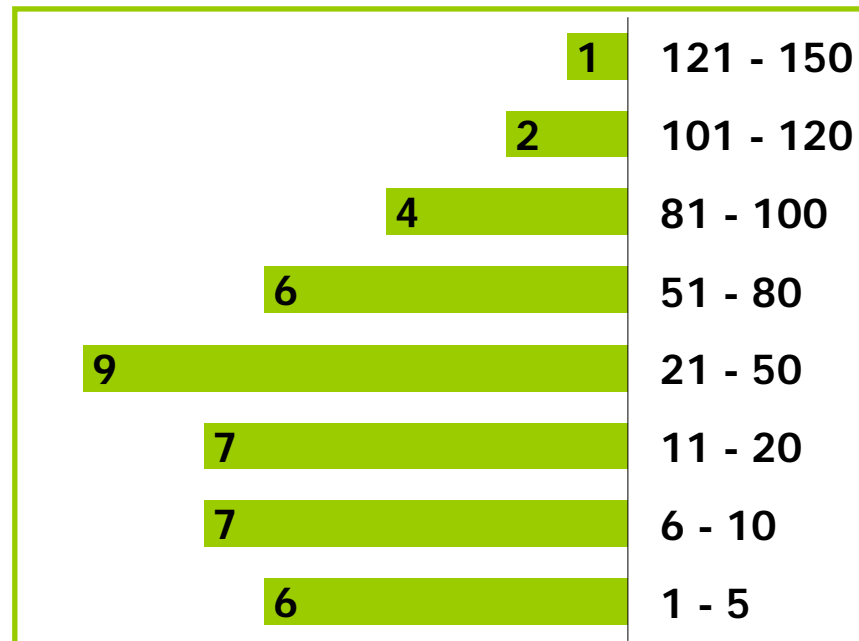
Capacidade de produção de biodiesel (2007)



N.º de instalações segundo a região (capacidade de produção em 10³ m³/ano)

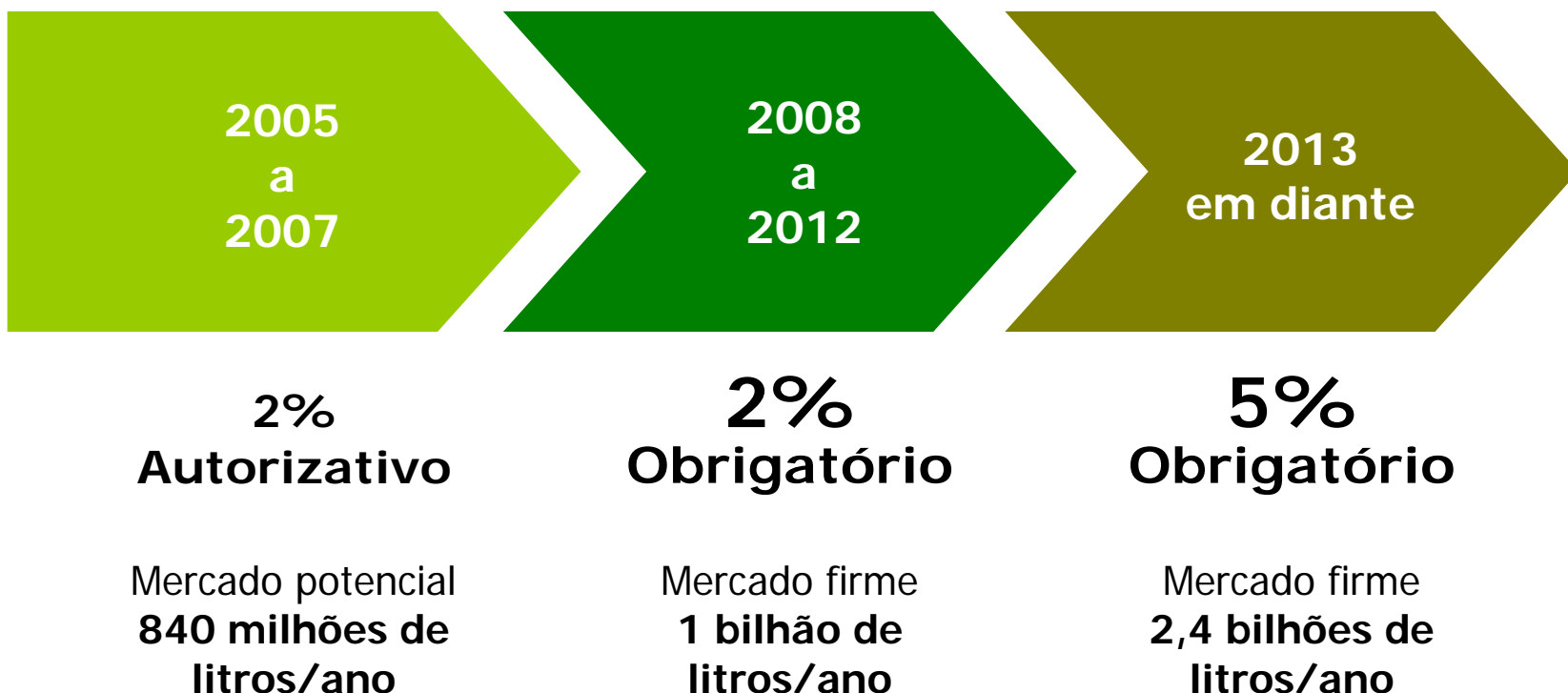
Região	Quant.	Capacidade de
Norte	2	48
Nordeste	9	249
Sudeste	18	719
Sul	9	477
Centro-Oeste	8	386
TOTAL	46	1.879

N.º de instalações segundo a capacidade de produção (10³ m³/ano)

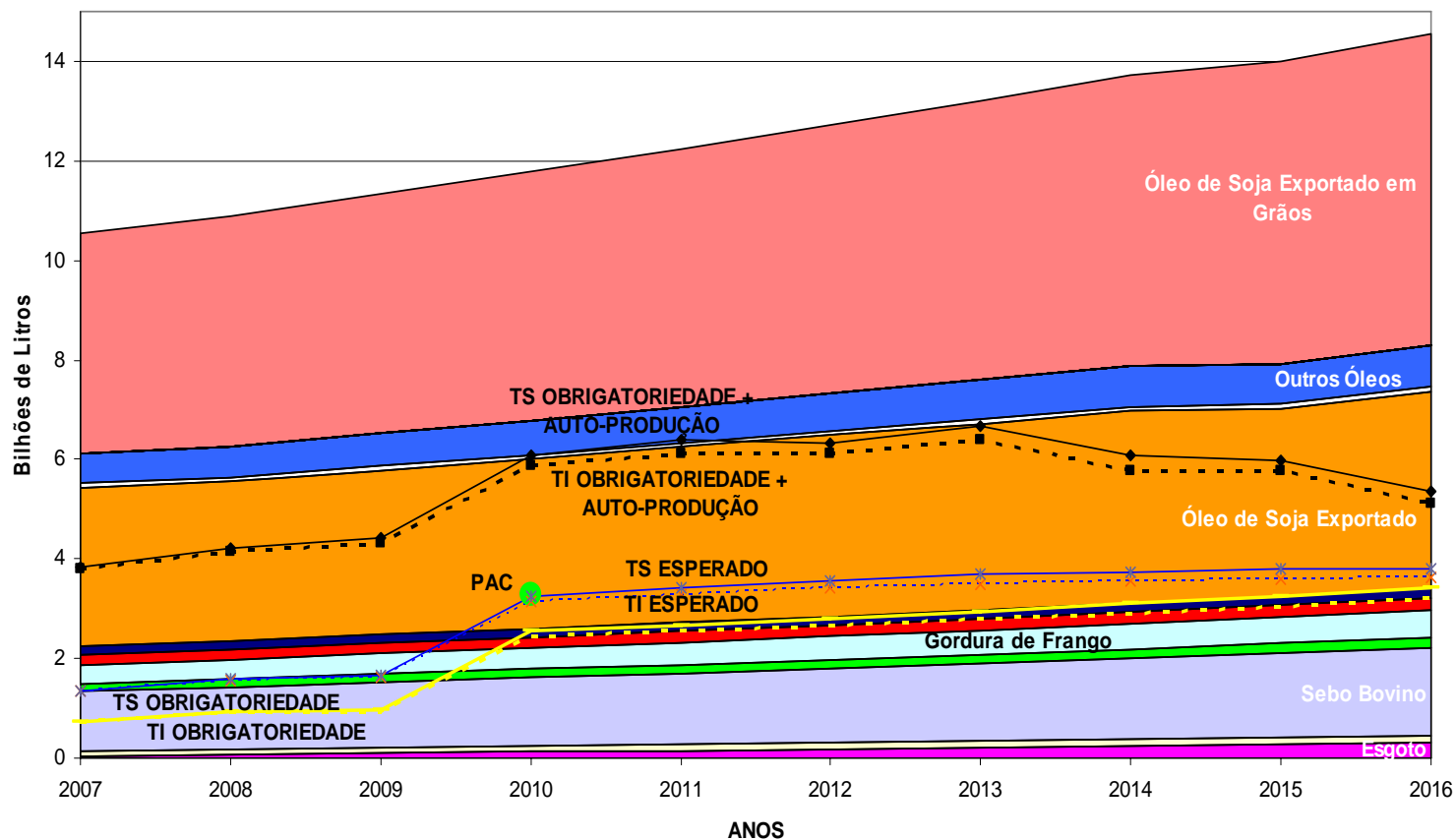


Lei nº 11.097/05

Estabelece percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel e o monitoramento da inserção do novo combustível no mercado.

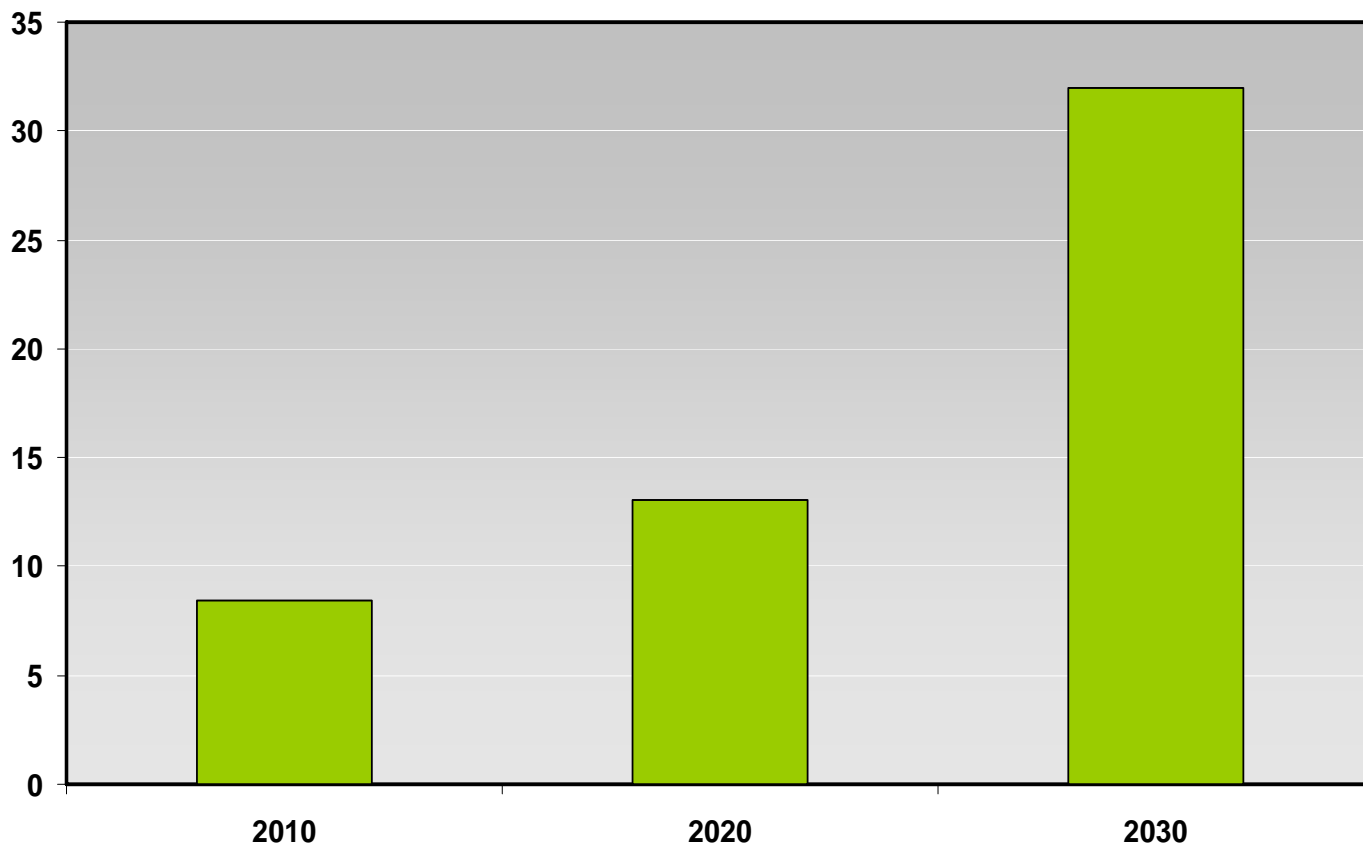


Estimativa de produção de biodiesel (bilhões de litros)



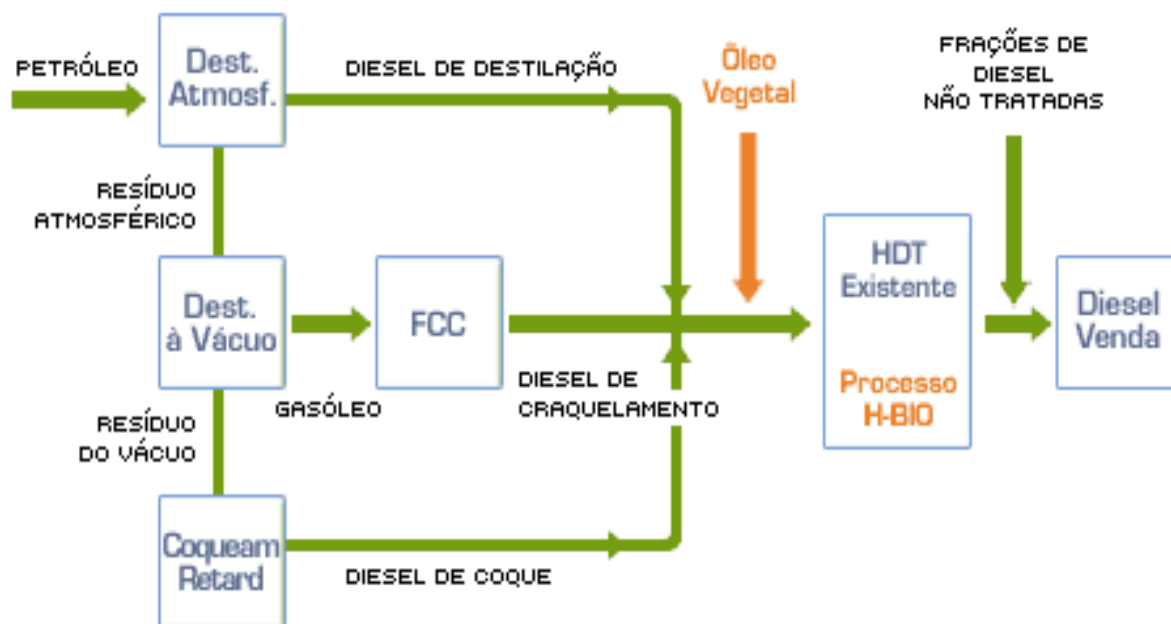
- Borra de Ácidos Graxos
- Graxa Suína
- Óleo Usado
- Óleo de Dendê
- Óleo de Mamona

Projeção da Produção de Biodiesel (milhões l/ dia)

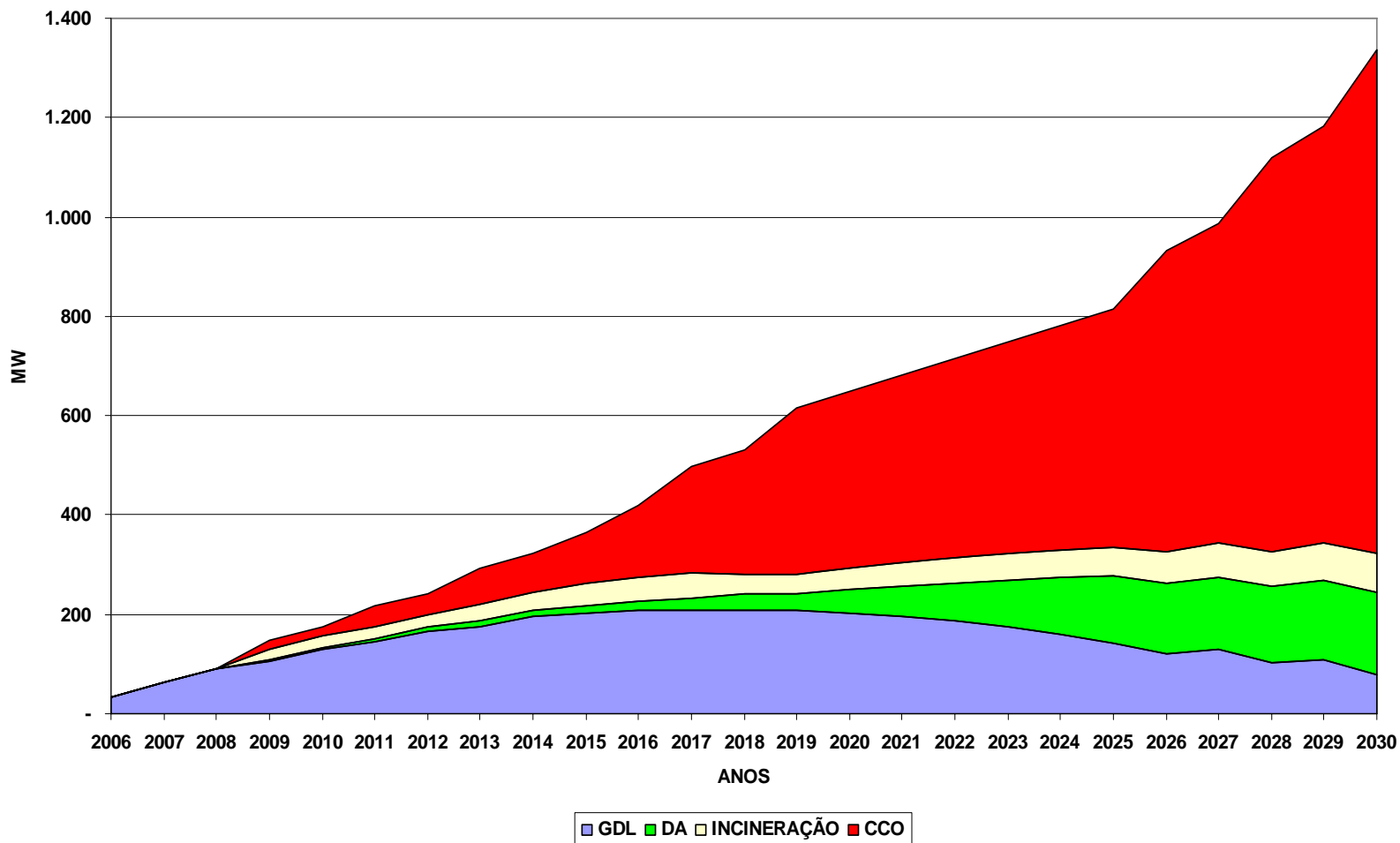


H - Bio

- Hidroconversão catalítica da mistura de frações de diesel e óleo vegetal, em um reator de HDT, sob condições controladas de alta temperatura e pressão de hidrogênio
- Resultado diesel de excelente qualidade: melhor ignição, menor densidade e mais baixo teor de enxofre
- Implementação em cinco refinarias até 2008, permitindo produção de 425.000 m³/ano



Resíduos sólidos urbanos – perspectivas de geração sem conservação



Resíduos sólidos urbanos – perspectivas de geração com conservação

