

# CURSO ENERGIAS RENOVÁVEIS

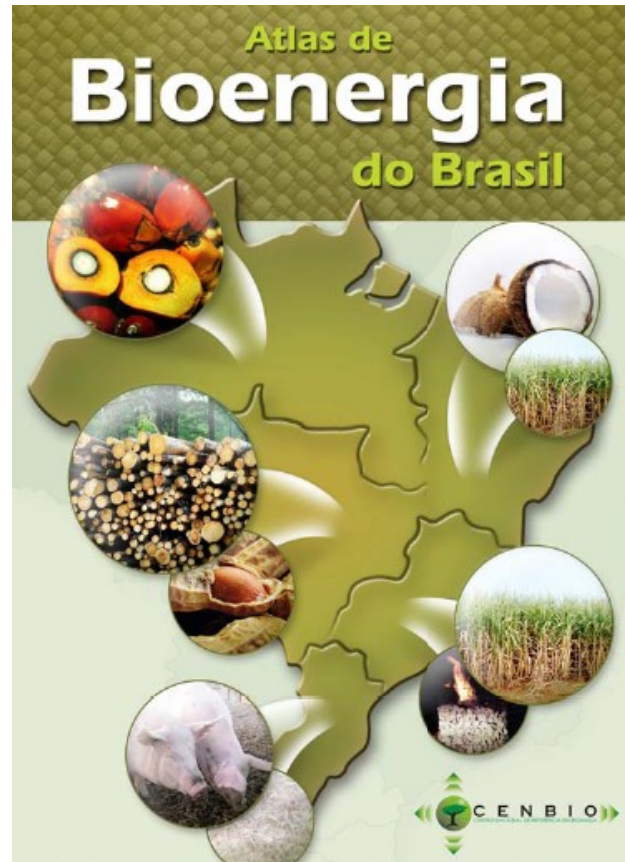
## BIOMASSA

JULIETA BARBOSA MONTEIRO, Dra

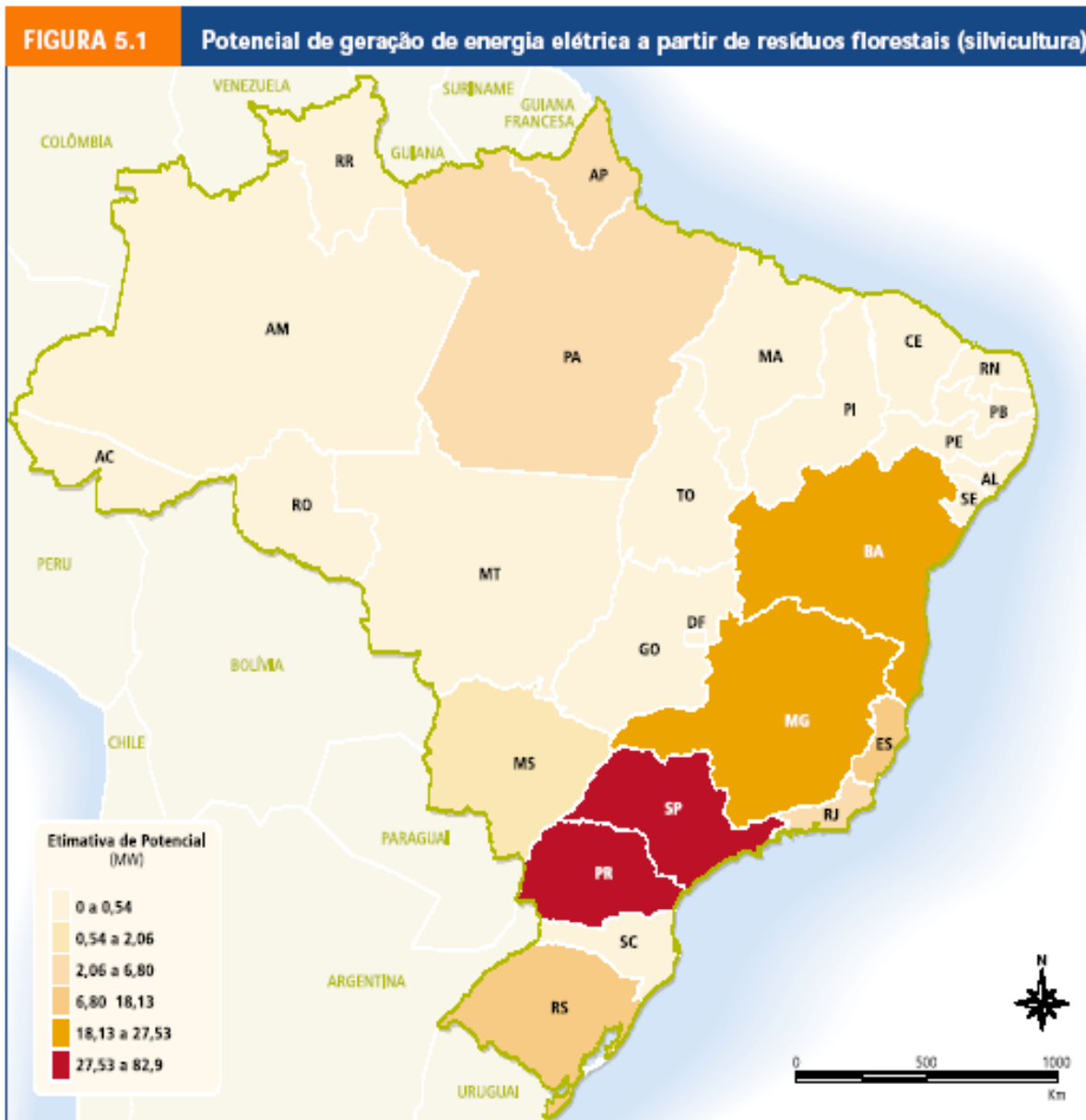
[julieta@lepten.ufsc.br](mailto:julieta@lepten.ufsc.br)

2011-1

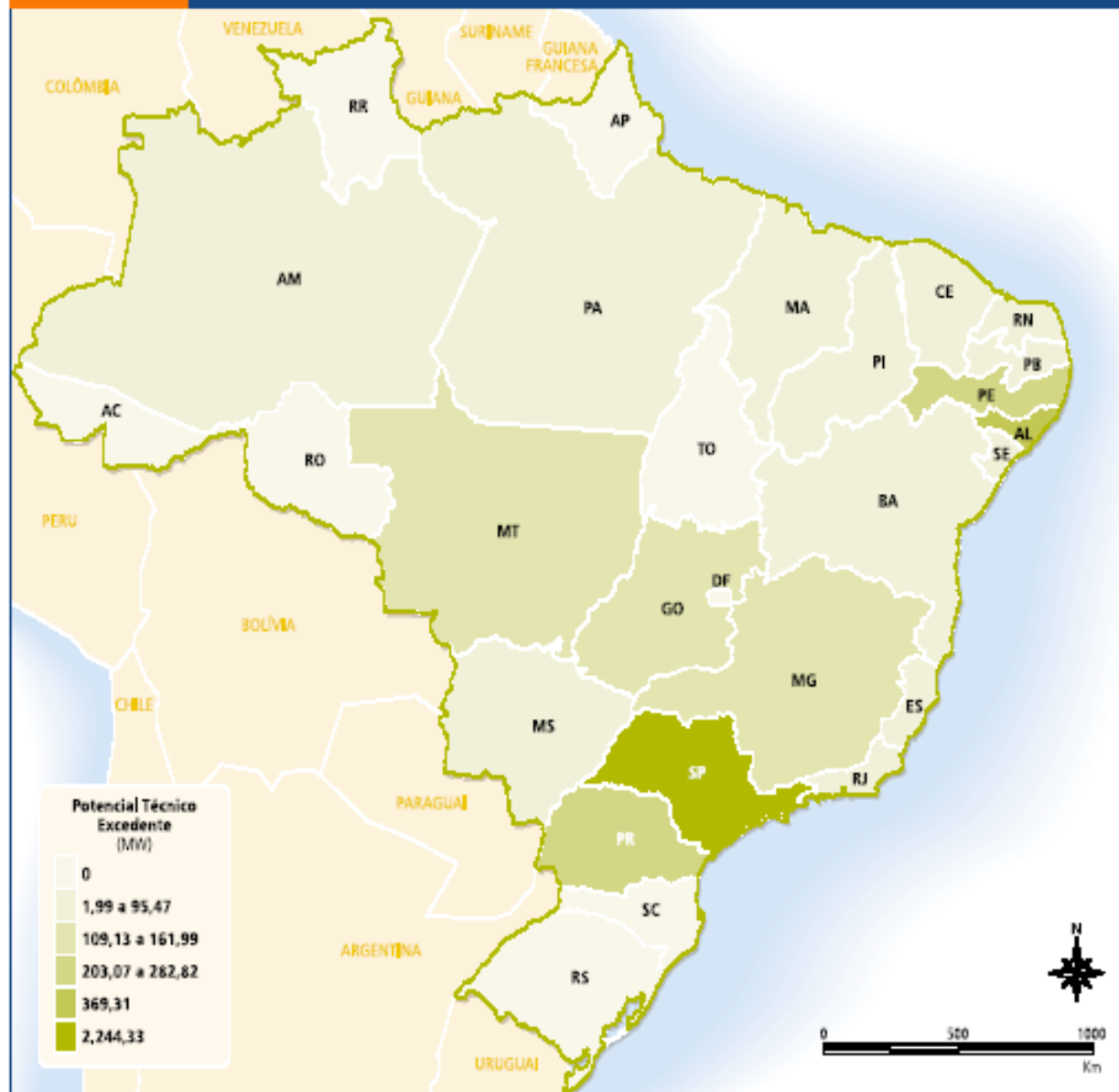
## DISPONIBILIDADE DE RECURSOS



ANEEL



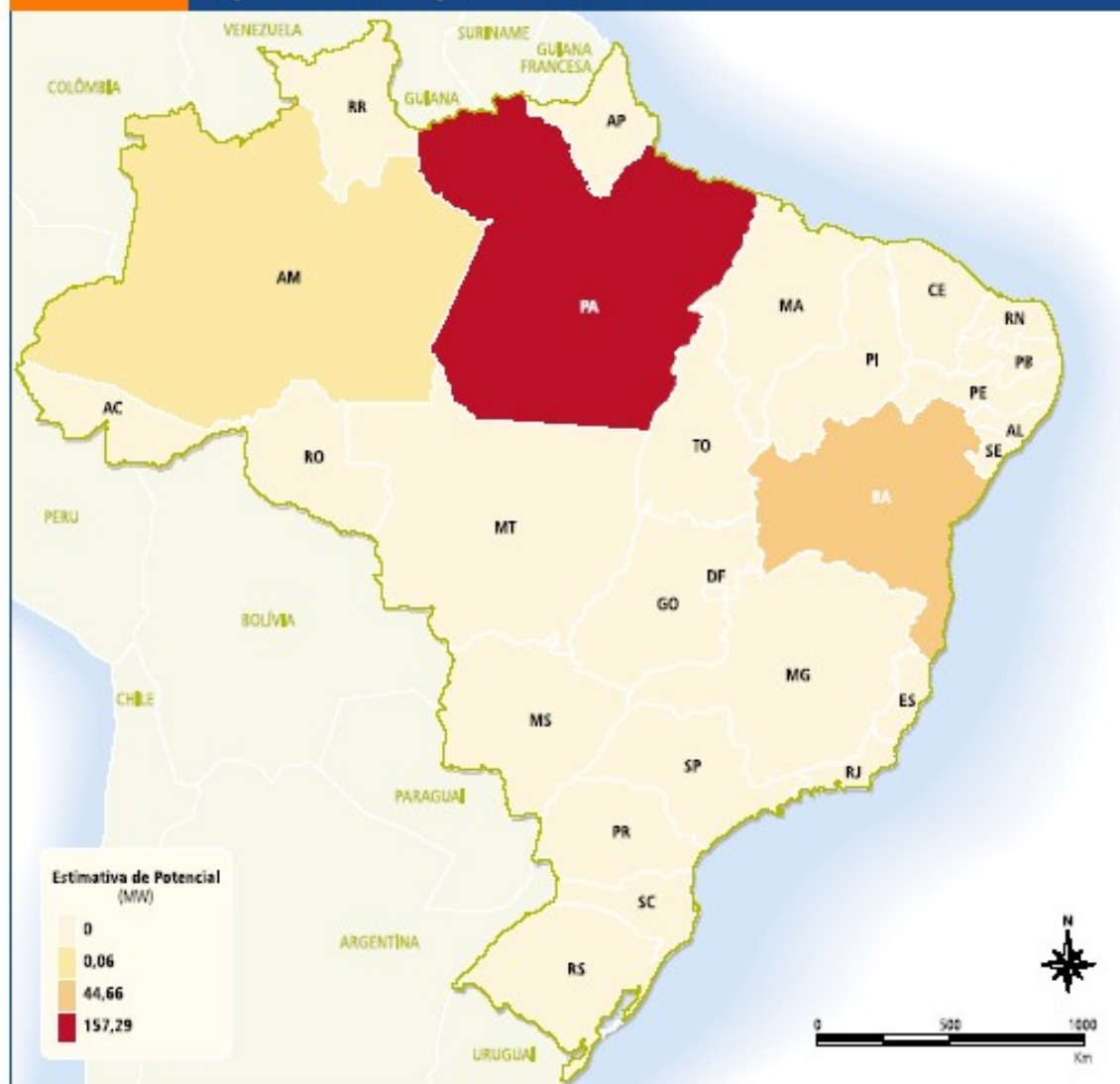
Fonte: CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CENBIO. Panorama do potencial de biomassa no Brasil. Brasília, Deylgrafica, 2001. 80p. (adaptada)

**FIGURA 5.2****Potencial de geração de excedente de energia elétrica no setor sucroalcooleiro**

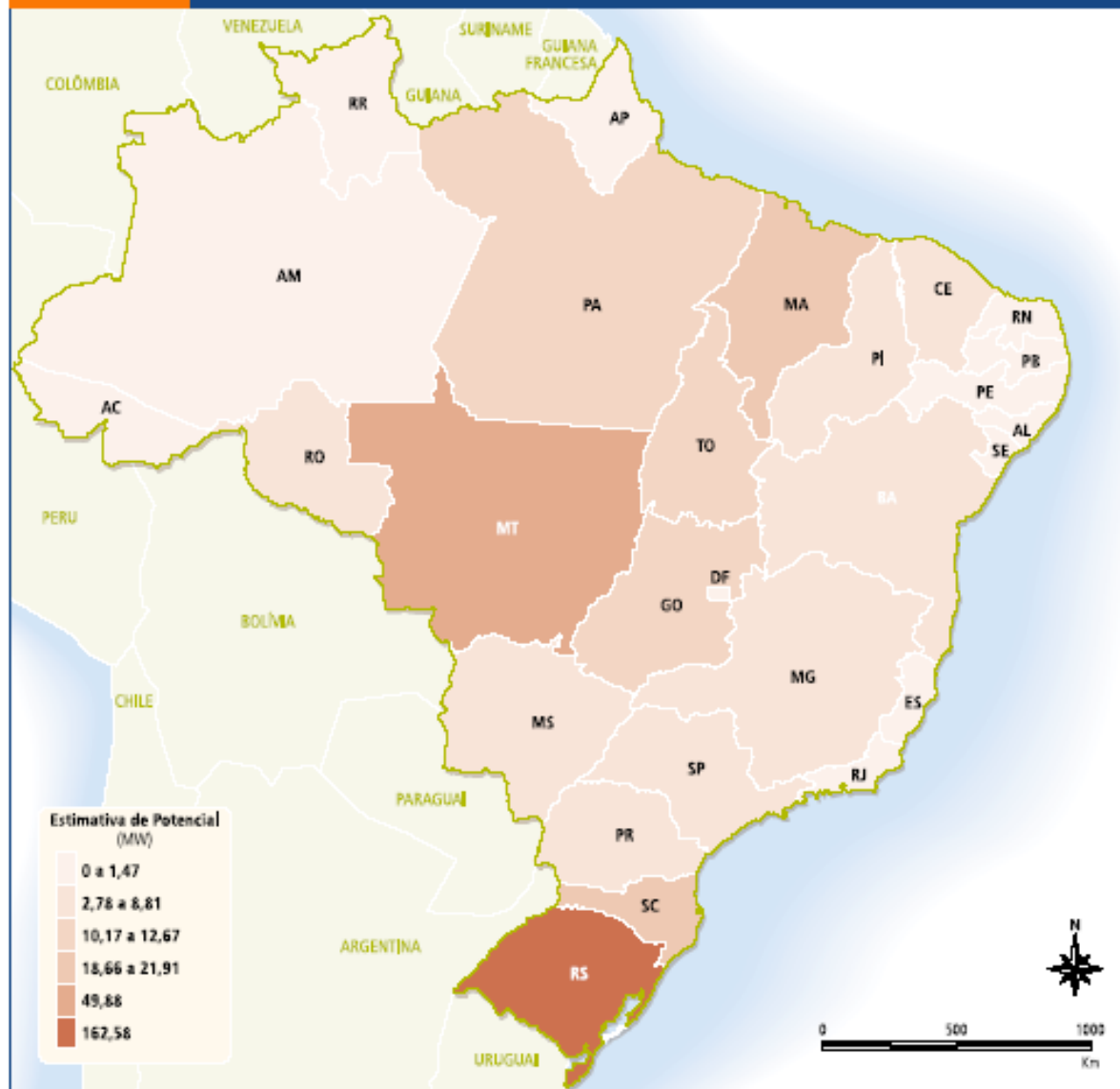
Fonte: CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CENBIO. Programa de potencial de biomassa em Brasil, Brasília: Dupligráfica, 2003. 80 p. (adaptada)

FIGURA 5.3

Estimativa de potencial para geração de energia elétrica a partir do óleo de palma (dendê)



Fonte: CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CNBIO. Panorama de potencial de biomassa no Brasil. Brasília: Dupligráfica, 2003. 80 p. (adaptada)

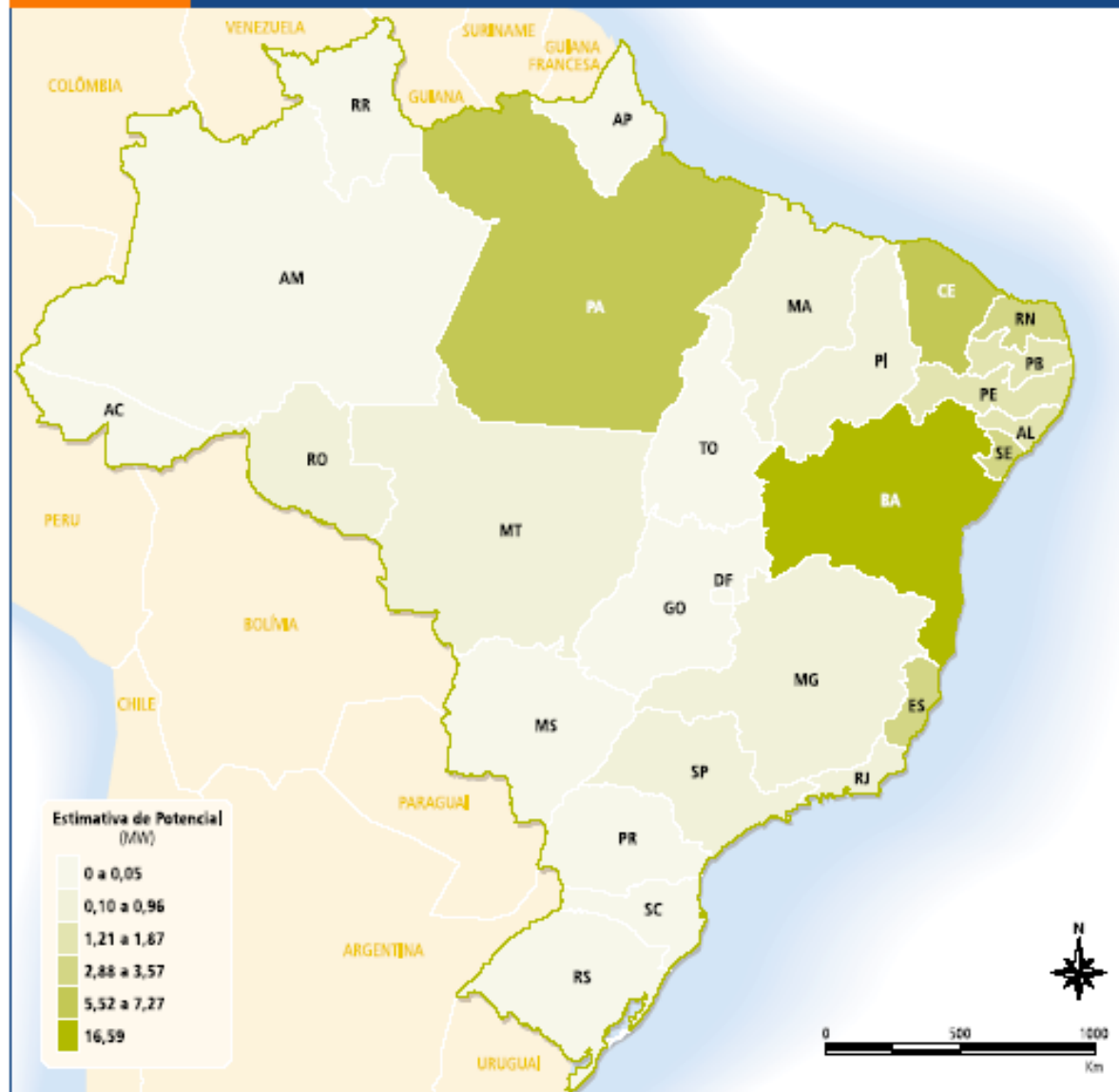
**FIGURA 5.4****Potencial de geração de energia elétrica a partir de casca de arroz**

Fonte: CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CENBIO. Panorama de potencial de biomassa no Brasil. Brasília, Deygrafica, 2001. 80 p. (adaptado)



**FIGURA 5.6**

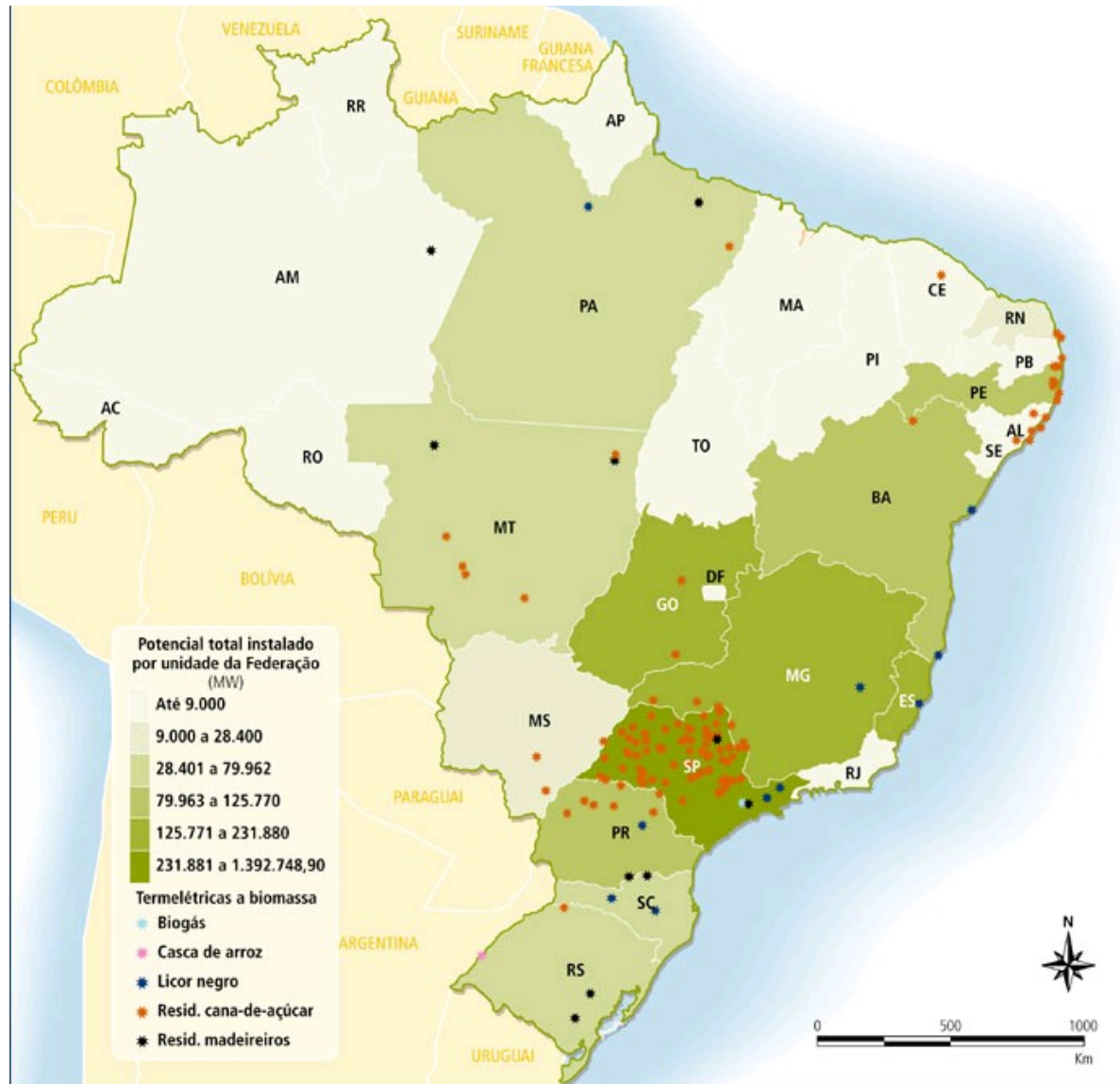
**Potencial de geração de energia elétrica a partir de casca de coco-da-baía**



Fonte: CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CENBIO. Panorama de potencial de biomassa no Brasil. Brasília: Deygrafica, 2001. 80p. (adaptada)



# Potencial Instalado (MW)



# PROCESSOS DE CONVERSÃO DA BIOMASSA

**FIGURA 5.7**

**Diagrama esquemático dos processos de conversão energética da biomassa**

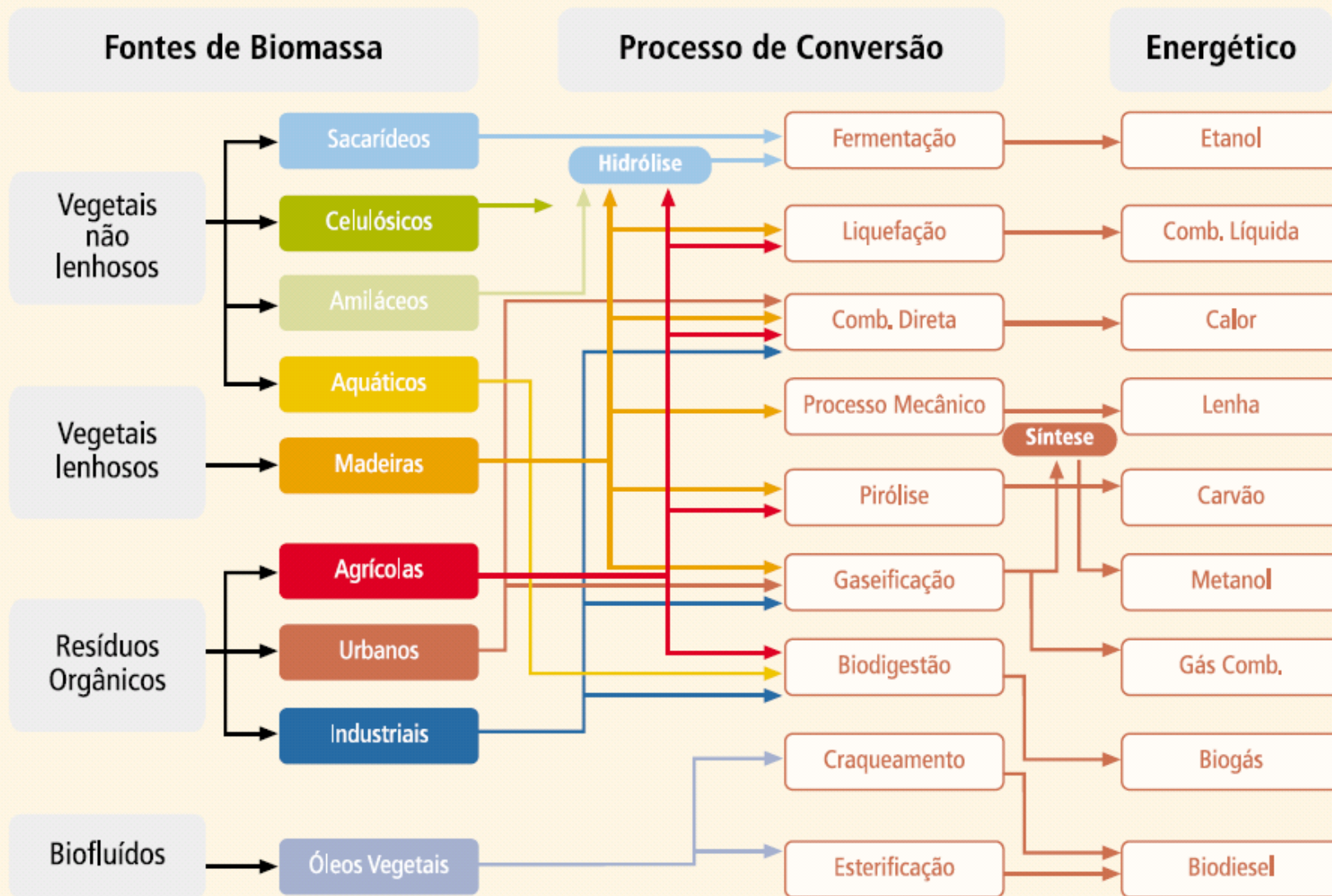
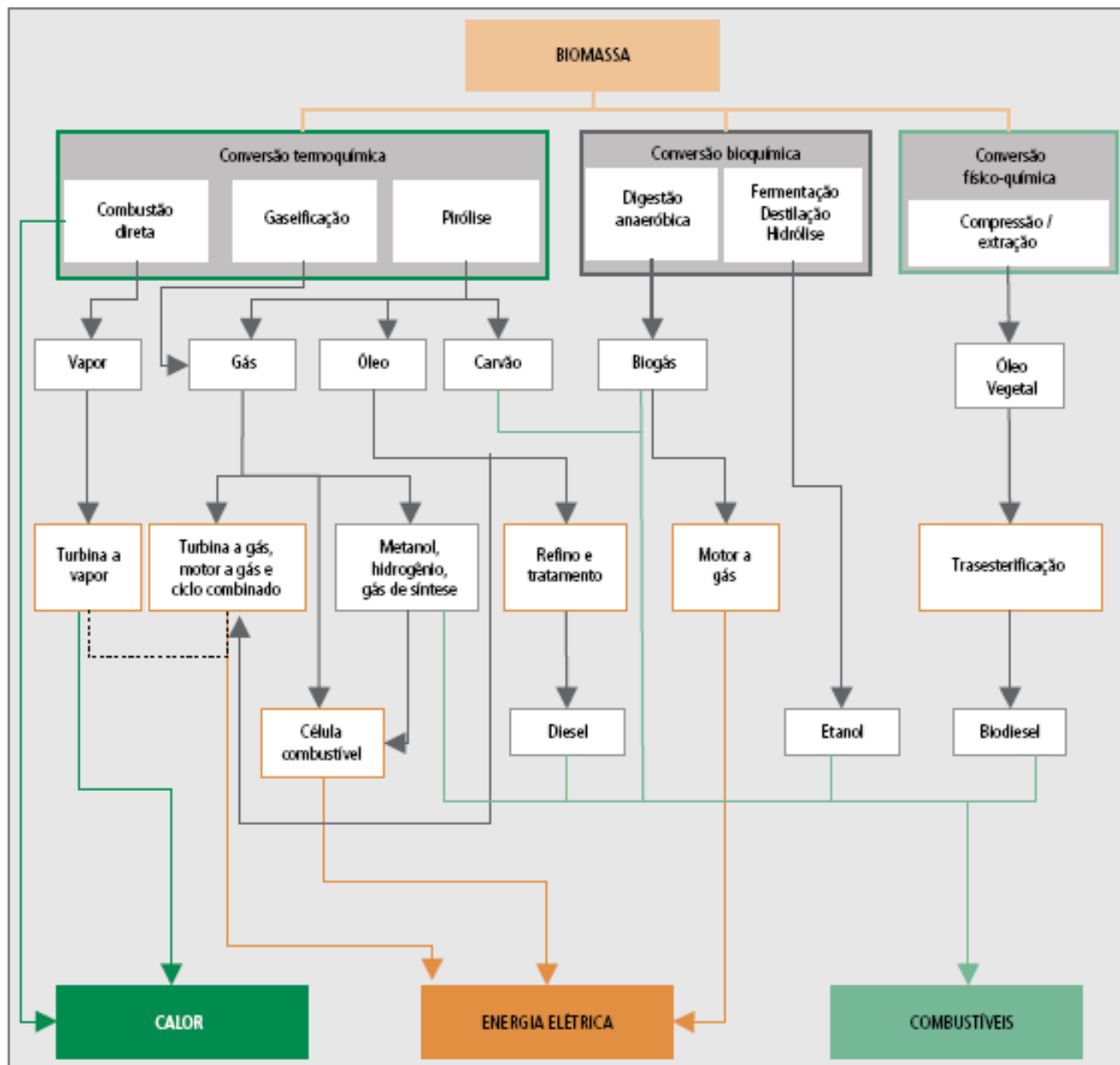
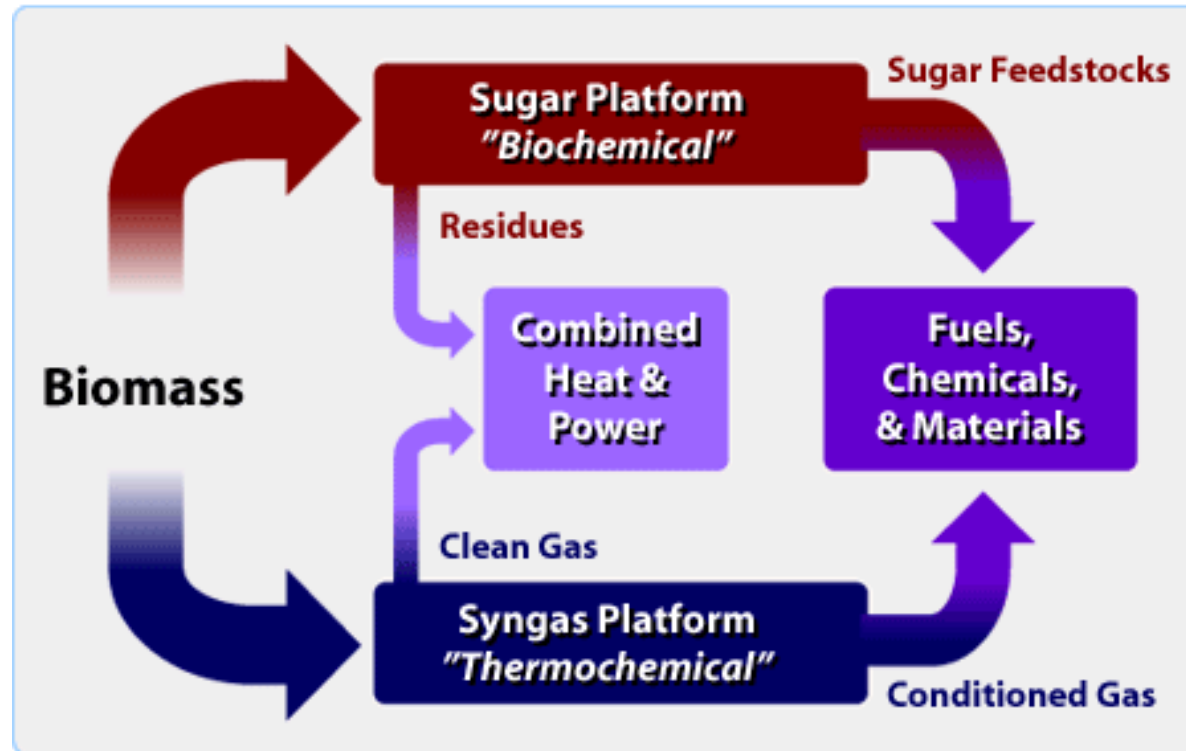


Figura 5 - Rotas tecnológicas de conversão energética da biomassa



PNE 2030  
MME

## Biorefinery Concept



<http://www.nrel.gov/>

National Renewable Energy Laboratory

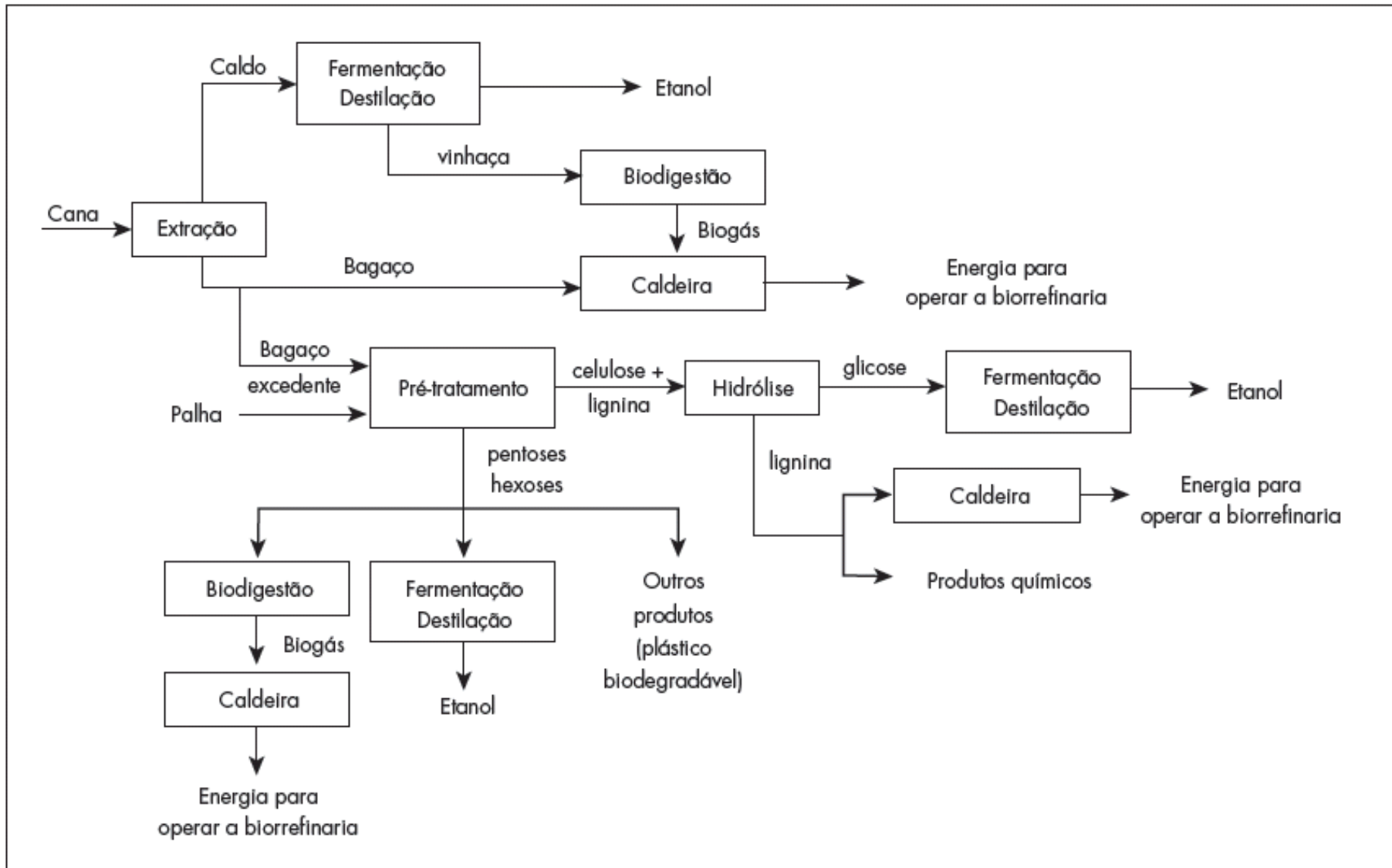


Figura 3 – Fluxograma conceitual preliminar da Biorrefinaria – aproveitamento integral da cana-de-açúcar, pela rota química

# PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ETANOL

# LEPTEN

LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA DE PROCESSOS  
DE CONVERSÃO E TECNOLOGIA DE ENERGIA

Usina Cerradinho Unidade Potirendaba





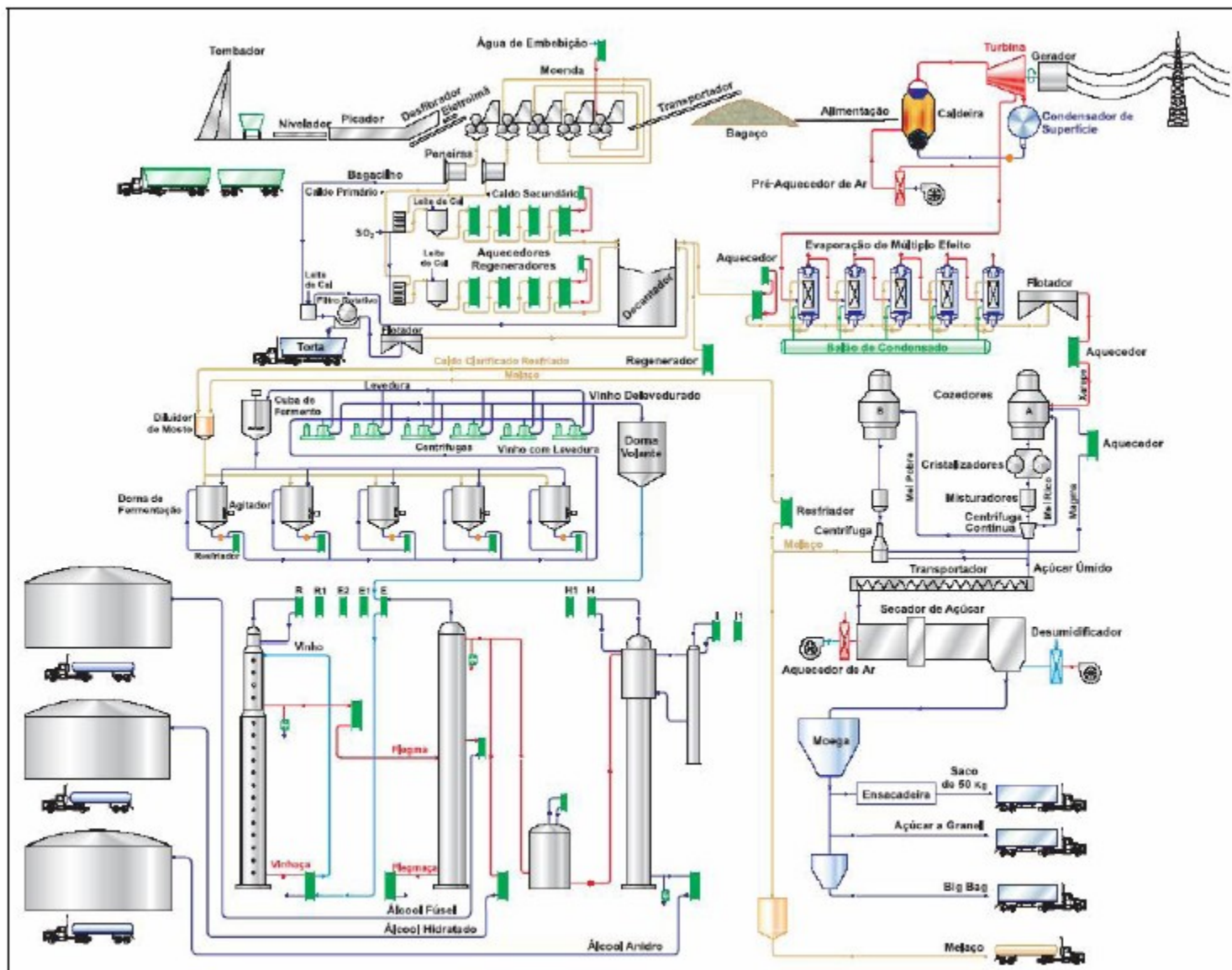
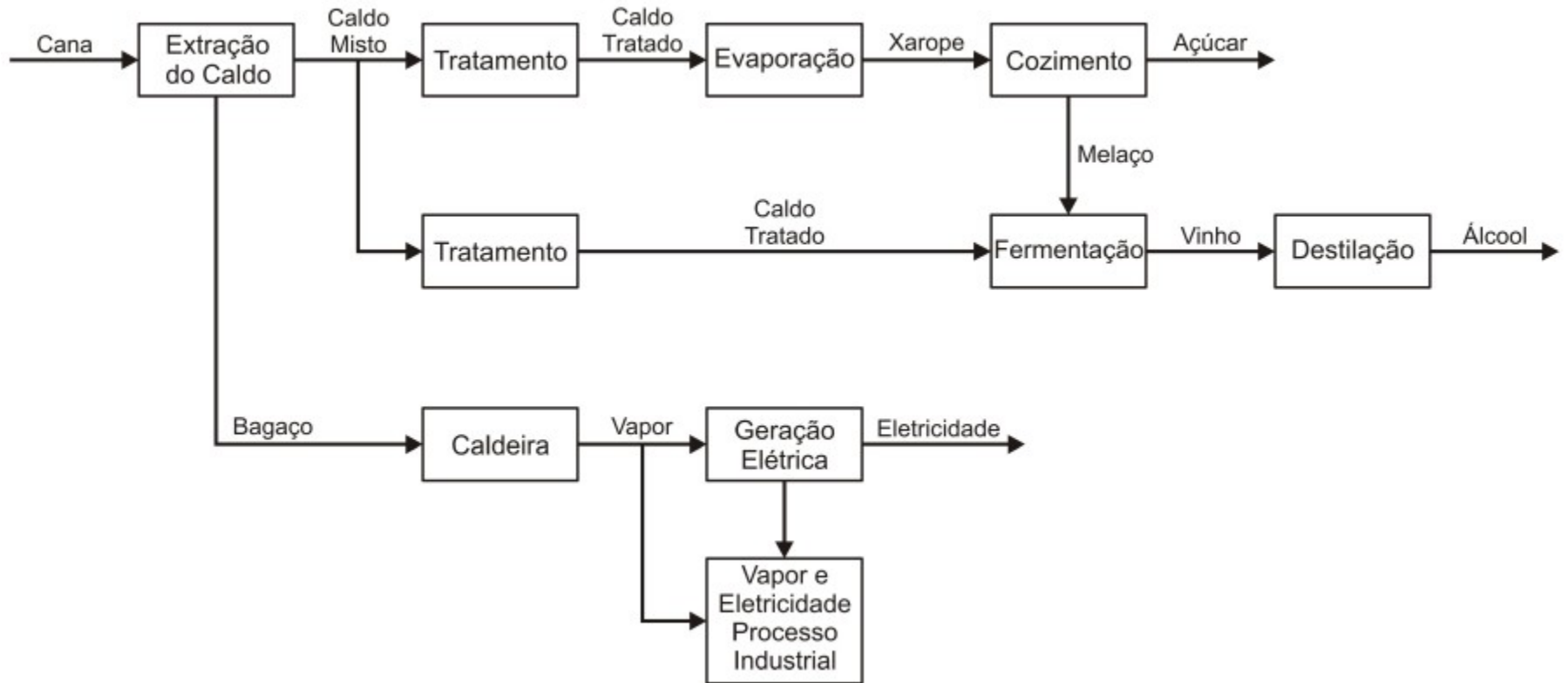


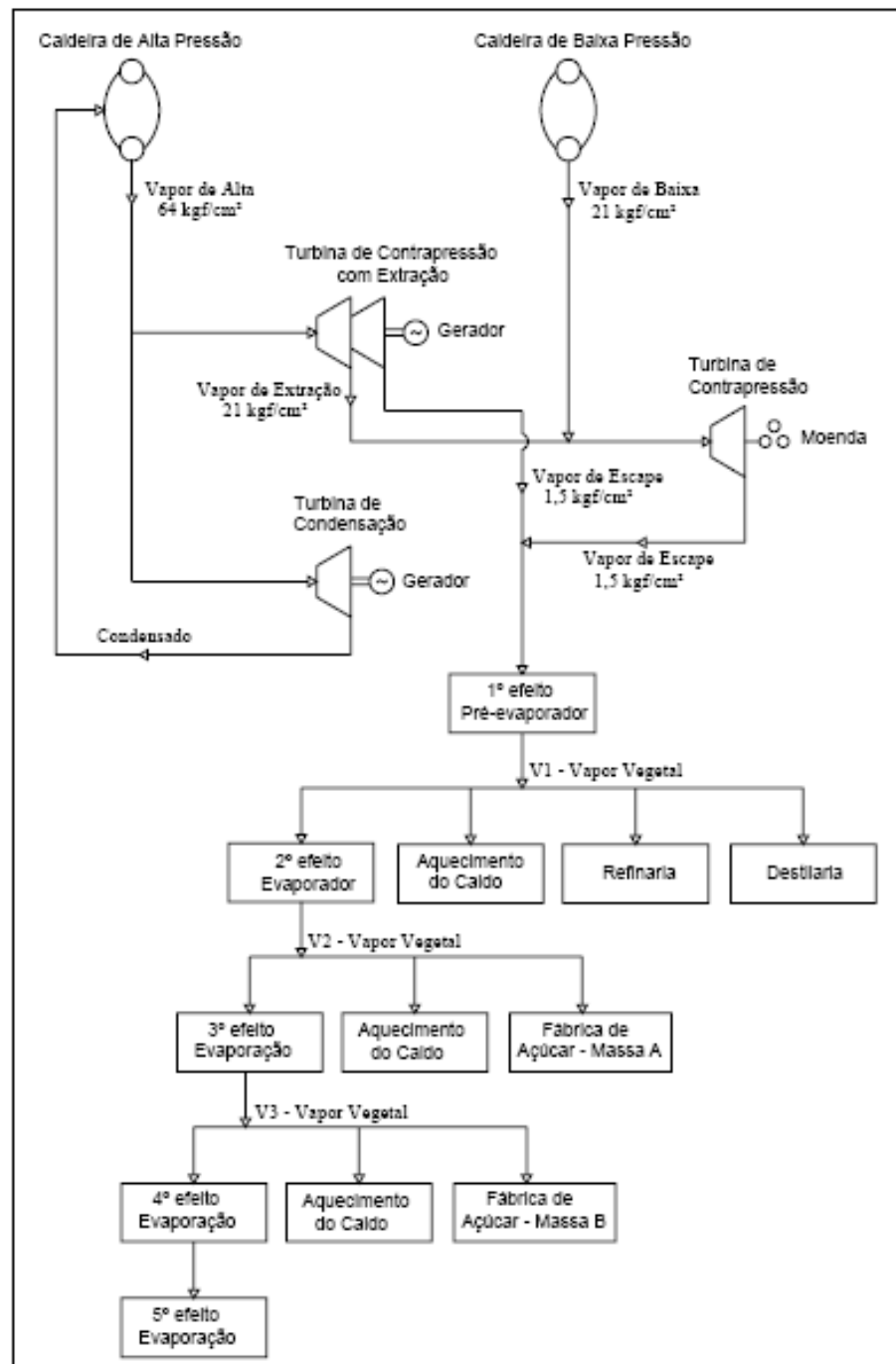
Figura 1: Fluxograma da produção de açúcar e álcool<sup>1</sup>

Processo de Produção de Açúcar, Etanol e Energia

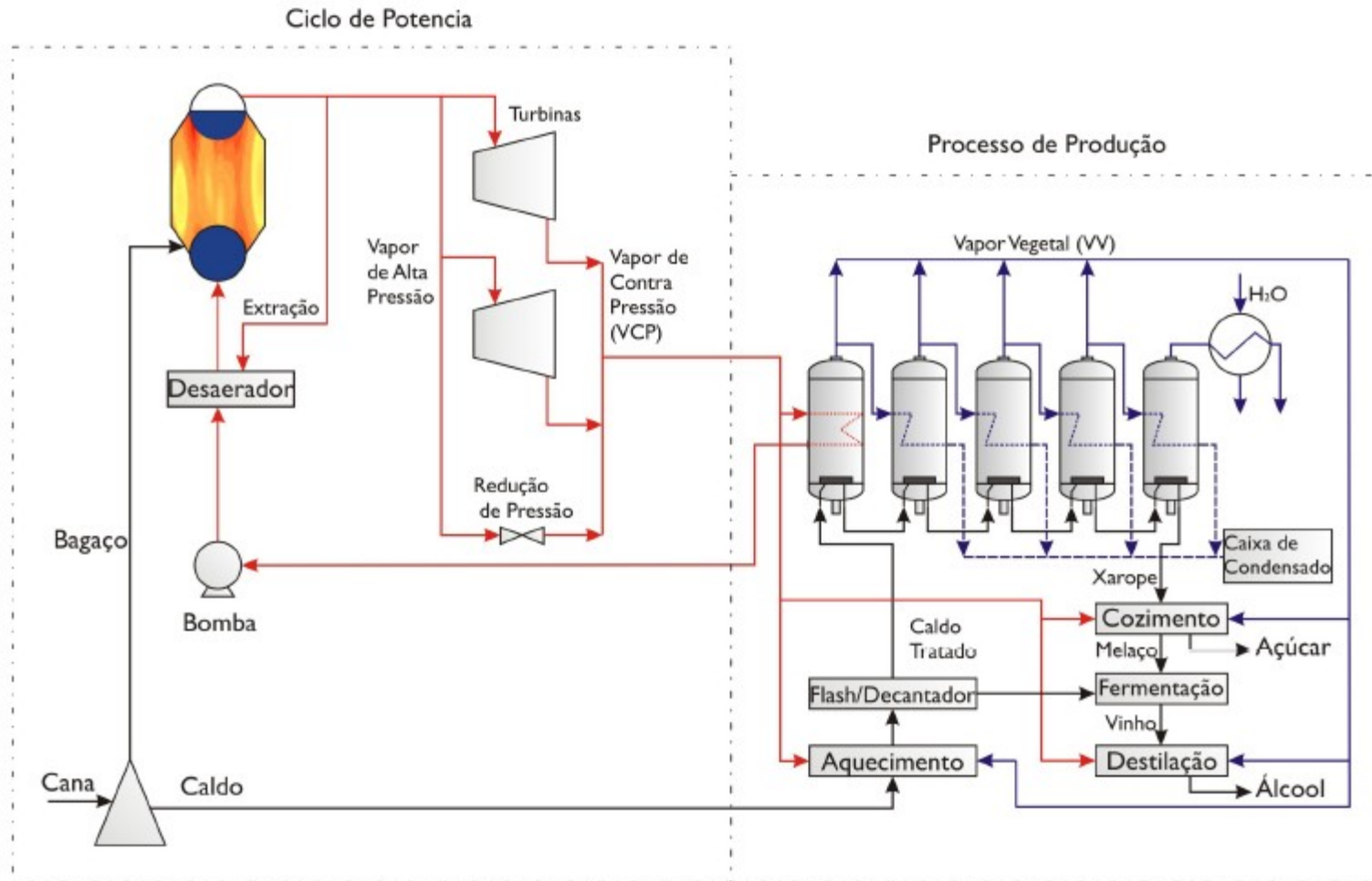
# FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DE AÇÚCAR, ÁLCOOL E ENERGIA



# FLUXOGRAMA DE GERAÇÃO E CONSUMO VAPOR

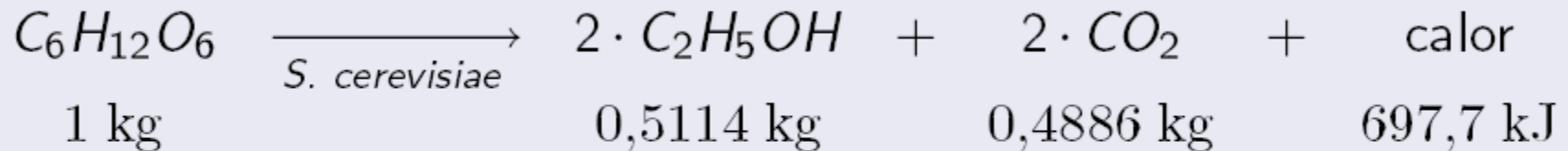


# FLUXOGRAMA DE GERAÇÃO E CONSUMO VAPOR EM UMA USINA DE AÇÚCAR, ETANOL E ENERGIA



# ESTEQUIOMETRIA DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

- Reação da fermentação em condições anaeróbicas:



- Fator de conversão de açúcar em etanol máximo é 51,14 %;
- $\Delta H_S = 697,7 \text{ kJ kg}^{-1}$  (ALBERS *et al.*, 2002);
- Faixa de temperatura ideal da fermentação: 30 a 33 °C.

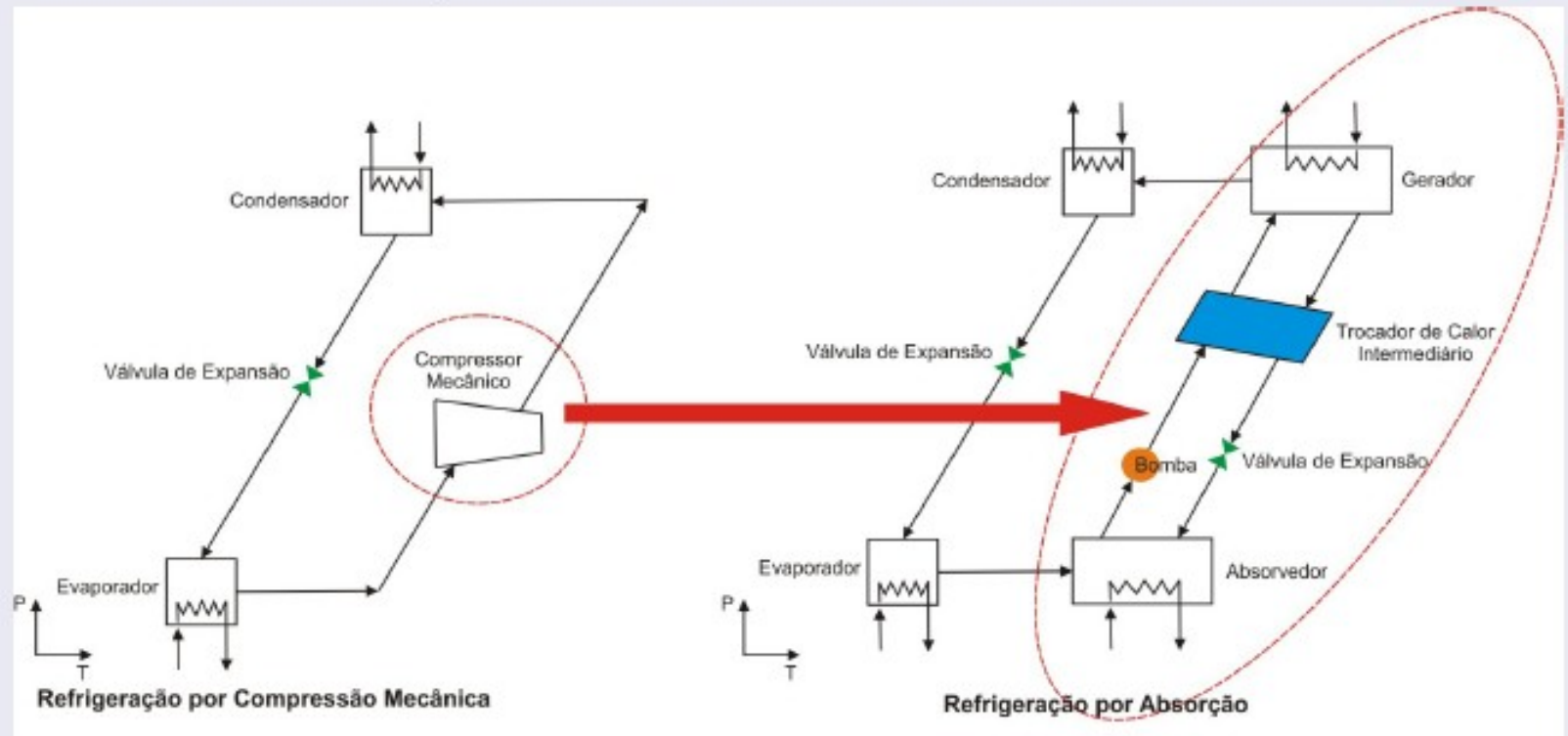
- Fermentación:  
Ciclo de absorción
- Balance energético de la planta  
ASPEN Plus



5/2010

## Compressor mecânico de vapor versus resfriador de absorção

- Compressor mecânico de vapor;
- Resfriador de absorção: compressor termoquímico.



	<b>Compressor Mecânico de Vapor</b>	<b>Resfriador de Absorção</b>
Fonte de energia	energia elétrica	energia térmica
Fluidos de trabalho	R134a, CO <sub>2</sub> R600a	LiBr/H <sub>2</sub> O NH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O
COP	4	0,7
Custo (US\$ kW <sup>-1</sup> )	100	160
Consumo de energia elétrica	alto	baixo
Tempo de resposta	baixo	alto
Dimensão	pequena	grande

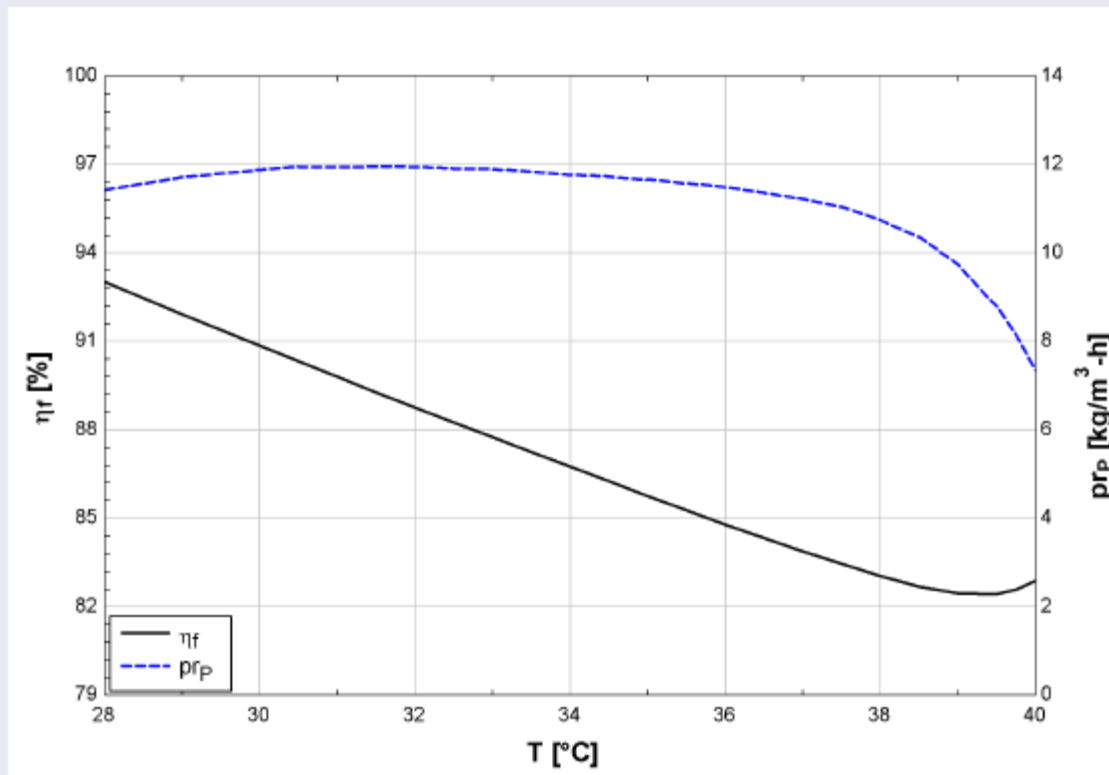


## Contribuições à Indústria

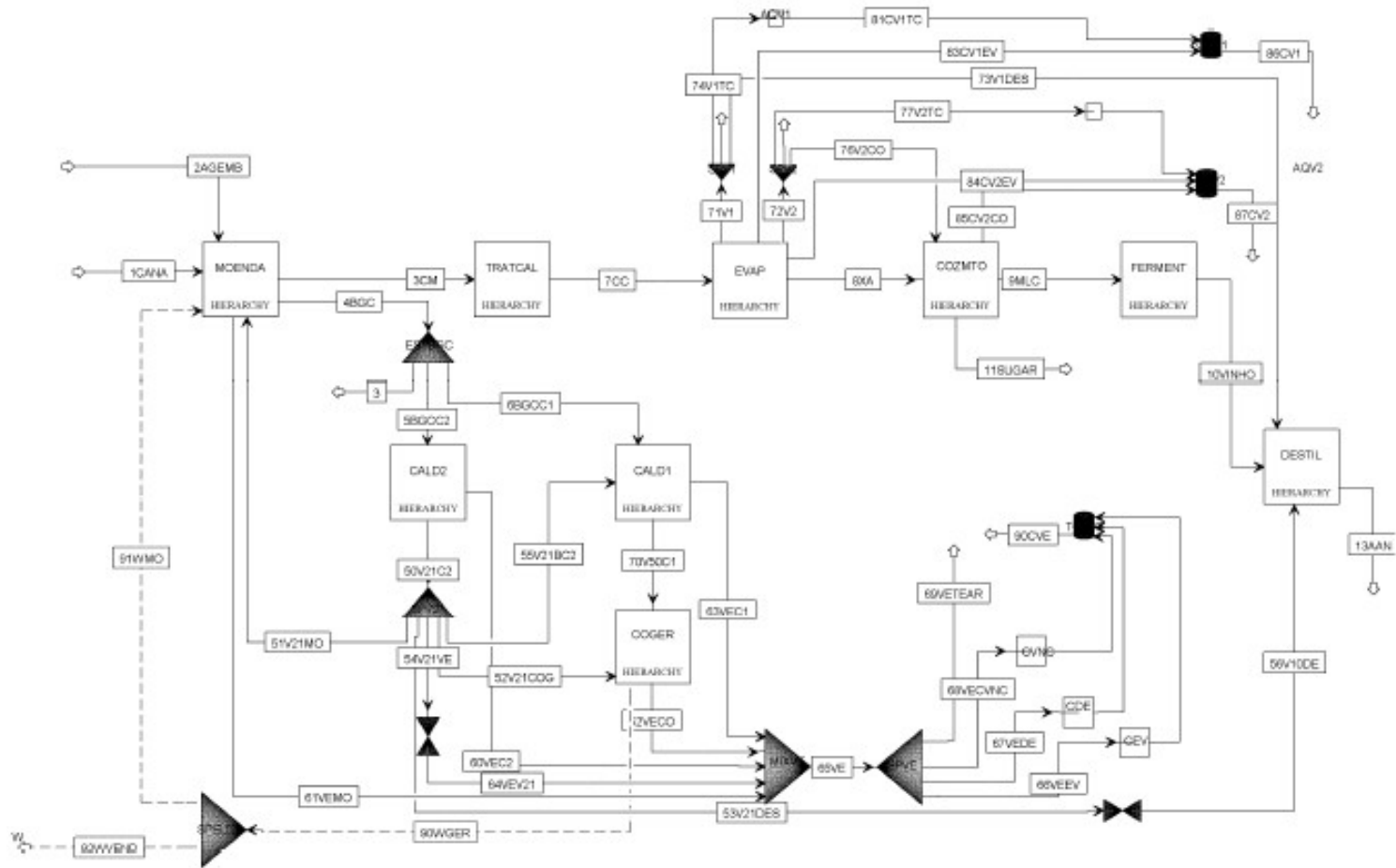
- Introdução de um sistema de refrigeração adequado ao processo fermentativo:
  - Redução da contaminação de bactérias e leveduras selvagens;
  - Redução de problemas de floculação de levedura;
  - Aumento da produtividade alcoólica  $\Rightarrow$  Maior produção de etanol;
  - Menor produção de vinhaça;
  - Redução da carga térmica da destilação;
  - Aumento da **eficiência energética** da planta.

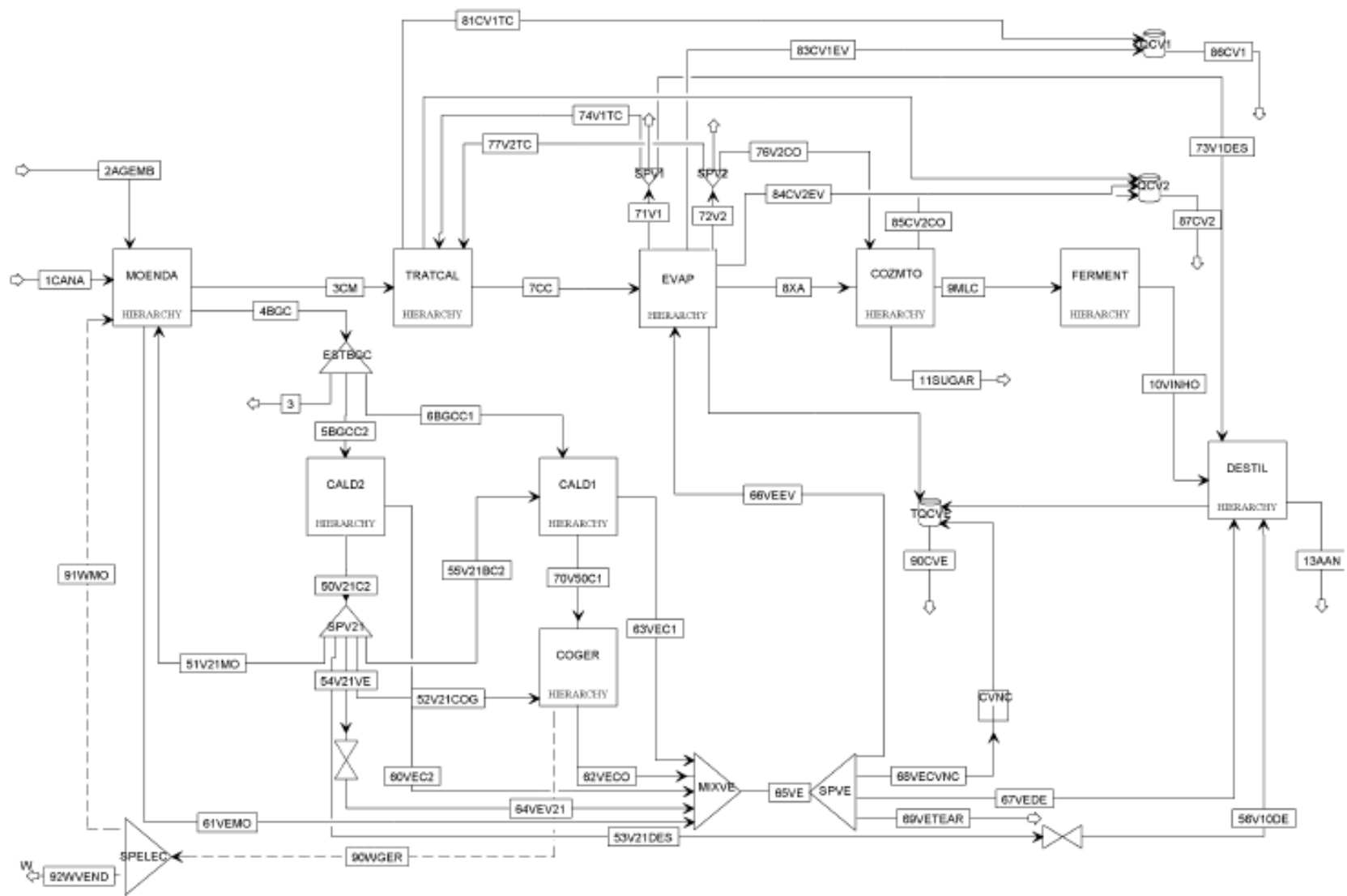


- Eficiência e produtividade em etanol em função da temperatura da fermentação em escala industrial.



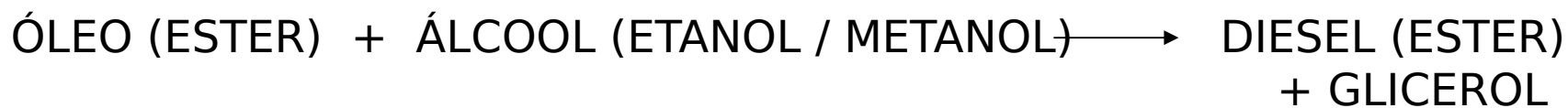
# PROABS





**BIODIESEL**

# BIODIESEL



**Mamona**



**Girassol**



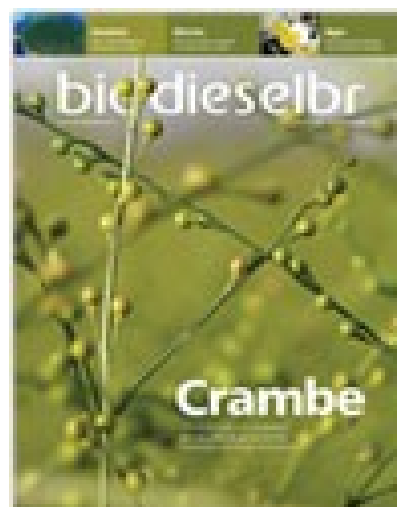
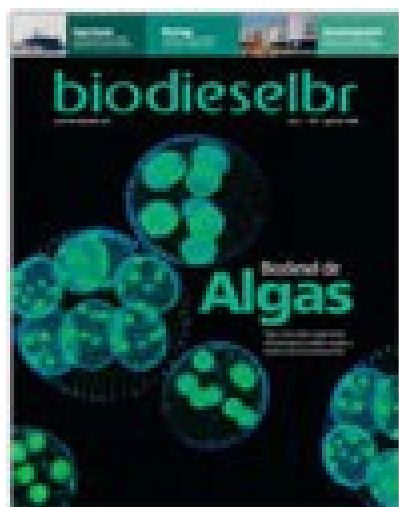
**Soja**



**Palma**

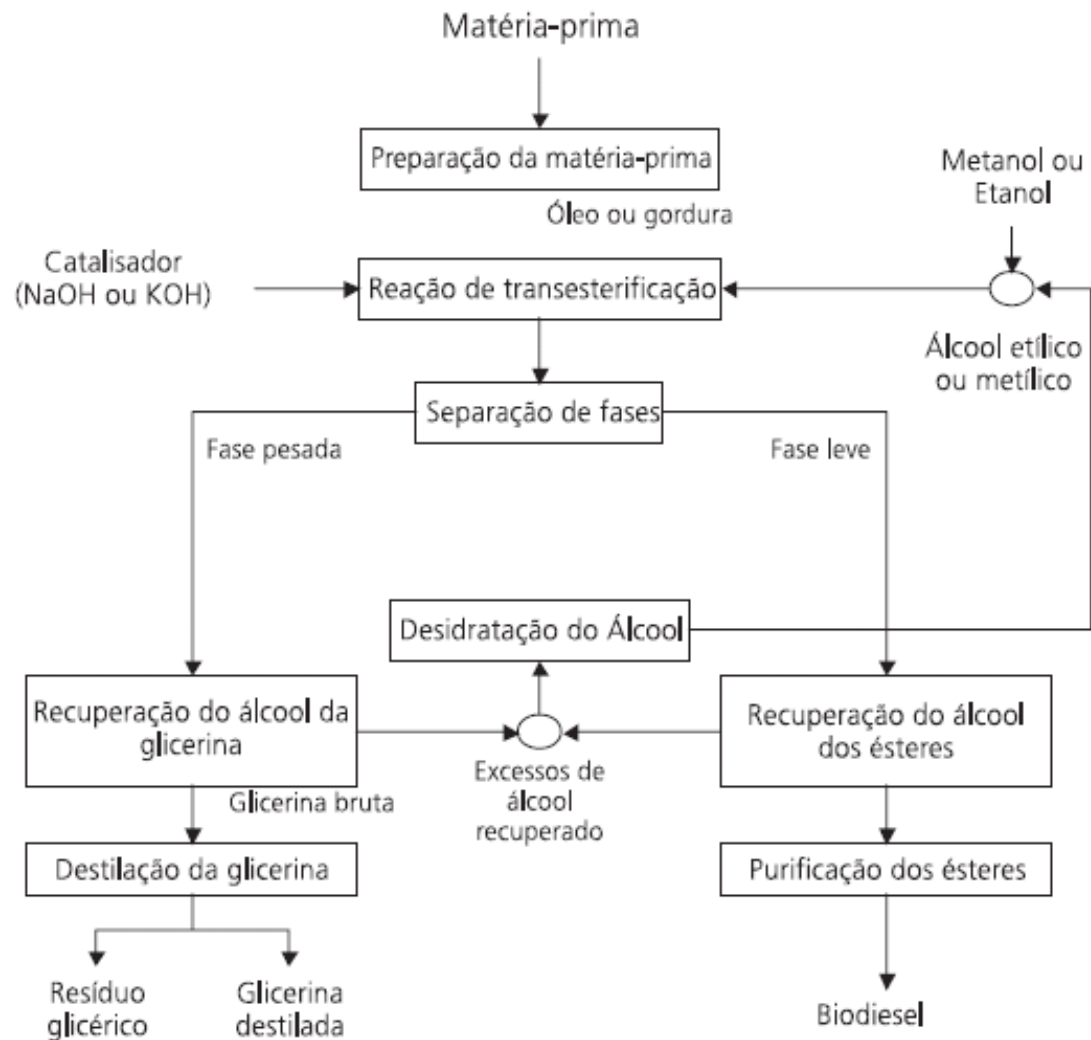


**Algodão**



Versatilidade  
EMBRAPA  
Agroenergia

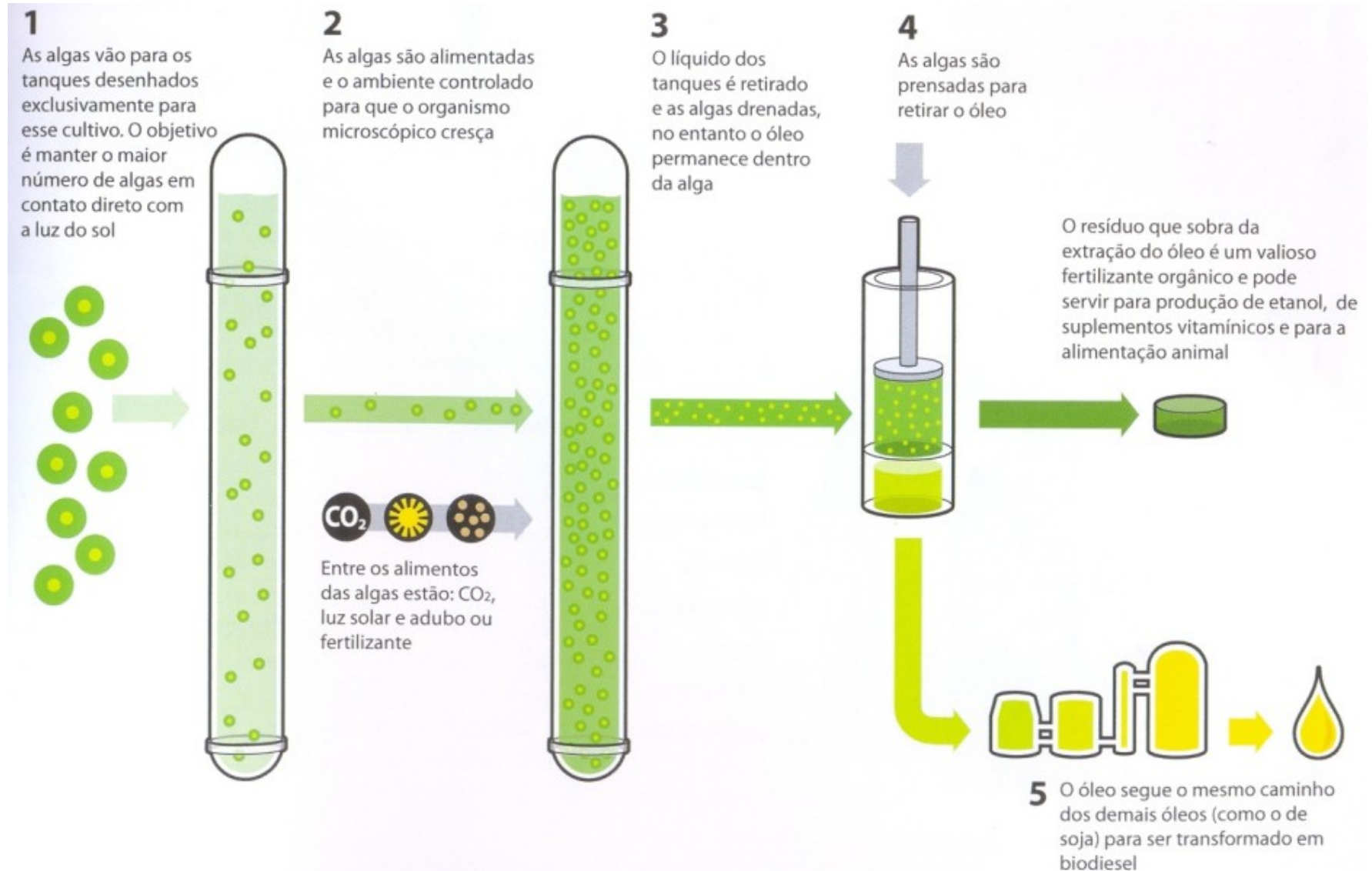
# PROCESSO DE OBTENÇÃO DO BIODIESEL TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO



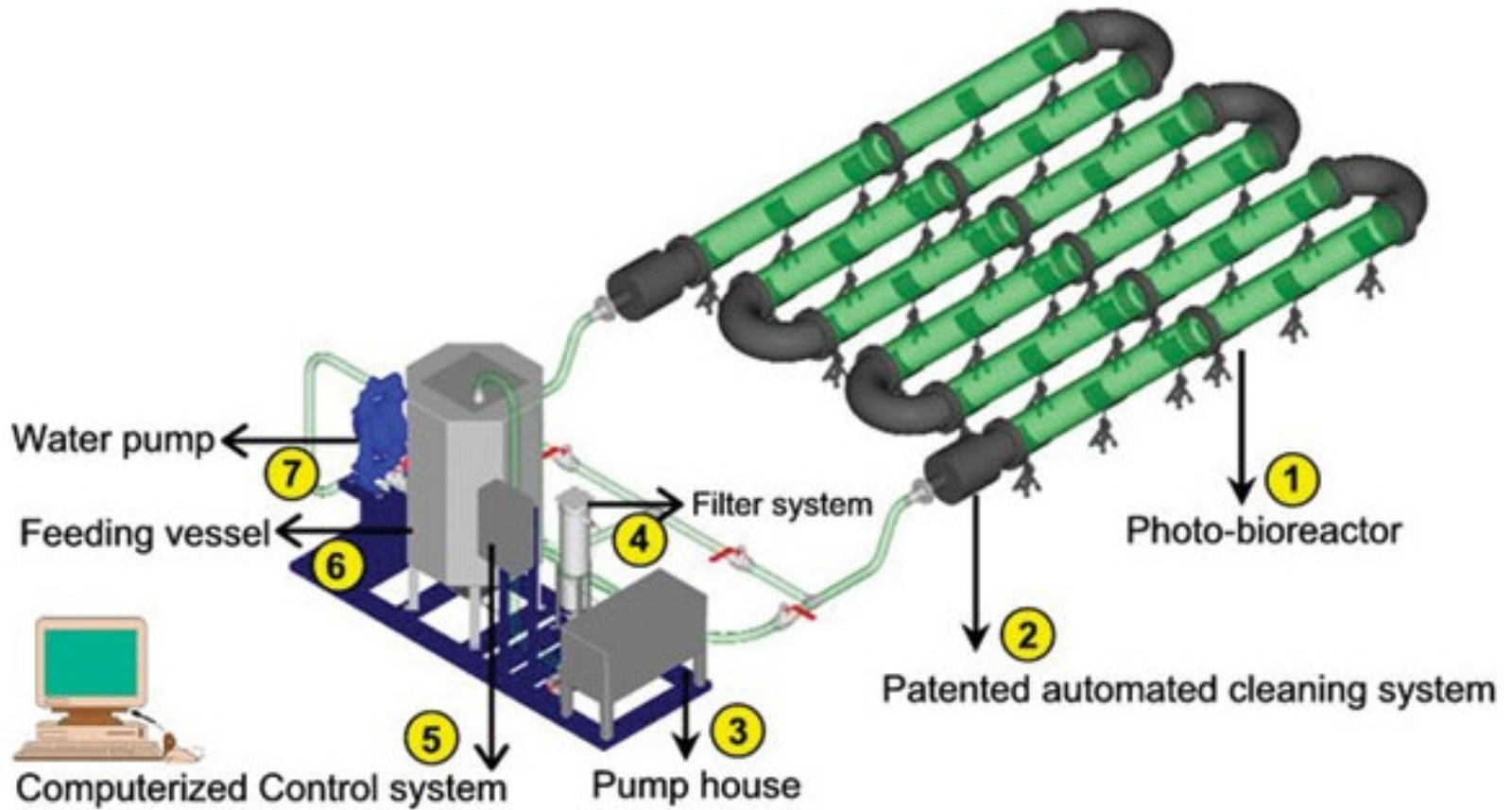
Fonte: MAPA.

Nota: Antes de ser destinado à produção de biodiesel, o óleo de cozinha comum passa pelo processo de transesterificação.

# BIODIESEL DE ALGAS







## DIESEL DA CANA

A [Amyris](#) iniciou a produção e comercialização de **biodiesel** em abril de 2008 e hoje conta com duas plantas piloto em operação, uma na Califórnia (EUA) e outra em Campinas (SP). Além disso, deve inaugurar uma planta de demonstração no final de junho, também em Campinas.

A companhia norte-americana [Amyris](#) e a trading brasileira de açúcar e álcool [Crystalsev](#) anunciaram nesta quarta-feira a formação de uma joint venture para produzir e comercializar biodiesel feito a partir de cana-de-açúcar.



## **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**

É um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, a produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda .

<http://www.biodiesel.gov.br/>

# **O Programa**

**Objetivos e Diretrizes**

**Histórico do Programa**

**Estrutura Gerencial**

**Selo Combustível Social**

**Produção Industrial**

**Marco Regulatório**

**Regime Tributário**

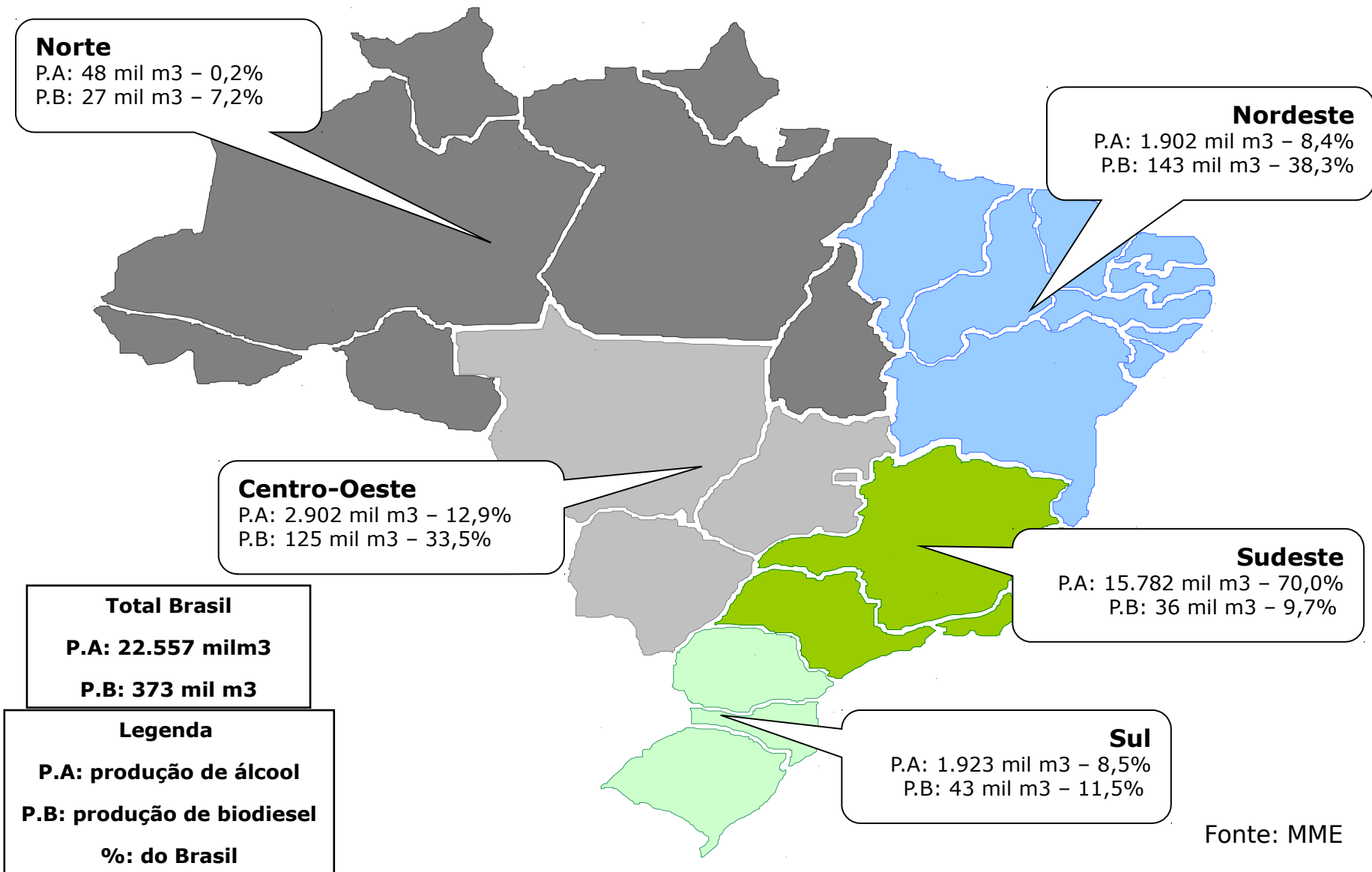
**Financiamento**

**Ganhos de Divisas e Potencial de Exportação**

**Desenvolvimento Tecnológico**

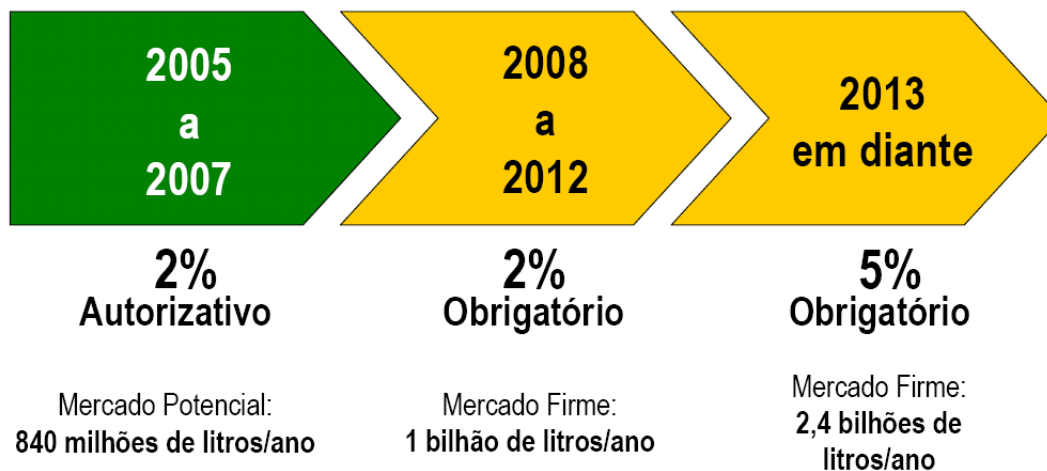
**Meio Ambiente**

# PRODUÇÃO DE ÁLCOOL E BIODIESEL POR REGIÃO 2007



# MARCO REGULATÓRIO

Lei 11.097/2005: Estabelece regras para introdução do biodiesel na matriz energética e define os percentuais mínimos de mistura do biodiesel ao diesel.



## MARCO REGULATÓRIO

O marco regulatório que autoriza o uso comercial do biodiesel no Brasil considera a diversidade de oleaginosas disponíveis no País, a garantia do suprimento e da qualidade, a competitividade frente aos demais combustíveis e uma política de inclusão social. As regras permitem a produção a partir de diferentes oleaginosas e rotas tecnológicas, possibilitando a **participação do agronegócio e da agricultura familiar.**

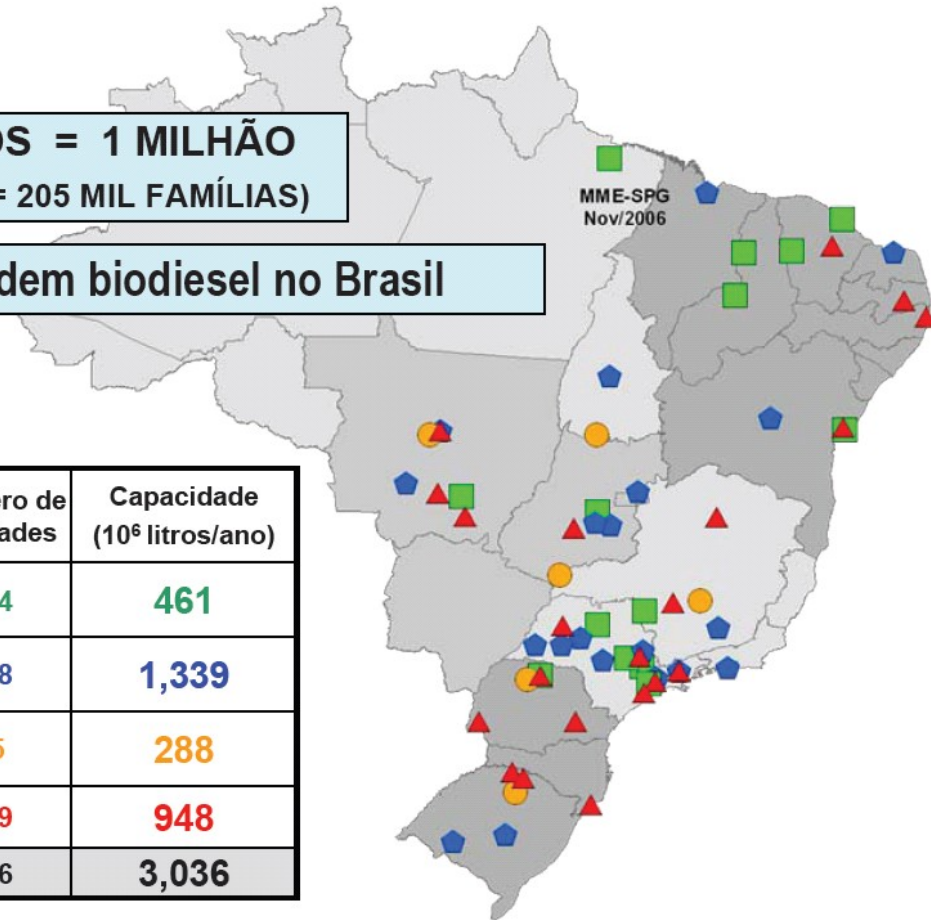
# USINAS DE BIODIESEL EM OPERAÇÃO E PREVISTOS PARA DEZEMBRO DE 2007

**EMPREGOS GERADOS = 1 MILHÃO**  
(AGRICULTURA FAMILIAR = 205 MIL FAMÍLIAS)

**3.400 postos já vendem biodiesel no Brasil**

	Número de Unidades	Capacidade (10 <sup>6</sup> litros/ano)
• EM OPERAÇÃO COMERCIAL	14	461
• EM PROCESSO DE AUTORIZAÇÃO (ANP/SRF)	28	1,339
• EM CONSTRUÇÃO OU PROJETO	5	288
• NOVOS PROJETOS	19	948
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>3,036</b>

Fonte: levantamento MME/SPG (set/06)





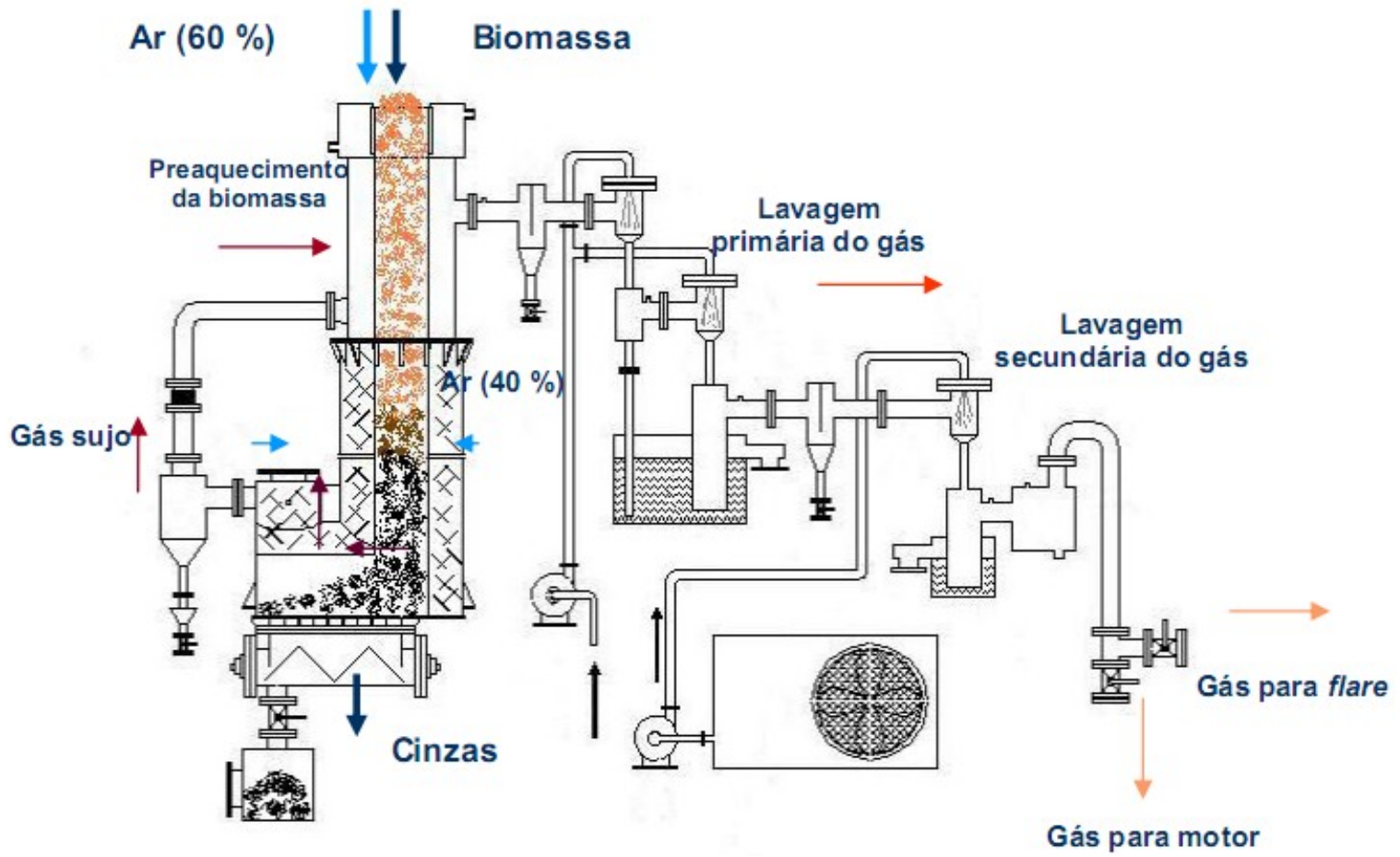


Fonte: Agência Nacional do Petróleo (ANP).

<sup>11</sup> Até junho/2006 o volume produzido era de 1,1 milhão de litros, conforme a ANP (Relatório Gerencial/2006).

# APRESENTAÇÃO DO MAPA BIODIESEL 2009

# GASEIFICAÇÃO DA BIOMASSA



Fonte: USHIMA, 2003

## Reações de Gaseificação de Biomassa

### Zona de oxidação

- $C + O_2 \leftrightarrow CO_2 + 401,9 \text{ kJ/mol}$
- $H + \frac{1}{2} O_2 \leftrightarrow H_2O + 241,1 \text{ kJ/mol}$

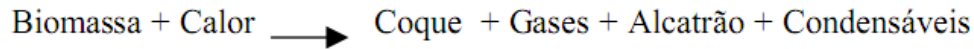
### Zona de Redução

- $C + CO_2 + 164,9 \text{ kJ/mol} \leftrightarrow 2 CO$
- $C + H_2O + 122,6 \text{ kJ/mol} \leftrightarrow CO + H_2$
- $CO_2 + H_2 + 42,3 \text{ kJ/mol} \leftrightarrow CO + H_2O$
- $C + 2H_2 \leftrightarrow CH_4 + 87,0 \text{ kJ/mol}$
- $CO + 3H_2 \leftrightarrow CH_4 + H_2O + 205,9 \text{ kJ/mol}$

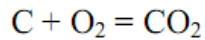
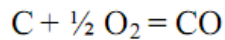


# REAÇÕES DA GASEIFICAÇÃO DA BIOMASSA

## I. Pirólise

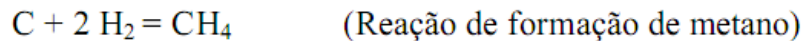
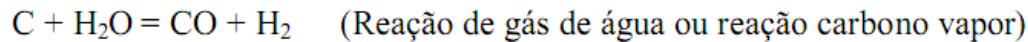


## II. Oxidação do Carbono

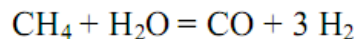
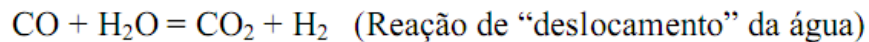


## III. Gaseificação

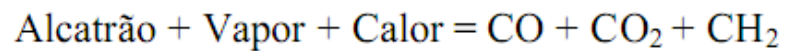
### - Reações Heterogêneas



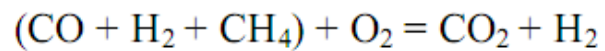
### - Reações Homogêneas



#### **IV. Craqueamento do Alcatrão**



#### **V. Oxidação Parcial dos Produtos da Pirólise**

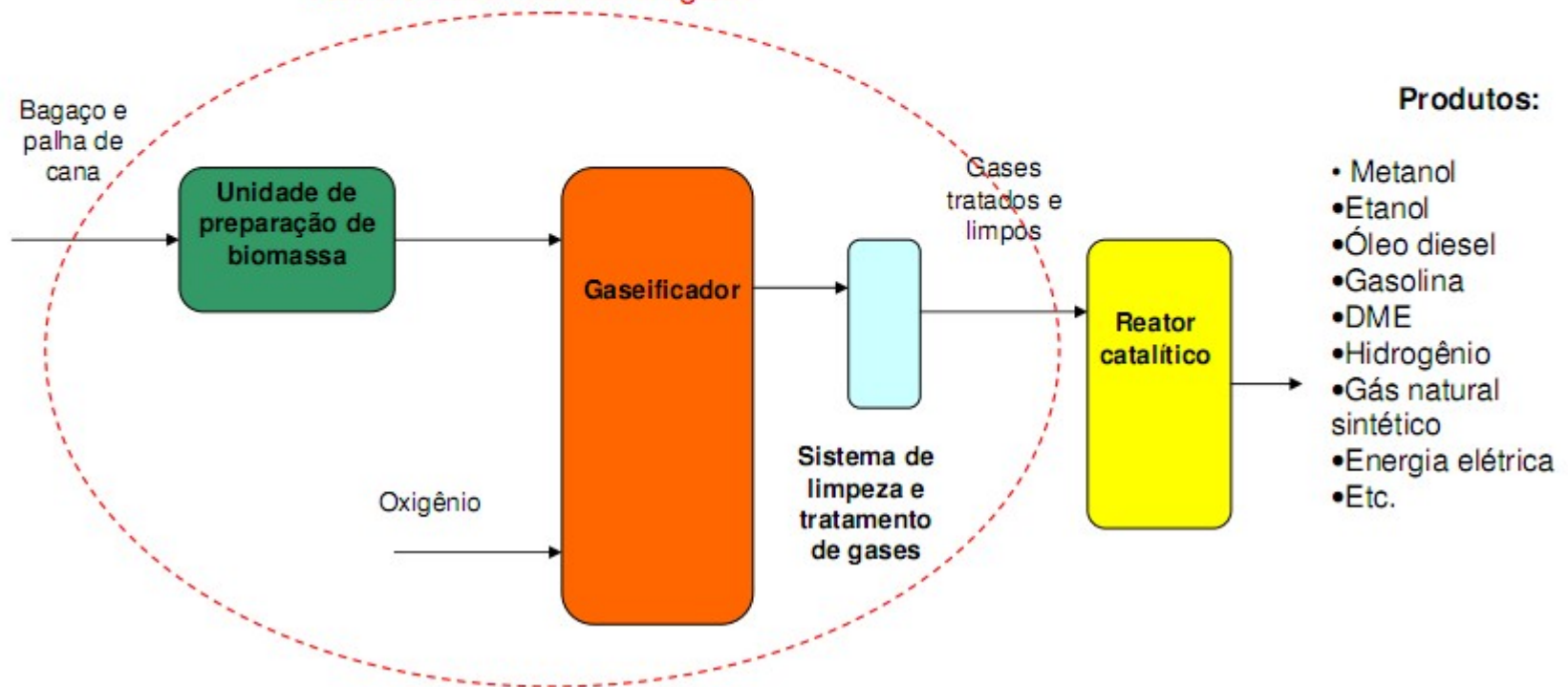


<b>Reação</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ/mol)</b>	<b>Nota</b>
<b>Gaseificação (geração do gás de síntese)</b> C (s) + H <sub>2</sub> O (g) $\rightleftharpoons$ H <sub>2</sub> (g) + CO (g)	+118,5	Endotérmica
<b>Conversão</b> CO(g) + H <sub>2</sub> O (g) $\rightleftharpoons$ H <sub>2</sub> (g) + CO <sub>2</sub> (g)	-42,3	Exotérmica
<b>Formação de metano</b> CO (g) + 3H <sub>2</sub> (g) $\rightleftharpoons$ CH <sub>4</sub> (g) + H <sub>2</sub> O (g)	-206,0	Exotérmica
<b>Gaseificação com hidrogénio</b> C(s) + 2H <sub>2</sub> (g) $\rightleftharpoons$ CH <sub>4</sub> (g)	-87,5	Exotérmica
<b>Oxidação Parcial</b> C(s) + ½ O <sub>2</sub> (g) $\rightleftharpoons$ CO (g)	-123,1	Exotérmica
<b>Oxidação</b> C(s) + O <sub>2</sub> (g) $\rightleftharpoons$ CO <sub>2</sub> (g)	-406,0	Exotérmica
<b>Boudouard</b> C(s) + CO <sub>2</sub> (g) $\rightleftharpoons$ 2CO (g)	+159,9	Endotérmica

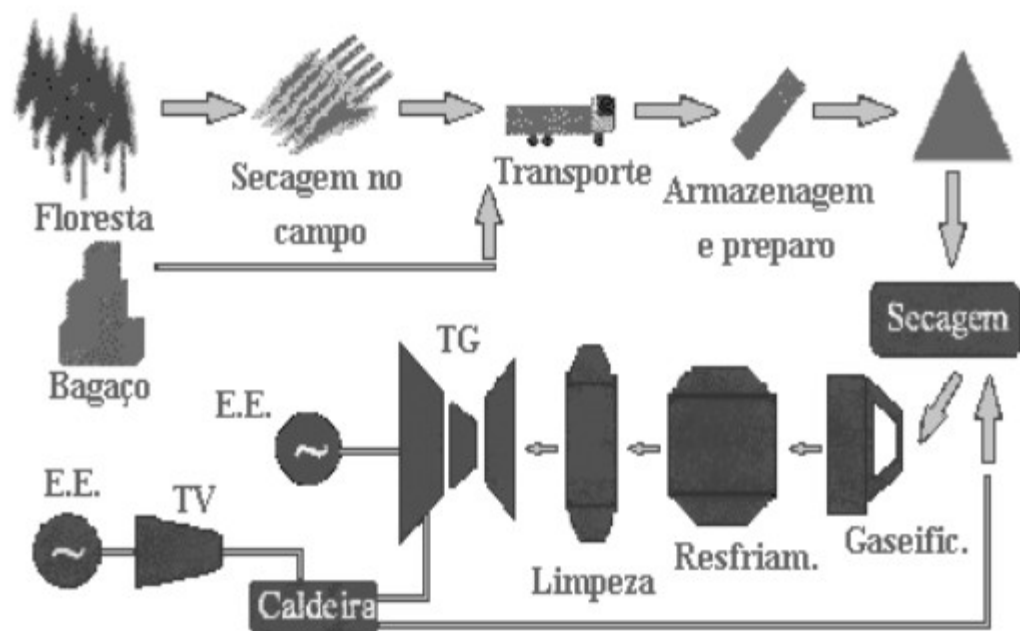


## Fluxograma do processo BTL ("biomass to liquid")

### Maiores desafios tecnológicos



## Diagrama do Processo de Produção de Eletricidade





**CENBIO**

Centro Nacional de Referência em Biomassa

---

COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS DE GASEIFICAÇÃO DE  
BIOMASSA EXISTENTES NO BRASIL E NO EXTERIOR E FORMAÇÃO DE  
RECURSOS HUMANOS NA REGIÃO NORTE.

CONVÊNIO FINEP / CETERNERG 23.01.0695.00

*Estado da Arte da Gaseificação*

Setembro de 2002



**CENBIO**

Centro Nacional de Referência em Biomassa

---

## **Panorama do Potencial de Biomassa do Brasil**

### **Metodologias de cálculo para conversão energética**

<http://www.cenbio.org.br/>

<http://www.cenbio.org.br/pt/downloads/documentos/metodologia.pdf>

STATUS MDL

**Mecanismo de Desenvolvimento Limpo -  
MDL**

## **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (*Clean Development Mechanism - CDM*)**

È o instrumento que permite que países desenvolvidos financiem projetos de redução ou comprem os volumes de redução de emissões resultantes de iniciativas desenvolvidas em países emergentes. Ou seja, a redução de uma unidade de GEEs emitida ou “seqüestrada” da atmosfera voluntariamente por uma empresa situada em um país em desenvolvimento pode ser negociada no mercado mundial com países desenvolvidos (ou empresas situadas neles) que precisam desses créditos para cumprir suas metas junto ao Protocolo de Quioto.

As oportunidades para a indústria no MDL devem focar principalmente **atividades que reduzam as emissões de gases de efeito estufa**, as quais, de outra maneira, não seriam realizadas devido ao alto custo das tecnologias envolvidas. Além disso, essas atividades devem aproveitar as vantagens naturais do País, como por exemplo, a possibilidade de **utilização de energia alternativa - solar, eólica, de biomassa** - e de desenvolver projetos florestais próprios em extensas áreas do território nacional.

A criação de um mercado para emissões é similar ao estabelecimento de qualquer outro mercado.

No âmbito do MDL, portanto, as oportunidades para a indústria **conjugam interesses econômicos com interesses ambientais**. Os projetos que visam à promover essas reduções por meio do MDL assistirão aos países em desenvolvimento para que atinjam os objetivos do **desenvolvimento sustentável**.

# PROTOCOLO DE KYOTO



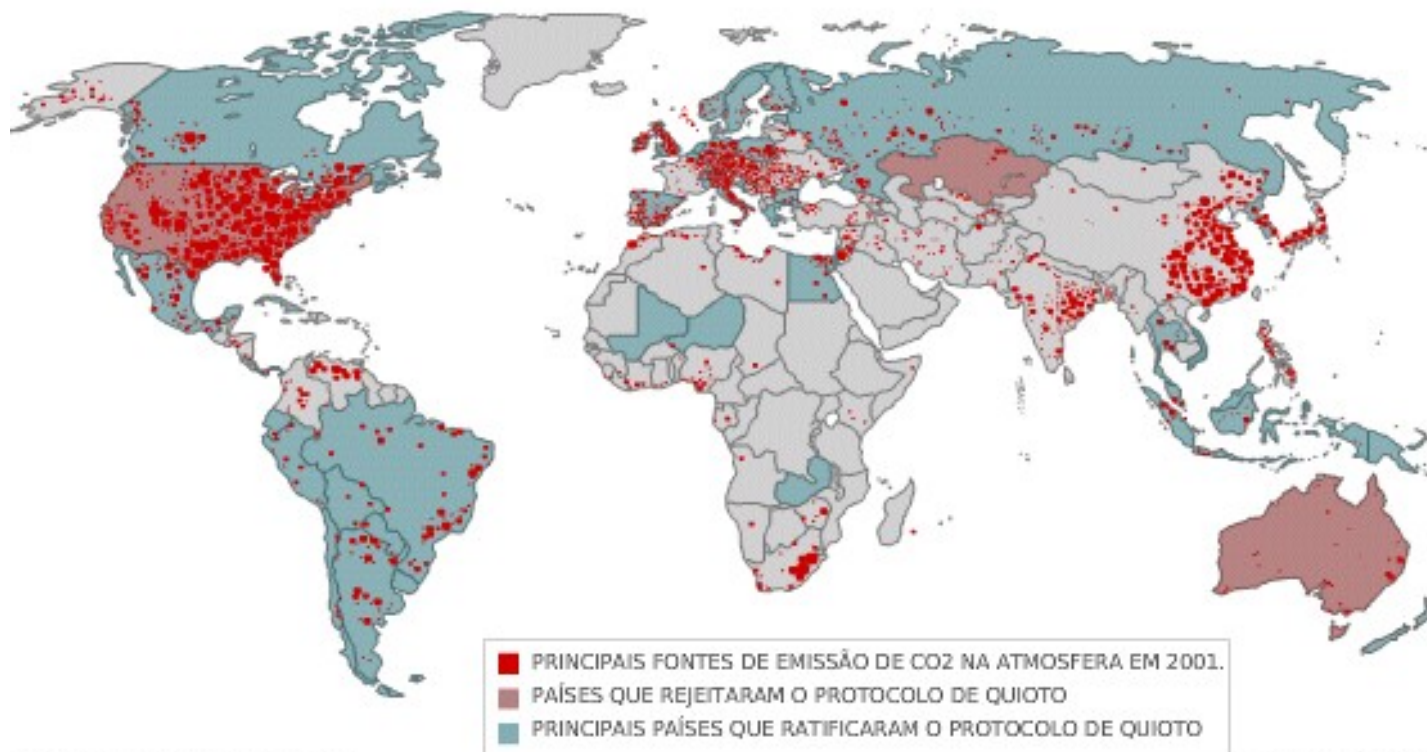
Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do  
Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil

[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0012/12425.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf)

prevê a redução das emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, pelos países industrializados, em pelo menos 5,0% do que era emitido na década de 90, até o período entre **2008-2012**. Reverter essa tendência histórica de crescimento das emissões que começou há 150 anos.

# Principais poluidores do planeta

Maior concentração dos focos de emissão de CO2 está em países que rejeitaram ou não ratificaram Protocolo de Quioto



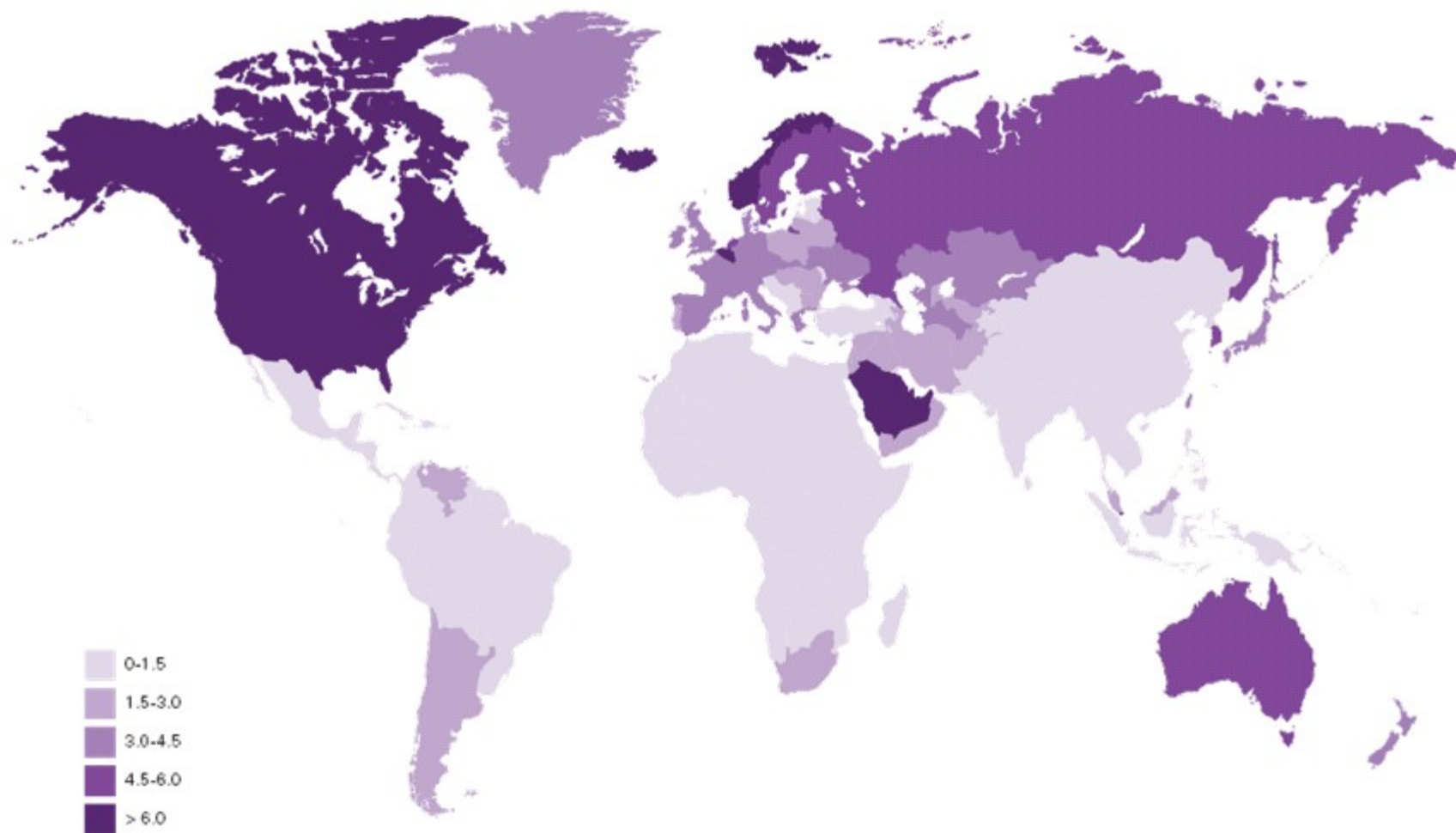
FONTE: UNEP/WMO/UNFCCC

MULTIMÍDIA/ABr

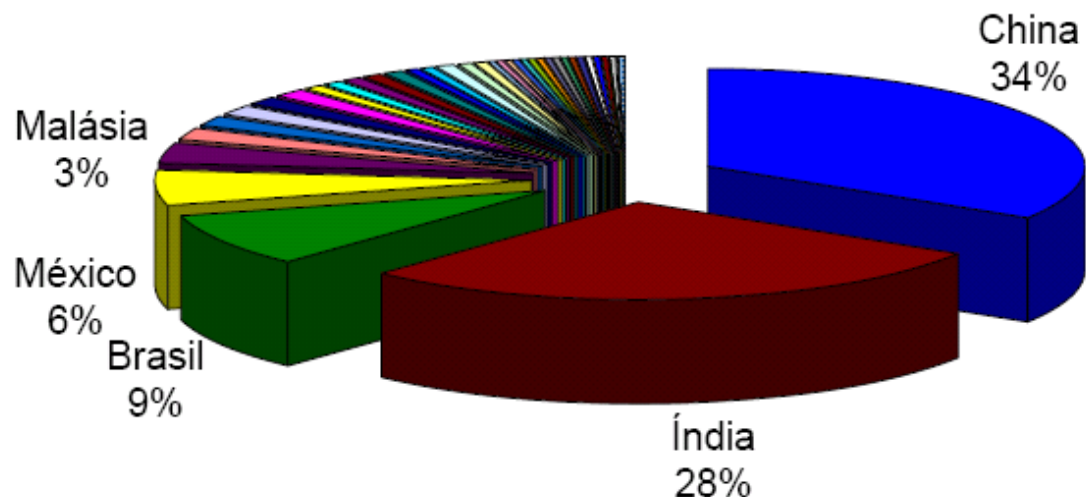


# CONSUMO DE ENERGIA NO MUNDO

Consumo de energia per capita  
(em toneladas de óleo equivalente)

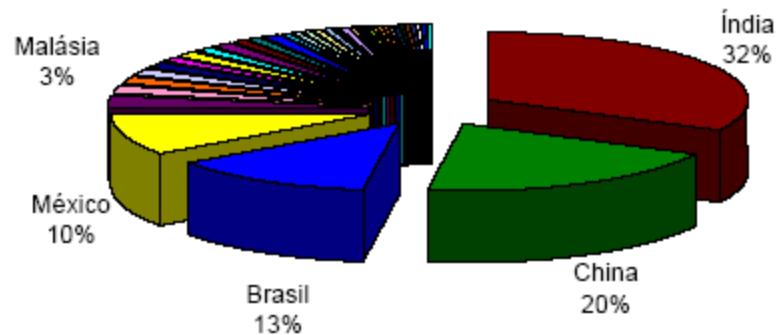


## Total de Atividades de Projeto do MDL no Mundo 3101



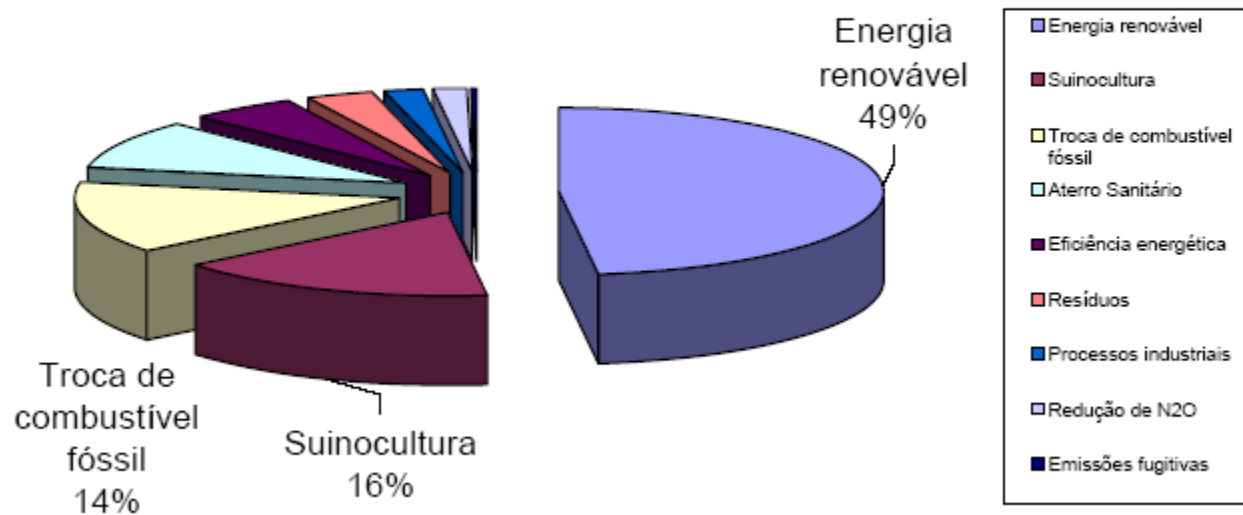
China	Índia	Brasil	México	Malásia	Indonésia	Filipinas	Chile
Coreia do Sul	Tailândia	Israel	Colômbia	Peru	Honduras	África do Sul	Argentina
Guatemala	Sri Lanka	Equador	Vietnam	Panamá	Costa Rica	Egito	Armênia
Uzbequistão	Moldávia	El Salvador	Bolívia	Paquistão	Marrocos	Emirados Árabes	Chipre
Mongólia	Bangladesh	Cuba	Quênia	Nicarágua	Uruguai	Rep. Dominicana	Nepal
Camboja	Butão	Uganda	Paraguai	Azerbaijão	Tunísia	Tanzânia	Nigéria
Georgia	Jamaica	Costa do Marfim	Jordânia	Tadjiquistão	Senegal	Mali	Quirguistão
Qatar	P. N. Guiné	Malta	Laos	Guiné Equatorial	Congo	Guiana	Moçambique
Fiji	Cingapura	Maurício					

**No. de Projetos Registrados no Conselho Executivo  
do MDL**  
1039

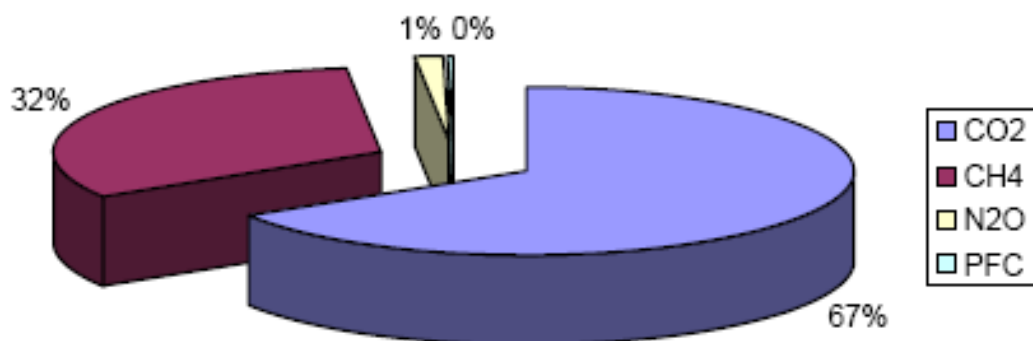


- Índia
- China
- Brasil
- México
- Malásia
- Chile
- Coreia do Sul
- Filipinas
- Honduras
- África do Sul
- Indonésia
- Chipre
- Argentina
- Colômbia
- Equador
- Peru
- Tailândia
- Guatemala
- Sri Lanka
- Panamá
- Costa Rica
- El Salvador
- Tunísia
- Marrocos
- Nicarágua
- Mongólia
- Moldávia
- Egito
- Chipre
- Bangladesh
- Israel
- Bolívia
- Armênia
- Uruguai
- Vietnã
- Uganda
- Tanzânia
- Catar
- Paquistão
- P. N. Guiné
- Nigéria
- Laos
- Jamaica
- Geórgia
- Fiji
- Dominicana Rep.
- Cuba
- Camboja
- Butão

## Número de Projetos Brasileiros por Escopo Setorial



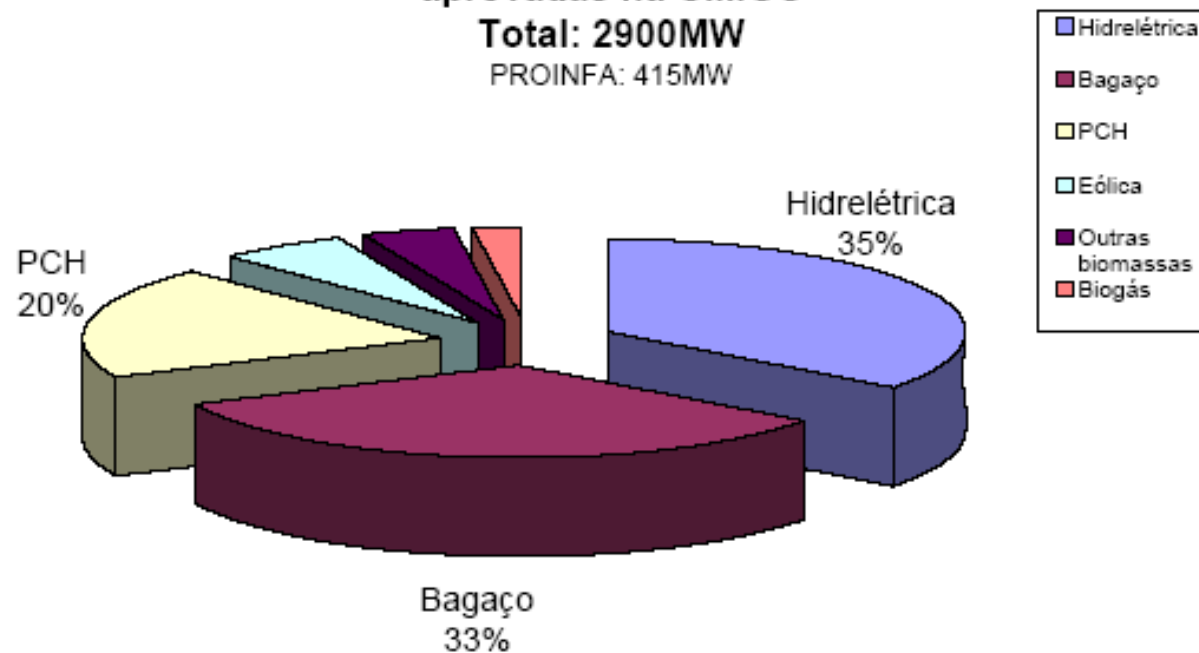
### Número de projetos brasileiros por tipo de gás de efeito estufa



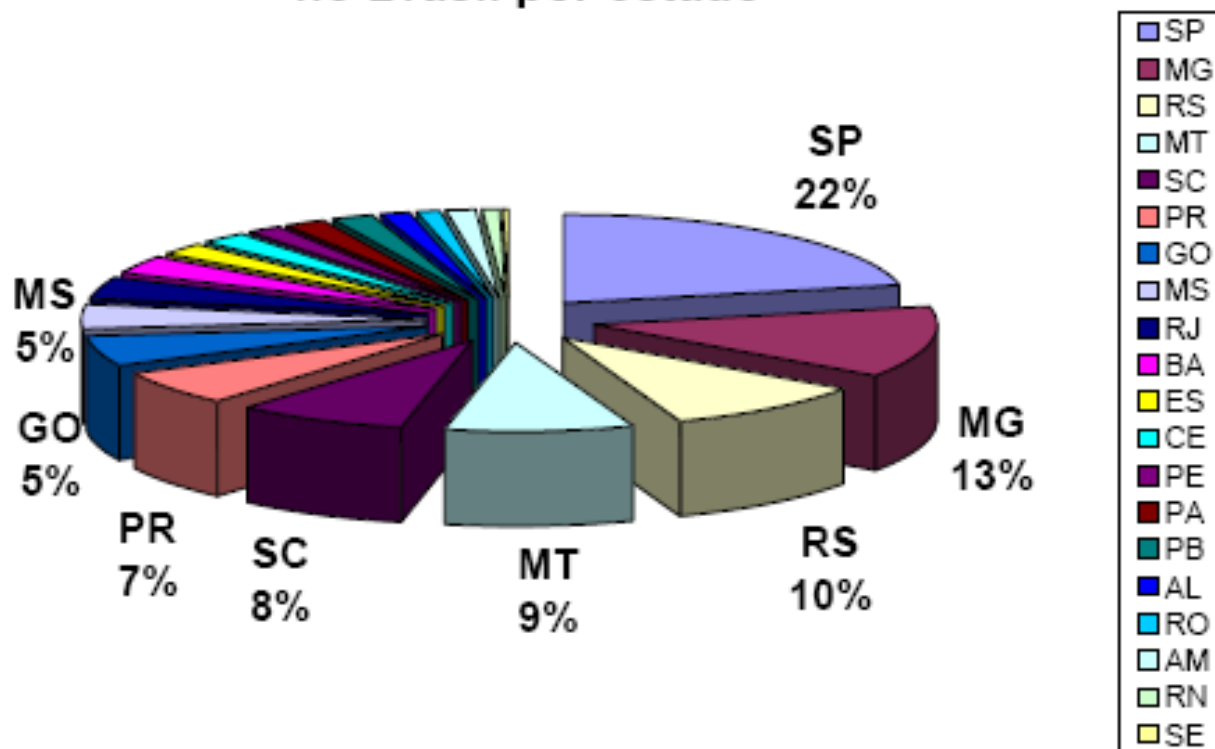
**Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto  
aprovadas na CIMGC**

**Total: 2900MW**

PROINFA: 415MW



## Número de atividades de projeto do MDL no Brasil por estado



## Funcionamento das Licenças de Emissão de Carbono

[http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id\\_conteudo=2978&idmenu=](http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id_conteudo=2978&idmenu=)

## Regime de comércio de licenças de emissão

[http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id\\_conteudo=2979&idmenu=](http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id_conteudo=2979&idmenu=)

## Regras de Emissão Crédito de Carbono

[http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id\\_conteudo=2980&idmenu=](http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id_conteudo=2980&idmenu=)



## Referências

- Revista Brasileira de Bioenergia – Centro Nacional de Referência em Biomassa
- (CENBIO) <http://www.cenbio.org.br/pt/index.html>
- Revista ECO•21 (<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1698>)
- Revista biodieselbr (<http://www.biodieselbr.com/>)

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ENERGIAS RENOVÁVEIS

<http://www.ider.org.br/>



**UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA**

**"Araçatuba: Pólo Industrial e Tecnológico de Bioenergia!"**



<http://www.udop.com.br/>

# International Renewable Energy

[The Company](#) [Renewable Energy](#) [Wood Chips](#) [Wood Pellets](#) [News](#) [Events](#) [Contact Us](#)



Search this site



Home » Biomassa

## Biomassa Notícias

[Crédito de Carbono em Portugal](#)

[Crédito de Carbono na Europa](#)

## Biomassa



<http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=menu&idmenu=200>



Acesso  
Institucional  
Projetos  
Biocombustíveis  
Sustentabilidade e Indicadores  
Serviços Ambientais e Projetos de Carbono  
Notícias  
Links  
Contato

Notícias  
02/06/2008 » Presidente exhibe 'carro verde' e estudo do Inmetro  
02/06/2008 » Geografia da biomassa será redesenhada pelo novo clima  
02/06/2008 » Relatório ataca biocombustível de EUA e Europa  
27/05/2008 » Brasil poderá ter unidade de etanol da Coskata  
27/05/2008 » Biocombustível é quase indispensável, diz a AIE  
26/05/2008 » Tecnologia flex atrai estrangeiros

<http://www.polobio.esalq.usp.br/links.html>



<http://www.jornalcana.com.br/>



<http://www.unica.com.br/>

# Consultar Site

- CADEIA PRODUTIVA DA AGROENERGIA

[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PRINCIPAL/DESTAQUES/SERIE\\_AGRONEC](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PRINCIPAL/DESTAQUES/SERIE_AGRONEC)