



**anp**  
Agência Nacional  
do Petróleo,  
Gás Natural e Biocombustíveis

---

# O uso de óleos vegetais em motores diesel

**Waldyr L. R. Gallo**

Assessor de Diretoria – Agência Nacional do Petróleo,  
Gás Natural e Biocombustíveis - ANP

Prof. Dr. Dep. Energia – FEM – UNICAMP – Brasil

2009

# Sumário

---

- **Biocombustíveis Líquidos**
- **Óleos vegetais e os motores Diesel**
- **O biodiesel e os motores Diesel**
- **Observações finais**

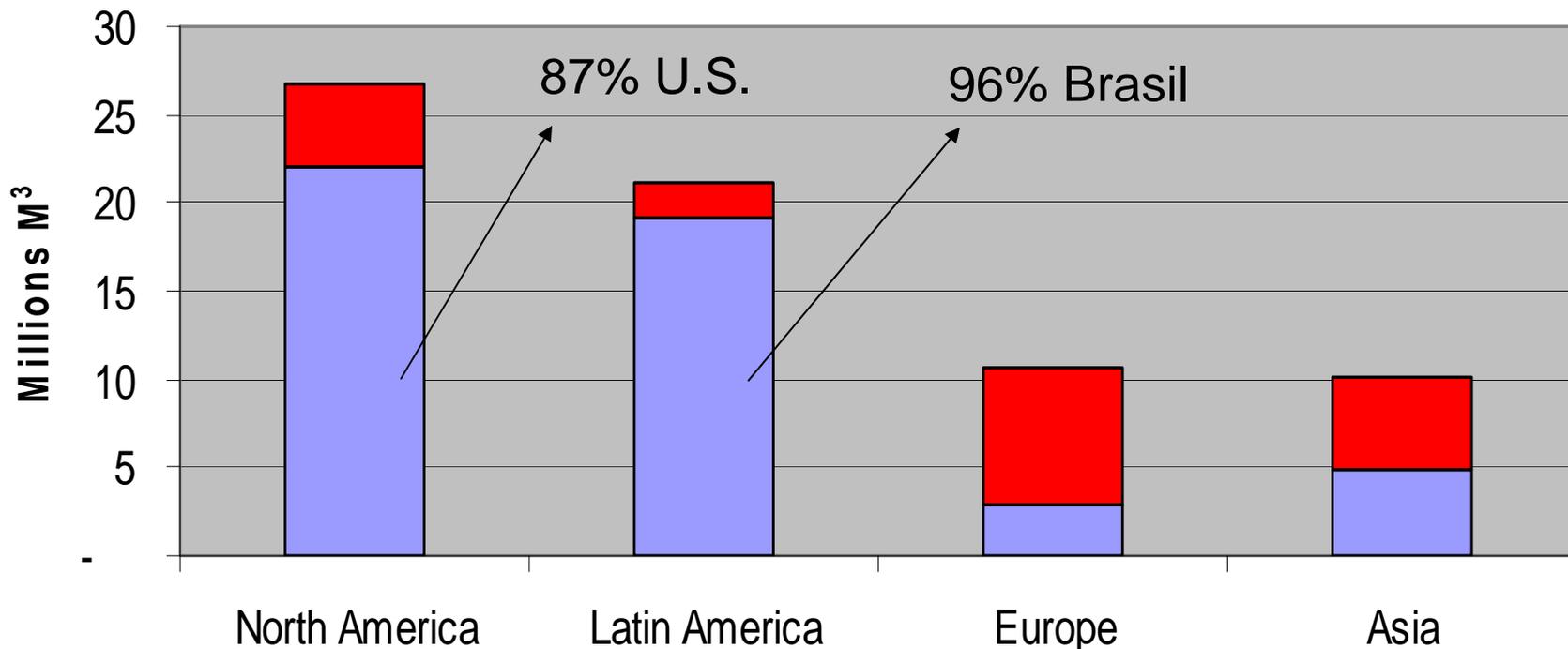
# Biocombustíveis Líquidos

---

- Biocombustíveis – definição:
  - Produtos contendo energia química proveniente da fotossíntese, armazenada em biomassa, a ser liberada pela combustão. Podem ser sólidos (lenha, resíduos agrícolas), líquidos (etanol, biodiesel) ou gasosos (biogás, gasificação de sólidos)

# Biocombustíveis Líquidos

## Produção mundial de biocombustíveis



# Óleos vegetais e motores diesel



# Óleos vegetais e motores diesel

## Produção mundial de óleos vegetais

<b>Óleos</b>	<b>2001</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>
Palma	24061	28589	34298	39280
Soja	27273	30288	33655	35581
Colza	12504	12425	16609	16827
Girassol	8227	9322	10397	10802
Algodão	4031	4062	4850	6333
Amendoim	5472	5785	5302	5578
Amêndoas de palma	3183	3677	4280	4509
Coco	3711	3339	3441	3162
Oliva	2666	3150	2626	3107
Milho	1968	1987	2150	2190

# Óleos vegetais e motores diesel

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES: DIESEL, ACEITES Y BIODIESEL

Combustible	Poder calorífico kJ/kg	Densidad g/litro	Índice de Yodo	Viscosidad mm <sup>2</sup> /s 38 °C	Número Cetano	Punto Fulgor °C
Diesel	45 343	810-870	-----	1,5-4,5	45	58
Aceite de soya	39 623	914	117 - 143	32,6	38	230
Biodiesel soya	39 760	885	125 - 140	4,1 (40 °C)	48	156
Aceite girasol	39 575	918	110 - 143	37,1	37	274
Biodies. girasol	40 579	878	126	8,5	49	183
Aceite algodón	39 468	912	90 - 119	33,5	42	234
Biodie. algodón	40 580	880	106	3,8	51	110
Aceite de colza	39 709	914	94 - 120	59	38	246
Biodiesel colza	40 880	874	97	6,0 (40 °C)	54	174
Aceite de maíz	39 500	915	103 - 140	34,9	38	277
Biodiesel freir	39 700	872	123	5,8 (40 °C)	58	124
Biodie. Ganado	39 400	876	30-56	4,1 (40 °C)	68	157
Biodie. Cerdo	--	870	60-70	3,9	65	--
Biodiesel Coco	---	---	15-40	2,6 (40 °C)	68	104
Biodi. Jatropha	39 340	881	--	3,6 (40 °C)	58 <sup>a</sup>	174
Biodiesel Palma	36764	868	44-58	5,3 (40 °C)	62	191

Fuente: Knothe y otros (1997), NREL/SR-580-24089, p.173, Allen y Watts (2000).

a/ Gran dispersión de resultados.

# Óleos vegetais e motores diesel

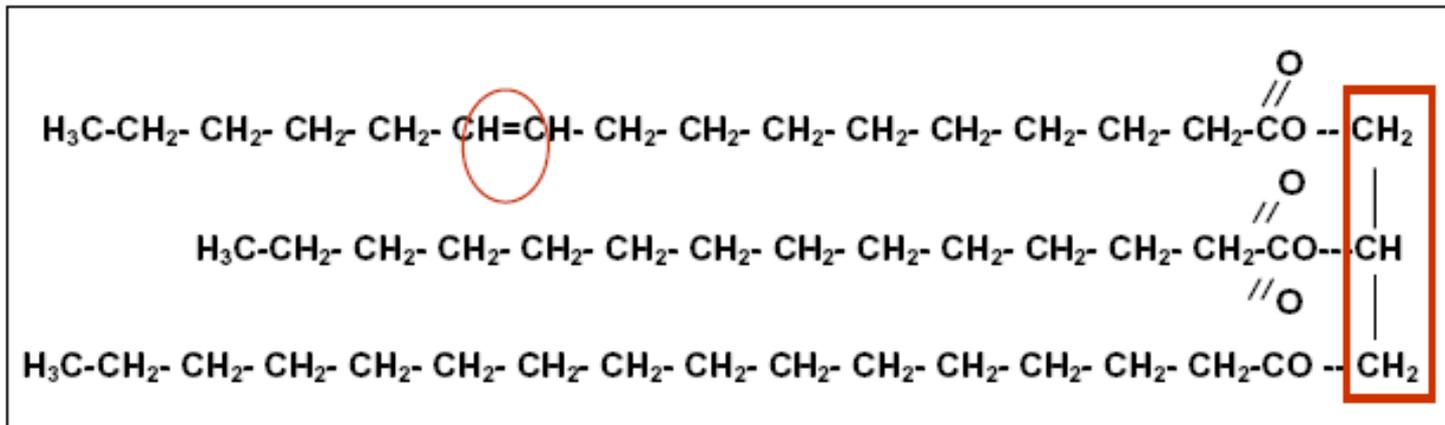
Óleos vegetais são compostos basicamente por **triglicérides**...

## COMPOSICIÓN TÍPICA DE UN ACEITE VEGETAL CRUDO

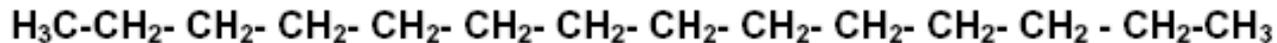
Compuesto	Porcentaje %
Triglicéridos	95
Mono y di glicéridos	0,1 – 2,0
Ácidos grasos libre (FFA)	0,3 – 2,0
Fosfolipídios	0,1 – 0,2
Vitaminas	~ 0,1
Colorantes naturales	35 ppm
Minerales (Mg, Ca, Fe)	5 – 300 ppm
Azufre (glicosideos)	5 – 50 ppm

Fuente: Knothe, 1997

# Óleos vegetais e motores diesel



**Triglicéride**  
**Óleo/**  
**gordura**



**Molécula diesel**  
**típica**

**Ácido graxo livre**  
**(ácido cáprico)**

# Óleos vegetais e motores diesel

## PROBLEMAS EN EL MOTOR DIESEL CON USO DE ACEITES VEGETALES

Problema	Causas probables	Solución potencial
<b>Corto plazo:</b>		
Arranque a frío	Alta viscosidad del aceite Bajo número de cetano Bajo punto de enturbamiento	Previo a la inyección, calentar el combustible
Obstrucción de filtros, tuberías e inyectores	Gomas naturales y cenizas presentes en el aceite	Emplear aceite desgomado Filtrar el aceite a 4 micrones
Detonación	Bajo número de cetano Inyección fuera de tiempo	Cambiar el punto de inyección. Calentar el aceite
<b>Largo plazo:</b>		
Formación de coque en los inyectores y pistón	Alta viscosidad Combustión incompleta Cargas parciales	Calentar el aceite Cambiar p/ diesel en cargas bajas
Depósitos de carbón en el pistón y culata del motor	Alta viscosidad Combustión incompleta Cargas bajas	Calentar el aceite Cambiar p/ diesel en cargas bajas
Desgaste excesivo del motor	Alta viscosidad Combustión incompleta Ácidos grasos libres (FFA) Dilución del lubricante	Calentar el aceite Cambiar p/ diesel en cargas bajas Usar aditivos p/ lubricante
Fallas en la lubricación	Polimerización de poli-insaturados Ácidos grasos libres (FFA)	Calentar el aceite Cambiar p/ diesel en cargas bajas Usar aditivos p/ lubricante

# Óleos vegetais e motores diesel



Piston ring deposits from  
raw vegetable oil

Brasil: 60h com óleo de girassol  
puro sem aquecimento

# Óleos vegetais e motores diesel

- Modificações no motor p/ empregar óleos vegetais :
  - Redução de viscosidade: aquecer o óleo vegetal antes da injeção
  - Mudar filtros de combustível
  - Mudar a pressão de injeção e/ou o ponto de injeção
  - Partir o motor a frio com diesel e mudar para o óleo vegetal apenas quando este estiver quente.
  - Para desligar o motor, mudar para diesel até que os filtros e linhas de combustível estejam sem óleo vegetal
  - Empregar tanque adicional para o óleo vegetal, com aquecimento em caso de clima frio, para evitar a solidificação do óleo vegetal
  - A adaptação do motor deve ser feita de forma profissional
  - As propriedades do óleo vegetal não devem mudar muito a cada lote
  - Fazer distribuição de óleo vegetal é complexo (tanques aquecidos)
  - Misturas de óleo vegetal com diesel devem ser evitadas.

# Óleos vegetais e motores diesel

---

Manter o óleo vegetal sem modificações



modificar o motor diesel

***OU ENTÃO***

Modificar o óleo vegetal (biodiesel)



Motor diesel sem alterações

# O biodiesel e os motores Diesel



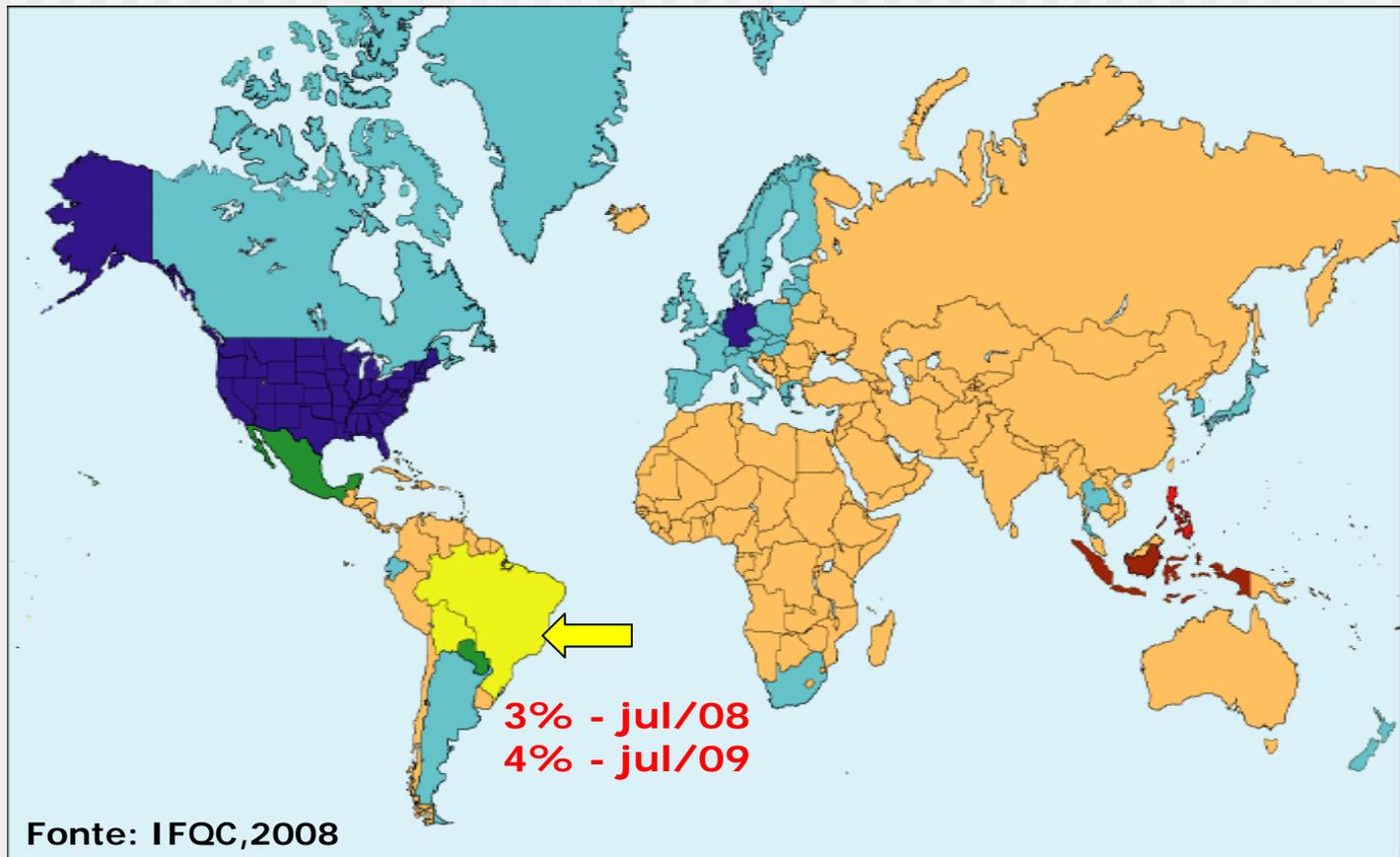
# O biodiesel e os motores Diesel

---

## O PROGRAMA DE BIODIESEL – MARCOS REGULATÓRIOS

- Criado por Decreto Presidencial de 23/12/2003
- Lei n. 11.097/200 – Regra de adição
- Lei n. 11.116/2005 – Modelo Tributário
- Decreto n. 5.297/2004 – Alíquotas PIS/COFINS e Selo Social
- Decreto n. 5.448/2005 – Mistura de 2% autorizada
- Resoluções da ANP – Produtor, especificação da qualidade e regras para a comercialização
- Resolução CNPE n. 03/2005 – Porcentagem mínima de 2% de mistura, restrita a fornecedores com Selo Social
- Portaria MME n. 483/2005 – Leilões para a aquisição de biodiesel
- Resolução ANP n. 31/2005 – Leilões públicos para a aquisição de biodiesel.

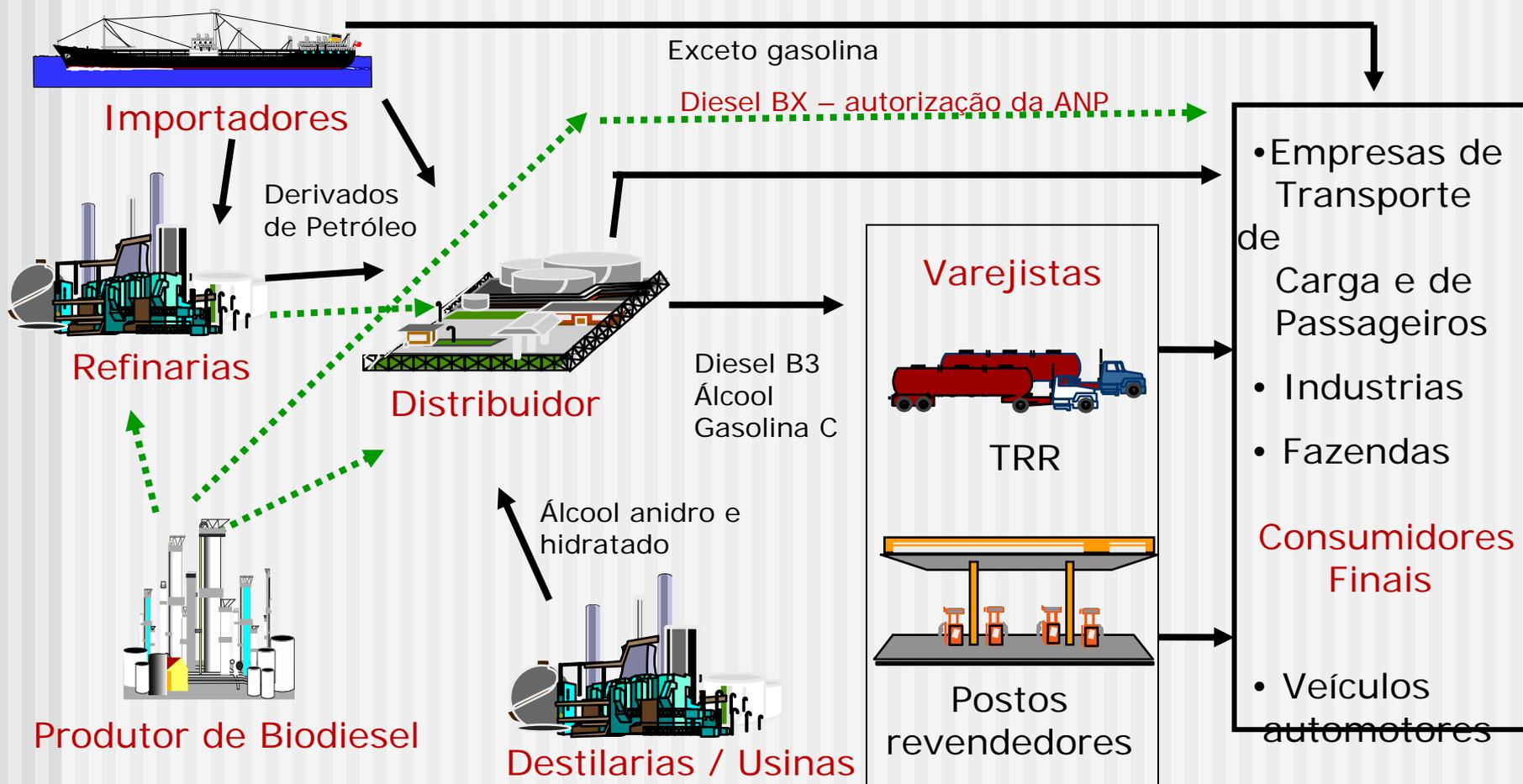
# O biodiesel e os motores Diesel



Pure Biodiesel	20 vol% max	10 vol% max	5 vol% max
2 vol% max	1 vol% max	No blends or data not available	

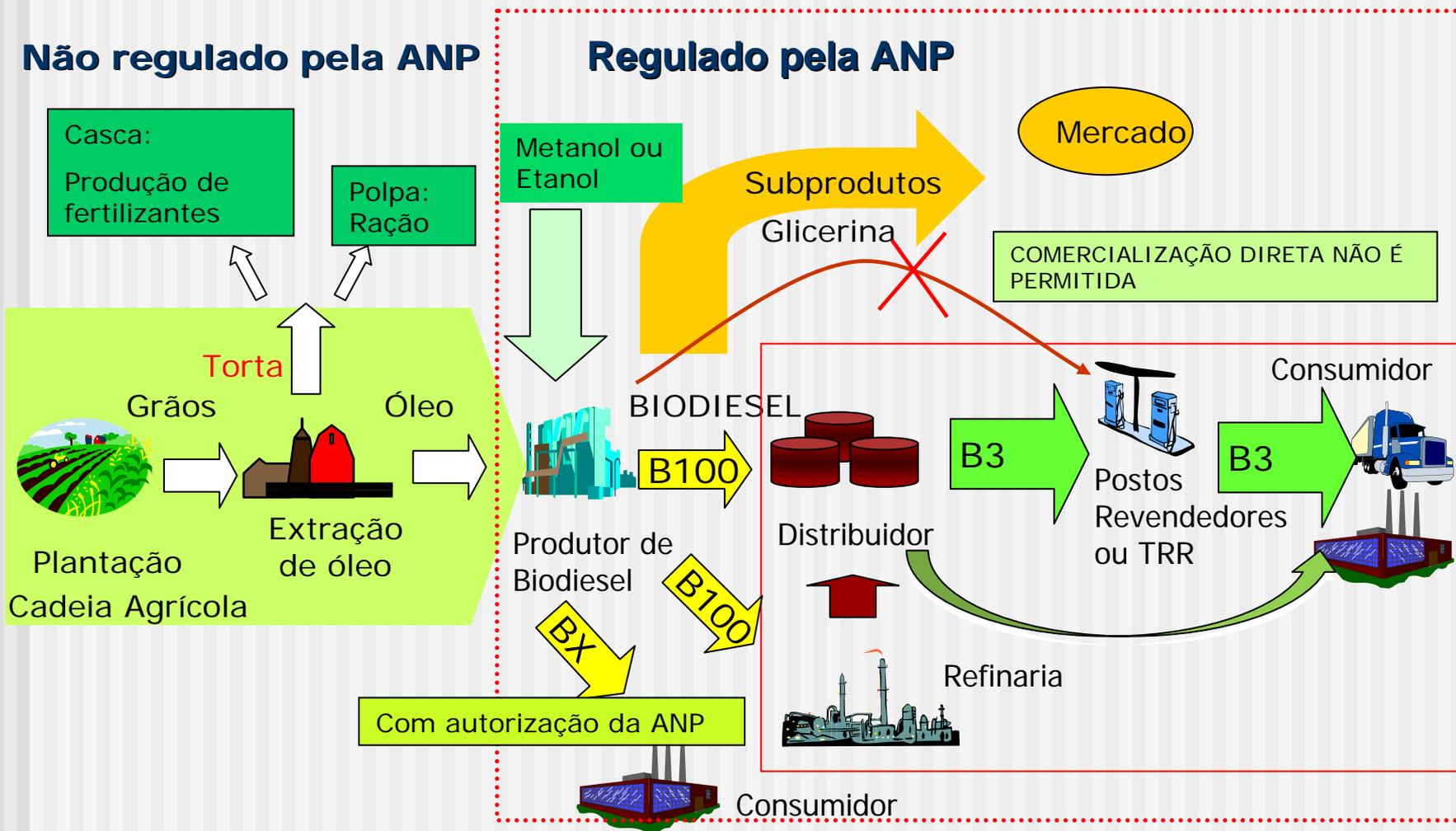
# O biodiesel e os motores Diesel

## O modelo de abastecimento no Brasil



# O biodiesel e os motores Diesel

## O caso do biodiesel



# Observações finais

---

- O uso de óleos vegetais em motores diesel é tecnicamente possível, desde que o motor sofra as adaptações necessárias
- Os fabricantes de motores podem suspender a garantia de seus produtos caso se empreguem combustíveis não especificados.
- A comercialização pública de óleos vegetais (em postos revendedores) não pode ser estabelecida a curto prazo, pois não há como defender o consumidor:
  - **óleos vegetais de diferentes procedências, com diferentes graus de purificação e com diferentes propriedades podem danificar os motores dos consumidores, mesmo no caso de motores preparados para um dado tipo de óleo vegetal.**
- A comercialização pode ser feita por autorização da ANP, entre produtor e consumidor, em frotas cativas, desde que atendida a Resolução ANP n.19/2007 (D.O.U. de 25/06/2007). Ambos assumem a responsabilidade pelo uso do produto não especificado.