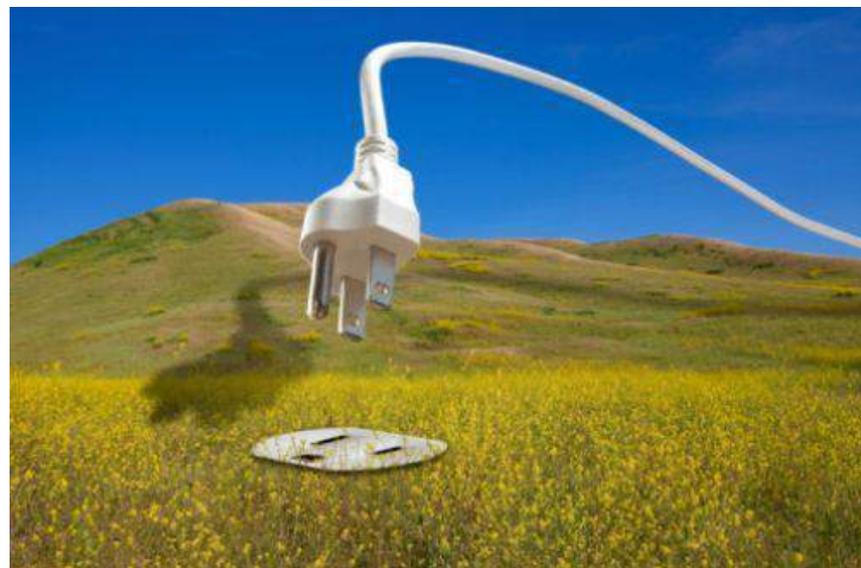


Produção de Biocombustíveis e Energias  
Alternativas

PROGRAMA NACIONAL DE EDUCAÇÃO NA  
REFORMA AGRÁRIA – **PRONERA**

2022



# **IMPORTÂNCIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS E DA AGROENERGIA**

Iturama - MG

**Por que estudar biocombustíveis e  
agroenergia?????**



# O que é Agroenergia?

## Definição 1

Trata do conjunto de produtos **derivados da biomassa** – produzidos ou liberados pela atividade humana ou animal - que podem ser **transformados** em **fontes energéticas** para usos humanos distintos – **eletricidade, calor e transporte** (Ennes, 2009).

# O que é Agroenergia?

## Definição 2

Agroenergia trata da fabricação e do uso dos diversos tipos de **biocombustíveis**, que têm origem em atividades no meio rural, como a produção agrícola, a pecuária e a florestal (EMBRAPA).

- Etanol
- Biodiesel
- Biogás
- Outros derivados de biomassa

# O que é Agroenergia?

## Biocombustíveis:

São um tipo de combustível de **origem biológica** ou **natural**.

Trata de uma **fonte renovável de energia** que é utilizada por meio da **queima** da **biomassa** ou de seus derivados, como o **etanol**, **biodiesel** e **biogás**.

# O que é Agroenergia?

## Biomassa:

Todo e qualquer **material de constituição orgânica** que pode ser empregado para algum tipo de **produção de energia**.

Assim, os **biocombustíveis** correspondem a uma das formas sob as quais a biomassa pode ser empregada, além de serem tidos como uma **alternativa econômica e ambiental** para reduzir a queima dos combustíveis fósseis.

# O que é Agroenergia?

## Quais são os tipos de biomassa?

São os **resíduos vegetais!**

→ Cana-de-açúcar

→ Mamona

→ Palma

→ Girassol

→ Soja

→ Milho

→ Mais utilizado nos Estados Unidos

Temos também resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais, animais e florestais.

# O que é Agroenergia?

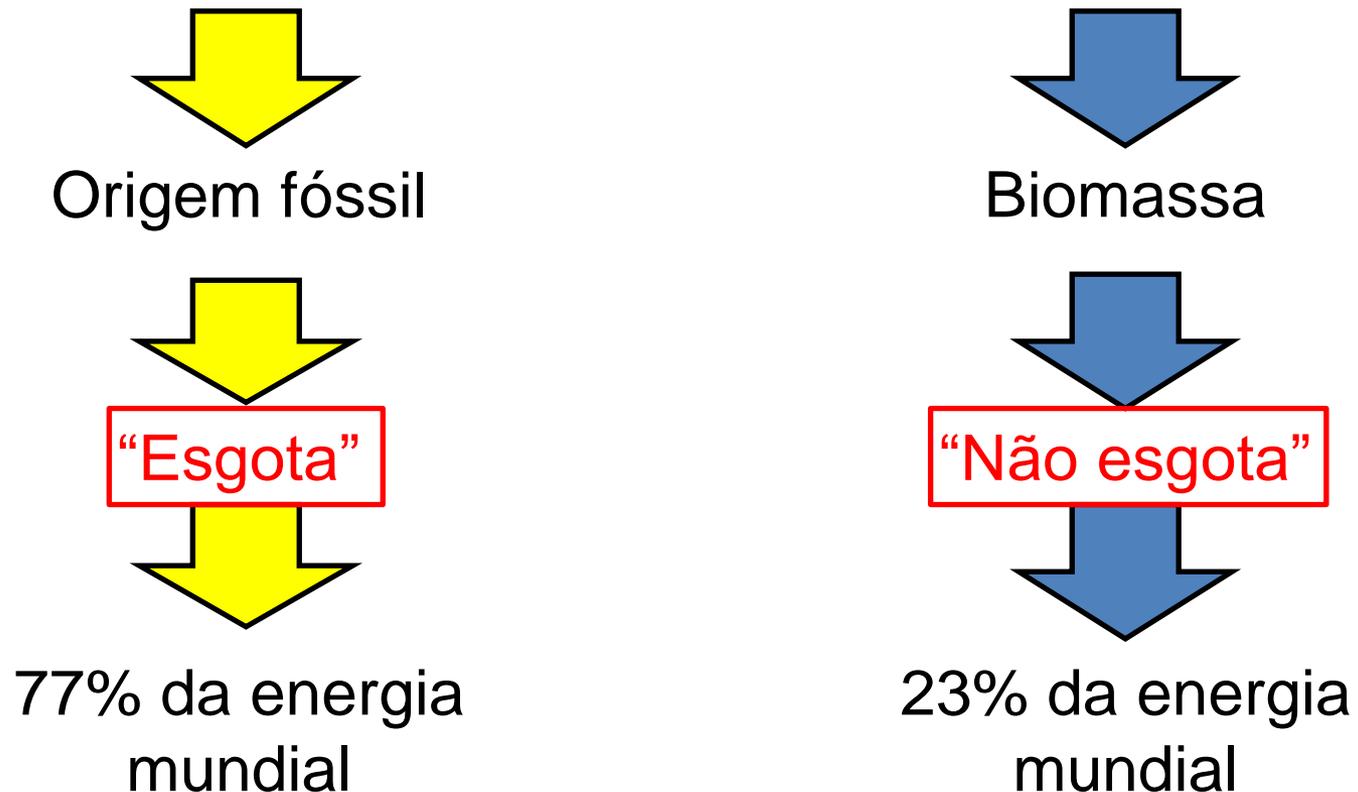
E a energia elétrica???



A **biomassa** e os resíduos da produção de biocombustíveis também são utilizados na geração de energia elétrica, a **bioeletricidade**.

# O que é Agroenergia?

Fontes não-renováveis X Fontes renováveis



# Energia renovável

A energia é gerada através de fontes que possuem um ciclo de renovação em escala de tempo humana.

Energia solar, eólica, biomassa, hídrica, maremotriz e geotérmica.



# Energia não renovável

São aquelas que dependem de processos em escala de tempo geológica para se tornarem disponíveis.

Caso esgotadas, demorarão muito tempo para se formarem novamente.



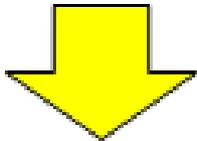
# O que é Agroenergia?

Fontes não-renováveis X Fontes renováveis

E o aquecimento global!?!?!?

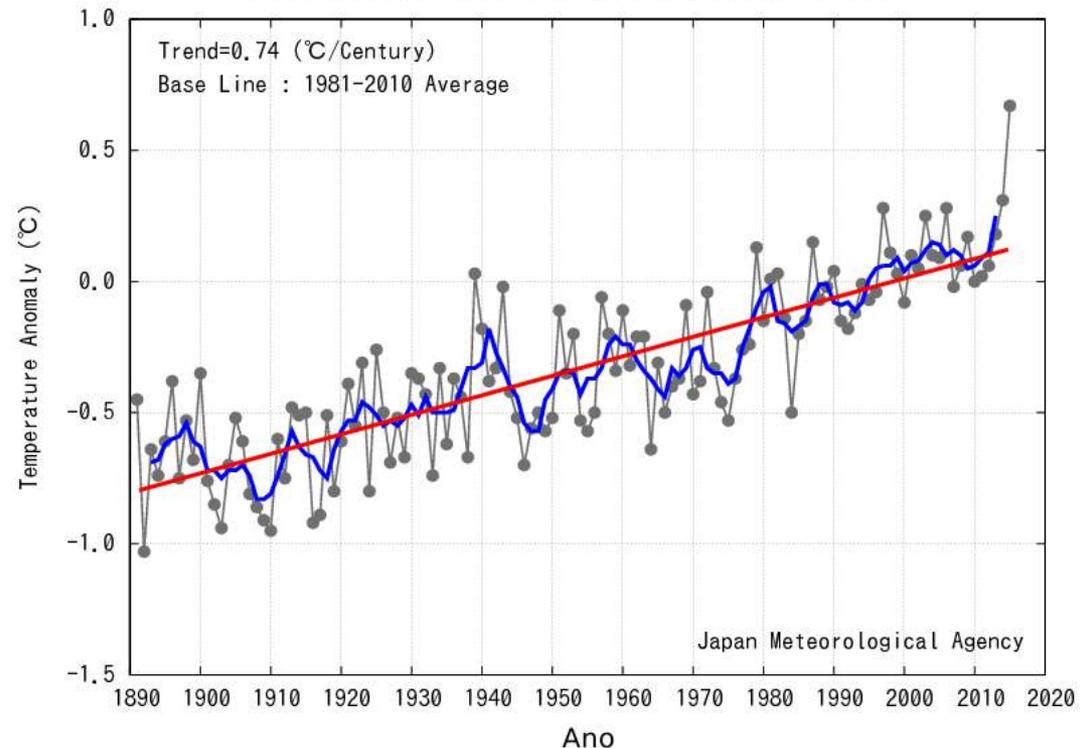
## Composição do ar atmosférico

- $N_2$  – 78%
- $O_2$  – 21%
- Outros gases – 1%



$CO_2$  – 0,039%

Temperatura Média Global Mensal para Dezembro



Anomalias são desvios da linha de base (Média de 1981-2010).

A linha preta estreita indica a anomalia da temperatura de superfície para cada ano.

A linha azul indica uma média móvel de 5 anos.

A linha vermelha indica a tendência linear.

# Qual energia mais se utiliza no Brasil?

**Não Renováveis**

**X**

**Renováveis**



**VS**



# Qual energia mais se utiliza no Brasil?

## BEN 2021 | Repartição da oferta interna de energia – OIE - 2020

RENOVÁVEIS ► 48,4%



**Biomassa da Cana**  
19,1%



**Hidráulica<sup>1</sup>**  
12,6%



**Lenha e Carvão Vegetal**  
8,9%



**Outras renováveis**  
7,7%

NÃO RENOVÁVEIS ► 51,6%



**Petróleo e derivados**  
33,1%



**Gás Natural**  
11,8%



**Carvão Mineral**  
4,9%

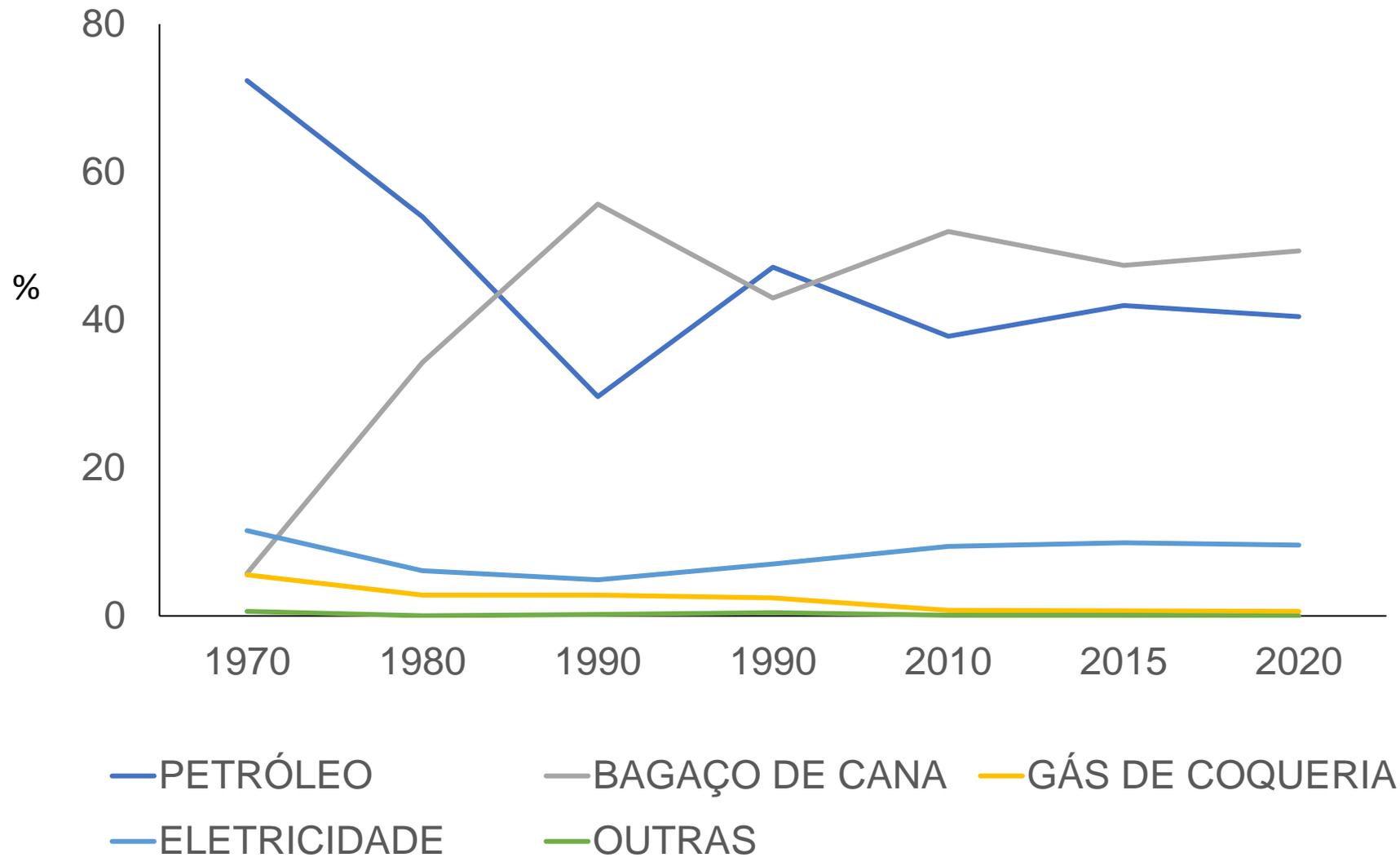


**Urânio**  
1,3%

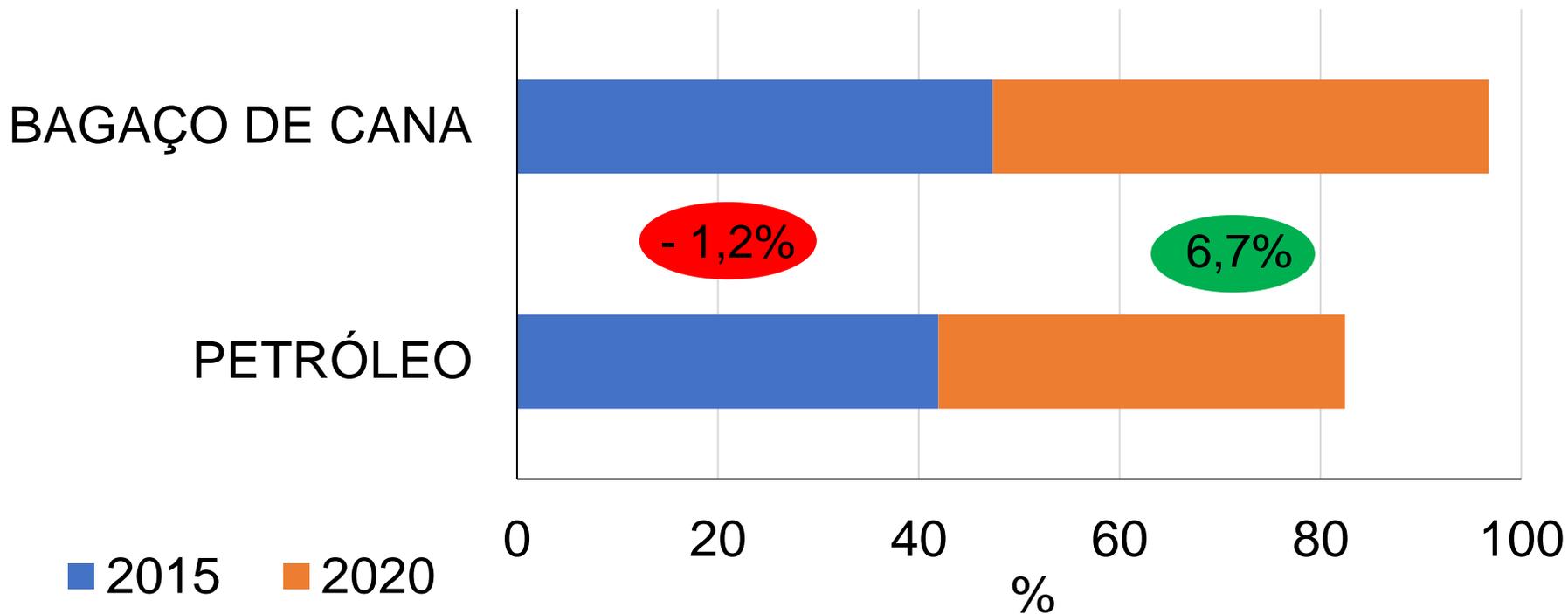


**Outras não renováveis**  
0,6%

<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

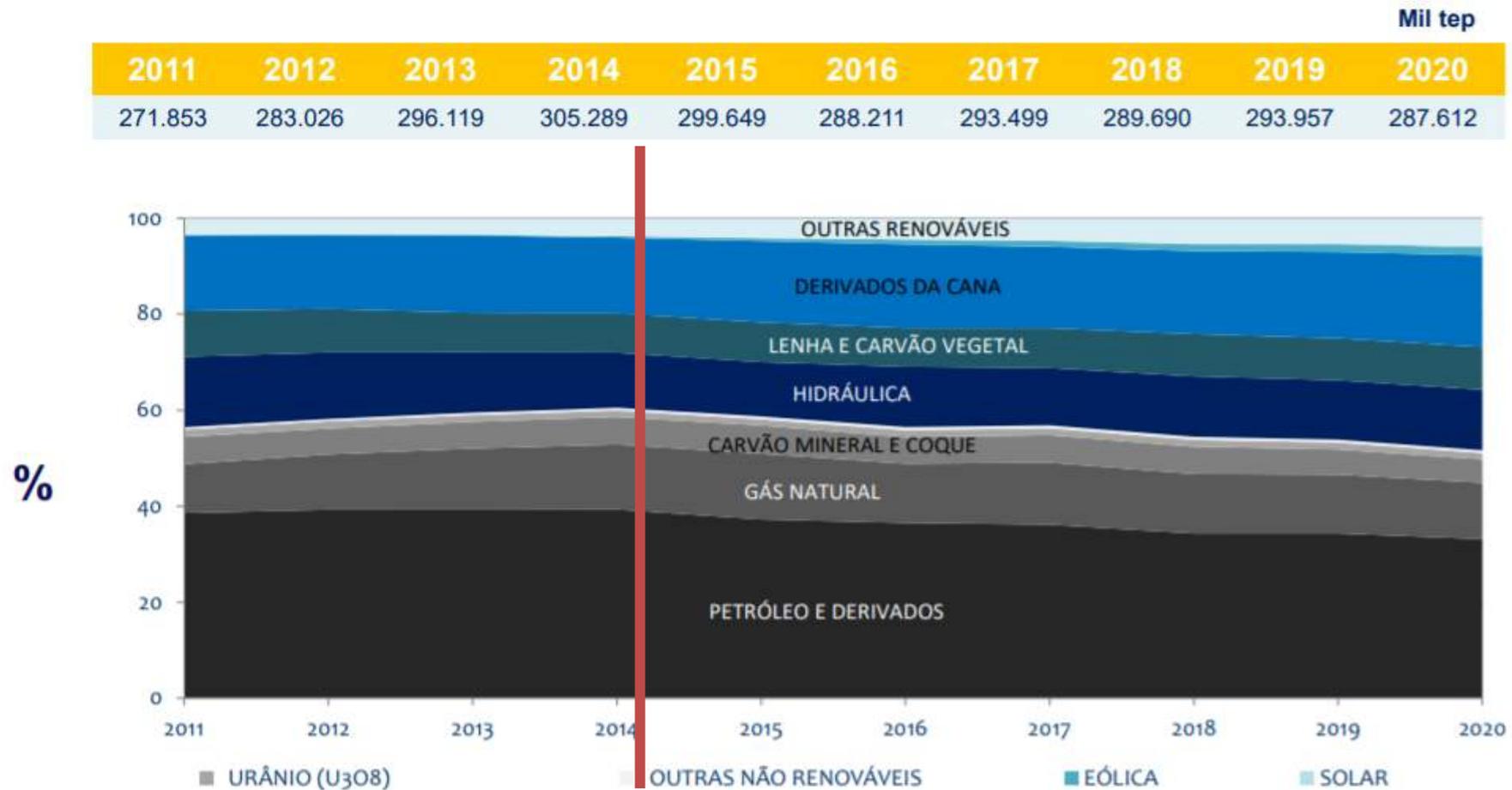


Série histórica de fontes energéticas nacional.



Crescimento da produção de energia a partir do bagaço de cana e do petróleo entre 2015 e 2020.

# BEN 2021 | Oferta interna de energia 2011 - 2020



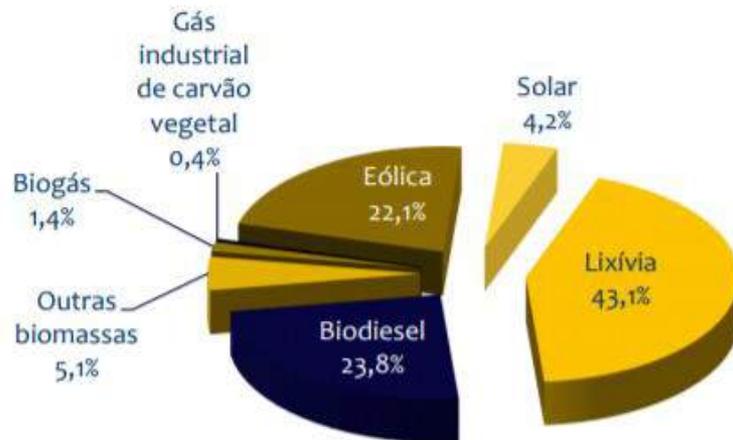
**2011 a 2014:** redução na participação de renováveis

**2015 a 2020:** crescimento de renováveis expansão de derivados de cana, eólica e biodiesel

# BEN 2021 | Repartição da oferta de 'Outras renováveis'

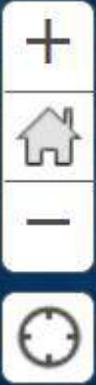


**Outras renováveis**  
7,7%



Outras renováveis (mil tep)	2019	2020	Δ 20 / 19
Lixívia	8.948	9.576	7,0%
Biodiesel	4.878	5.300	8,6%
Eólica	4.815	4.906	1,9%
Outras biomassas <sup>1</sup>	1.149	1.139	-0,9%
Solar	572	924	61,5%
Biogás	269	311	15,7%
Gás industrial de carvão vegetal	81	85	4,3%
<b>Total</b>	<b>20.712</b>	<b>22.241</b>	<b>7,4%</b>

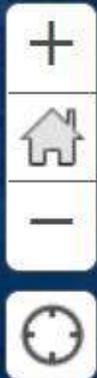
<sup>1</sup> Inclui casca de arroz, capim-elefante e óleos vegetais



<https://sigel.aneel.gov.br/>

Energia eólico em expansão no litoral brasileiro. A foto é do Estado de Sergipe.





0 500 1000km

<https://sigel.aneel.gov.br/>

Earthstar Geographics

POWERED BY  
**esri**

# BEN 2021 | Oferta interna de energia 2020/2019

Fonte (Mtep)	2019	2020	Δ 20 / 19
<b>RENOVÁVEIS</b>	<b>135,6</b>	<b>139,1</b>	<b>2,5%</b>
Biomassa da cana	52,8	54,9	4,0%
Energia hidráulica <sup>1</sup>	36,4	36,2	-0,4%
Lenha e carvão vegetal	25,7	25,7	-0,1%
Lixívia e outras renováveis	20,7	22,2	7,4%
<b>NÃO RENOVÁVEIS</b>	<b>158,3</b>	<b>148,5</b>	<b>-6,2%</b>
Petróleo e derivados	100,9	95,2	-5,6%
Gás natural	35,9	33,8	-5,8%
Carvão mineral	15,4	14,0	-9,1%
Urânio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	4,3	3,7	-13,2%
Outras não renováveis	1,8	1,7	-4,9%

<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

# BEN 2021 | Destaque: Consumo Final de Biodiesel

Em 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	66	391	1.111	1.543	2.272	2.439	2.612	2.742	3.189	3.769	3.719	4.183	5.270	5.762	6.280



**Crescimento de consumo:** favorecido pela política de adição de biodiesel no diesel fóssil.

**Brasil:** 2<sup>o</sup> maior produtor

**Matéria-prima:** óleo de soja

# Qual setor mais usa energia?

## BEN 2020 | Quem usou a energia no Brasil

Pelo 2º ano consecutivo o setor de transportes supera a indústria em consumo de energia.

2019	259,4 Mtep
2018	257,4 Mtep
	0,8%

Transportes  
32,7%



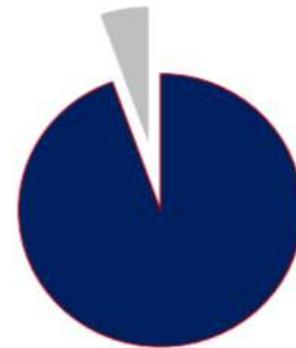
Indústrias  
30,4%



Setor Energético  
11,2%



Uso não energético  
5,5%



Produção industrial e transporte de carga / passageiros respondem por aproximadamente 63% do consumo de energia do país.

Residências  
10,3%



Serviços  
5,1%



Agropecuária  
4,9%



# Qual setor mais usa energia?

Transporte > Indústria > setor energético >  
residências > serviços > agropecuária

**2019: Antes da pandemia**

# Qual setor mais usa energia?

## BEN 2021 | Quem usou a energia no Brasil - 2020

Setor de serviços apresentou o maior recuo entre os setores e foi ultrapassado pela agropecuária.

Indústrias  
32,1%



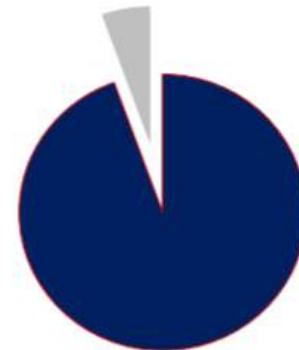
Transportes  
31,2%



Setor  
Energético  
11,2%



Uso não  
energético  
4,9%



Residências  
10,8%



Agropecuária  
5,1%



Serviços  
4,7%



2020	254,6 Mtep
2019	259,9 Mtep
	-2,0%

Produção industrial e transporte de carga / passageiros respondem por aproximadamente 63% do consumo de energia do país.

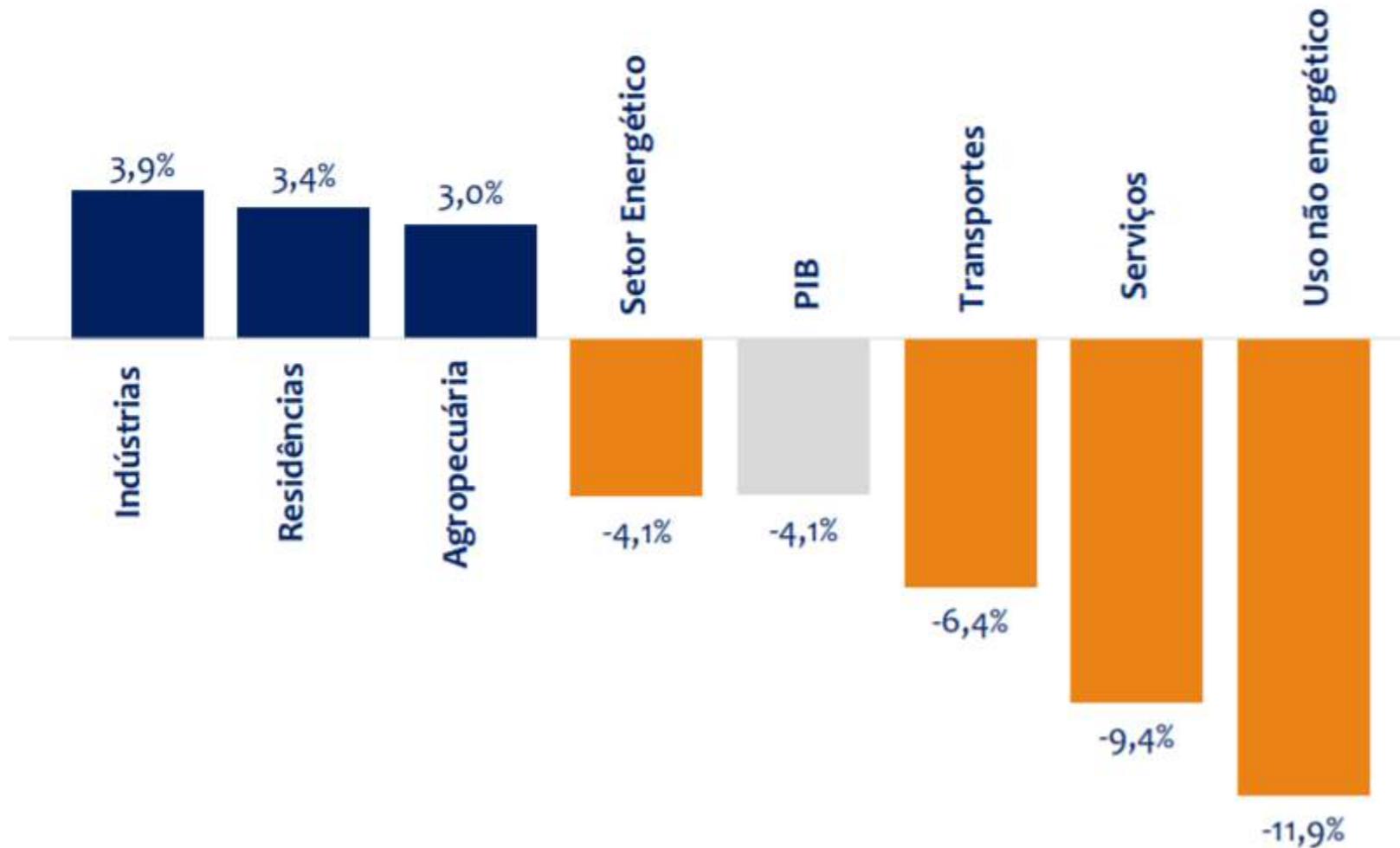
# Qual setor mais usa energia?

Indústria > transporte > setor energético >  
residências > agropecuária > serviços

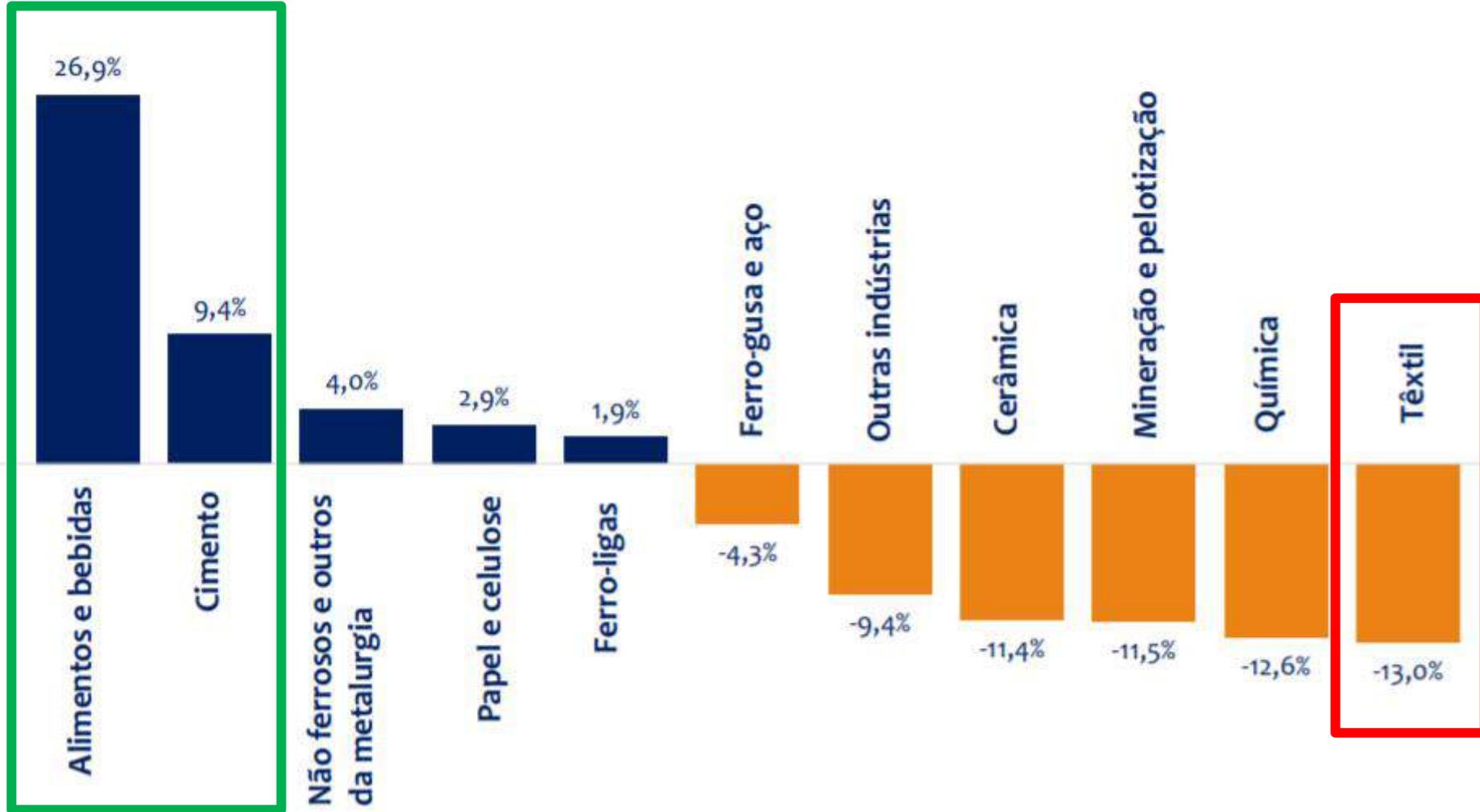
**2020: Pandemia**

# BEN 2021 | Como variou o consumo da energia no Brasil

*variação % 2020/2019*



# BEN 2021 | Consumo de energia na indústria

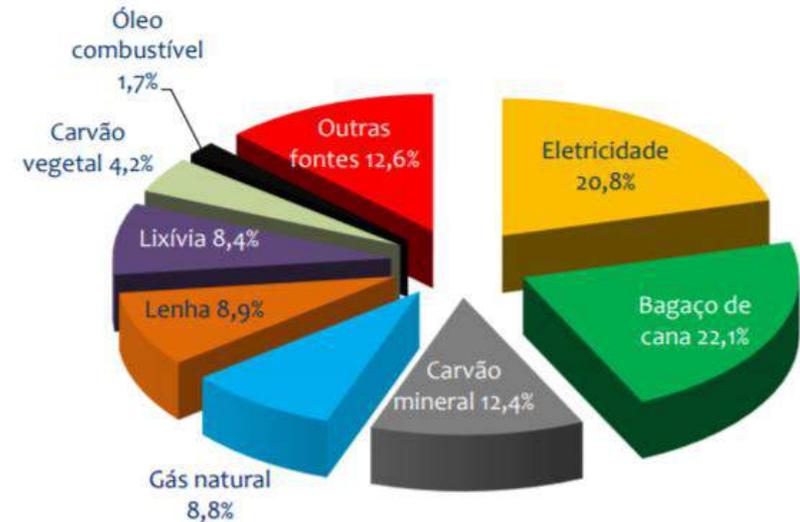


# BEN 2021 | Consumo de energia na indústria

Renováveis  
63%



2020	81,7 Mtep
2019	78,7 Mtep
	3,9%



Bagaço de cana +37,2% (alimentos e bebidas – produção de açúcar: aumento de 41,3%)

Lixívia +5,4% (produção de celulose aumentou 6,4%)



Gás natural -13,3% (queda na siderurgia, química e cerâmica)

Carvão mineral -4,9% (queda na produção de aço por redução a coque de carvão mineral)

“Outras fontes” incluem óleo diesel, GLP, nafta, querosene, gás de coqueria, alcatrão, gás de refinaria, coque de petróleo, dentre outros renováveis e não renováveis.

# BEN 2021 | Consumo de energia nos transportes



2020 79,3 Mtep

2019 84,8 Mtep



- 6,4%

Participação das renováveis nos transportes



Etanol (anidro + hidratado) -12,3%



Gasolina A<sup>2</sup> -6,1%



Óleo diesel -1,1%;



Querosene de aviação -42,8%;

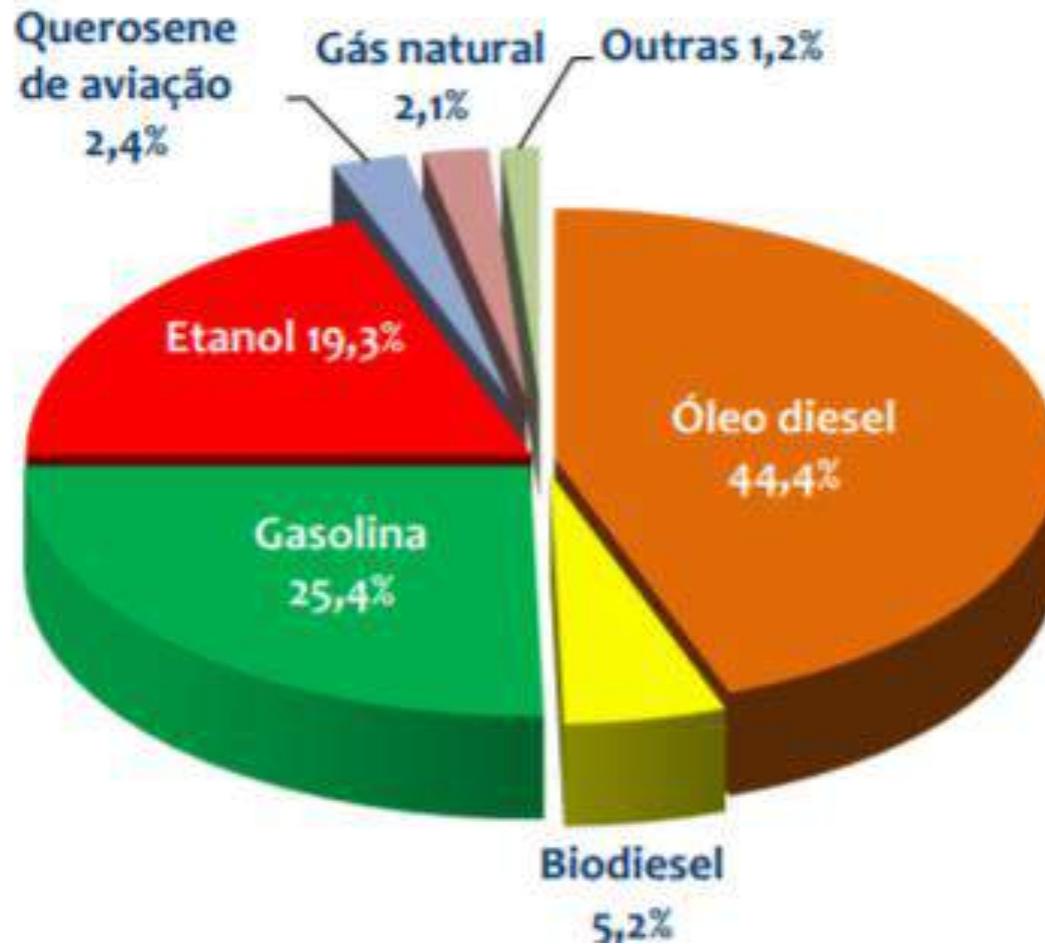


Biodiesel +8,4% (aumento do percentual na mistura – B12)

O crescente consumo de biodiesel se deve à política de adição deste combustível no diesel fóssil, que atingiu 12% em volume (B12) em 2020.

O setor de transportes foi muito impactado pela pandemia do Covid-19.

# BEN 2021 | Consumo de energia nos transportes



# Consumo de energia nos transportes

## Comparativo entre 2019 e 2020



Etanol +11,3%



Gasolina -0,5%



Óleo diesel +1,9%;



Biodiesel +9,4% (aumento do percentual na mistura – B11)

O crescente consumo de biodiesel se deve à política de adição deste combustível no diesel fóssil, que atingiu 11% em volume (B11) em 2019.



Etanol (anidro + hidratado) -12,3%



Gasolina A<sup>2</sup> -6,1%



Óleo diesel -1,1%;



Querosene de aviação -42,8%;



Biodiesel +8,4% (aumento do percentual na mistura – B12)

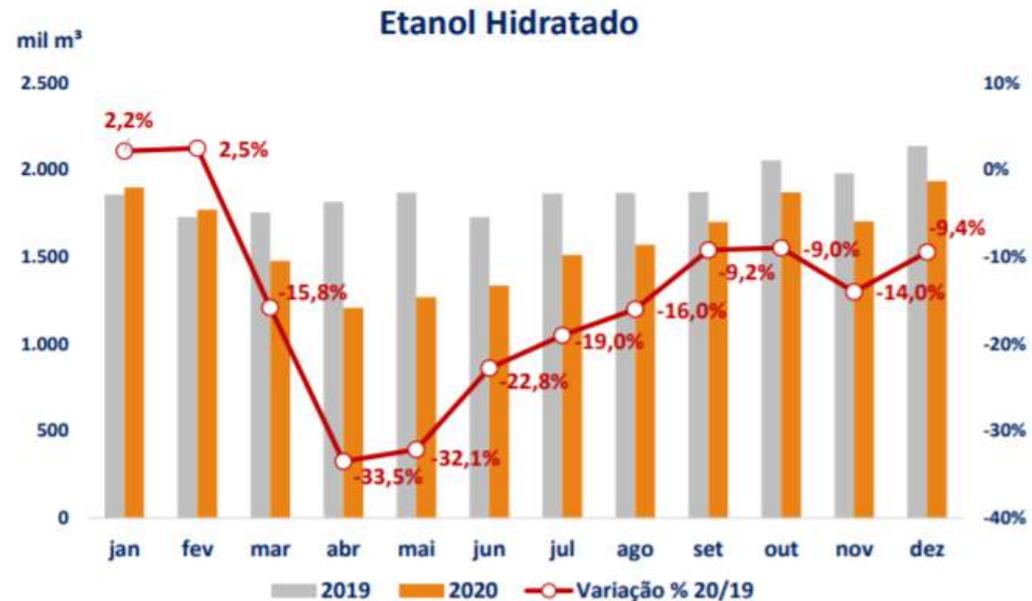
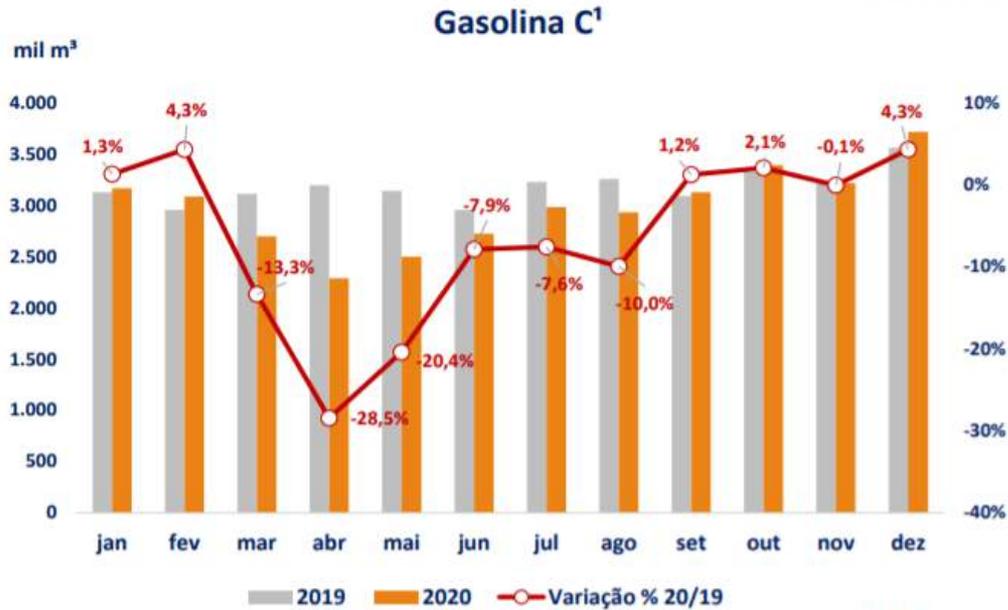
O crescente consumo de biodiesel se deve à política de adição deste combustível no diesel fóssil, que atingiu 12% em volume (B12) em 2020.



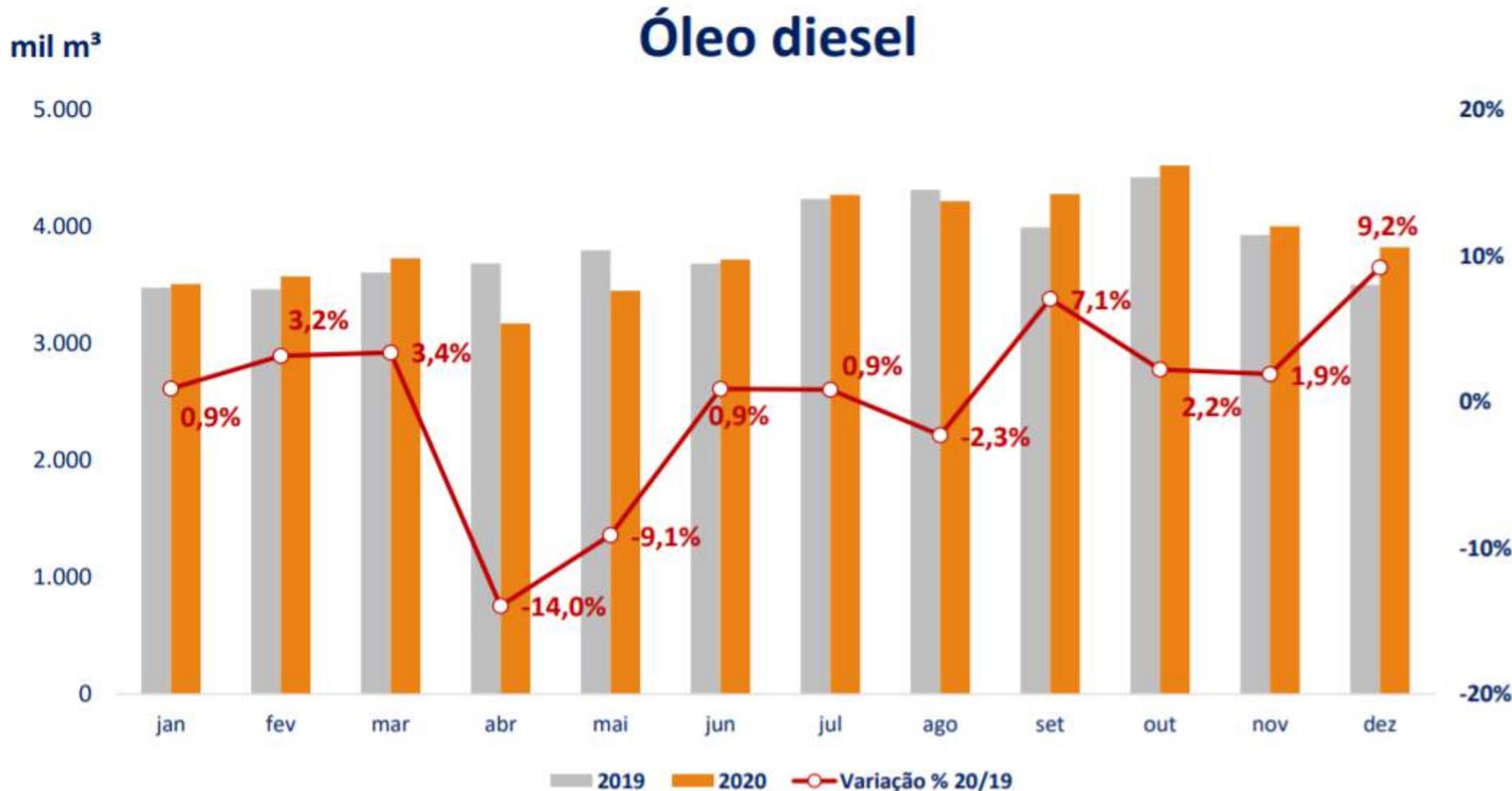
O setor de transportes foi muito impactado pela pandemia do Covid-19.

# BEN 2021 | Impacto da pandemia nos transportes

<sup>1</sup> Gasolina C é aquela que possui etanol anidro em sua composição e vendida ao consumidor.



# BEN 2021 | Impacto da pandemia nos transportes



# BEN 2020 | Consumo de energia no setor energético



FONTE (mil tep)	2018	2019	Δ 19/ 18
BAGAÇO DE CANA	14.296	15.139	5,9%
GÁS NATURAL	7.234	6.597	-8,8%
DERIVADOS DE PETRÓLEO	4.175	4.268	2,2%
ELETRICIDADE	2.706	2.818	4,1%
GÁS DE COQUERIA	209	190	-8,8%
TOTAL	26.620	29.011	1,4%

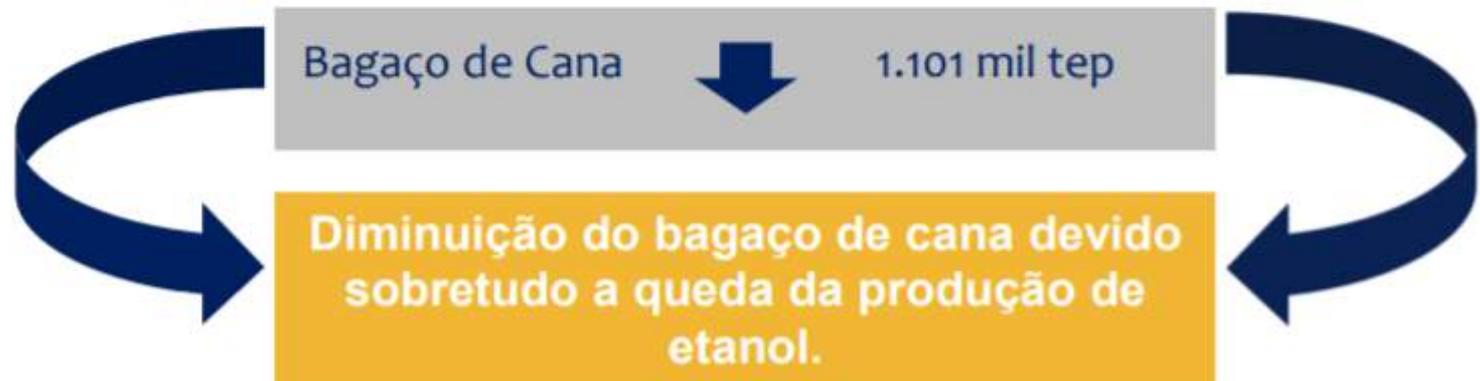


**2019: Antes da pandemia**

# BEN 2021 | Consumo de energia no setor energético



FONTE (mil tep)	2019	2020	Δ 20/19
BAGAÇO DE CANA	15.139	14.038	-7,3%
GÁS NATURAL	7.250	7.130	-1,7%
DERIVADOS DE PETRÓLEO	4.268	4.382	2,7%
ELETRICIDADE	2.818	2.721	-3,4%
GÁS DE COQUERIA	190	175	-8,1%
<b>TOTAL</b>	<b>29.665</b>	<b>28.446</b>	<b>-4,1%</b>



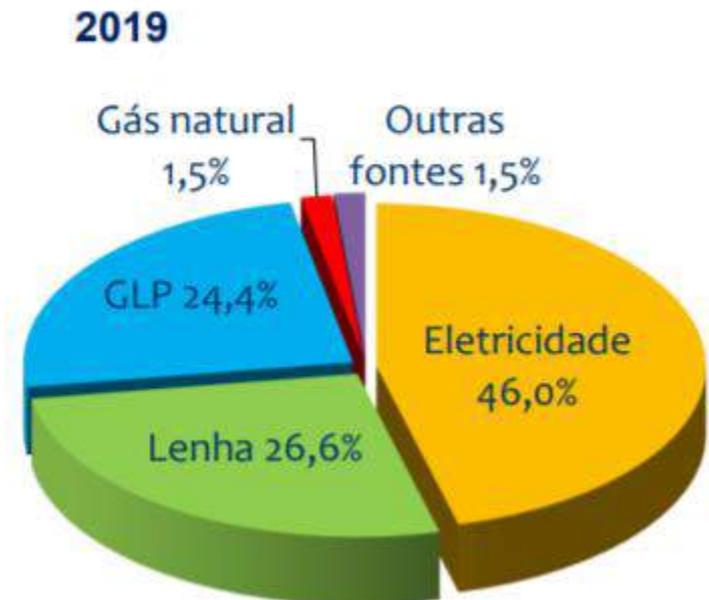
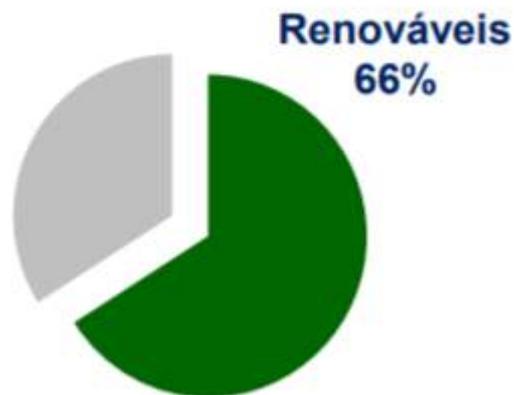
## 2020: Pandemia

# BEN 2020 | Consumo residencial de energia

2019	26,7 Mtep
2018	26,4 Mtep
	0,8%



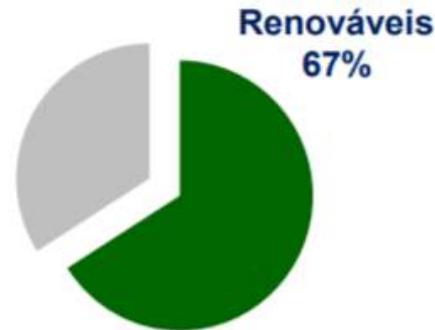
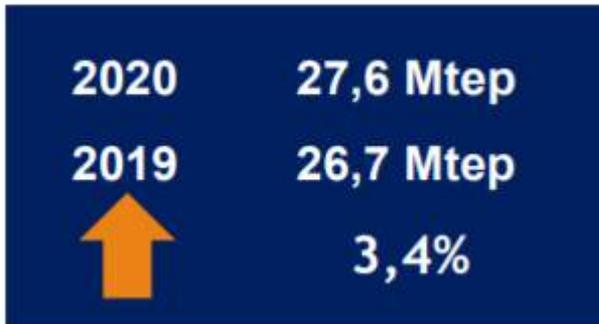
-  Eletricidade +3,5% (demanda para climatização contribuiu significativamente para o crescimento)
-  Lenha -2,3%
-  GLP -0,5%



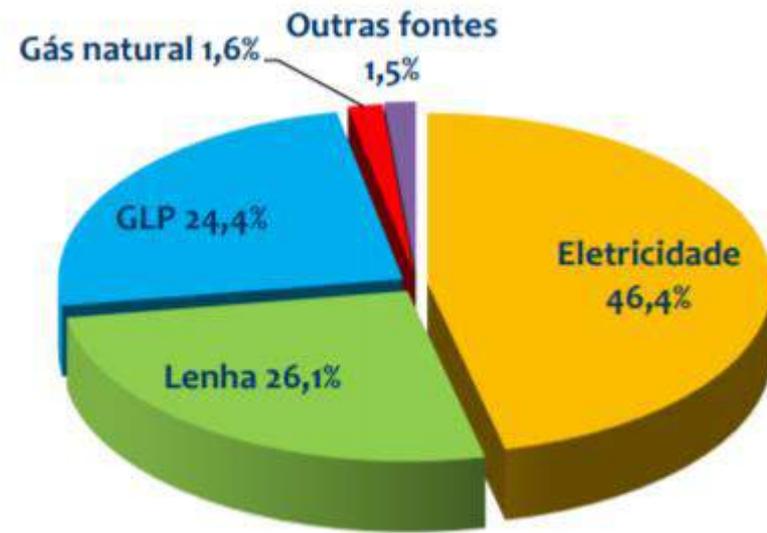
<sup>1</sup> Querosene e carvão vegetal

**2019: Antes da pandemia**

# BEN 2021 | Consumo residencial de energia



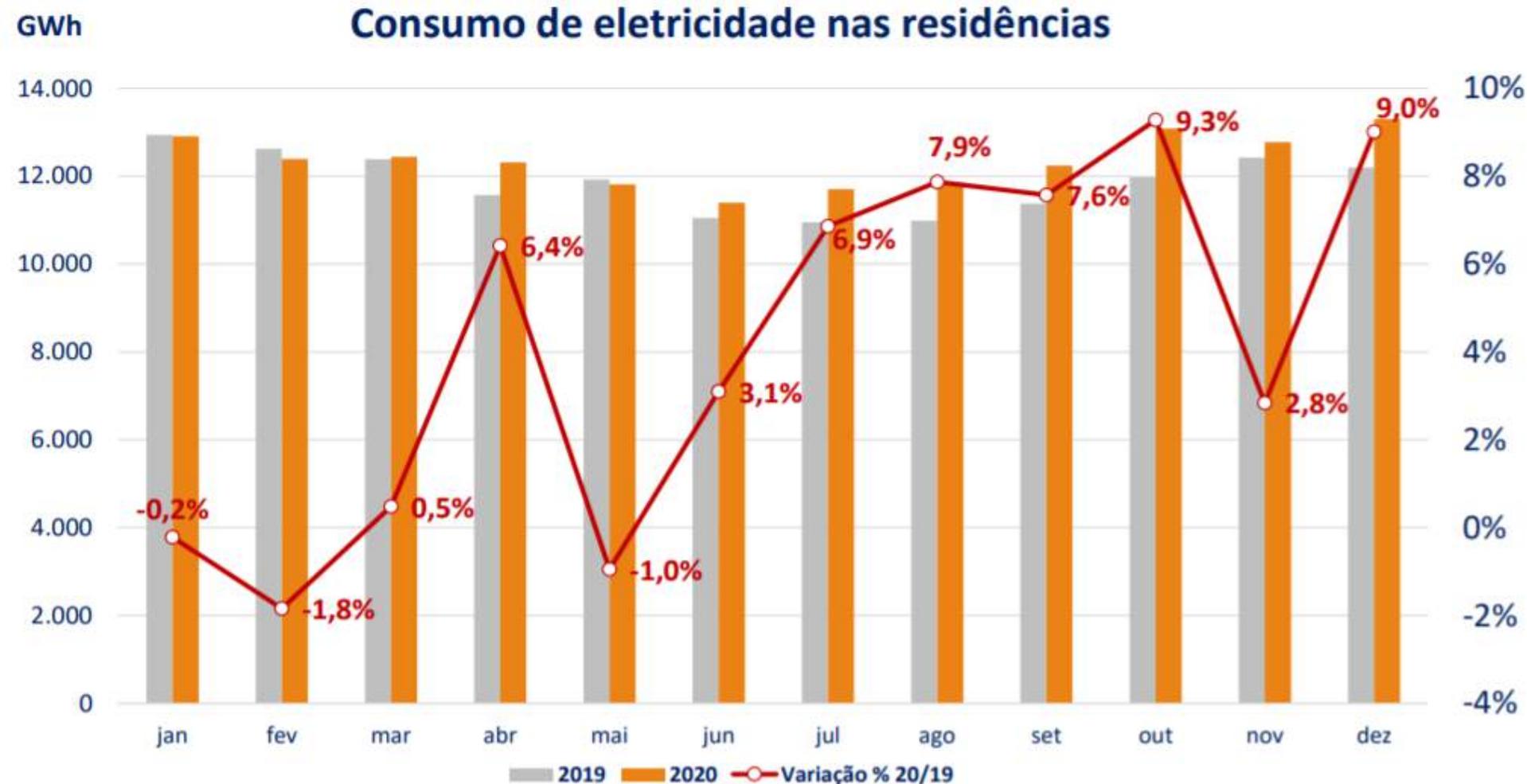
-  Eletricidade +4,0%
-  Lenha +1,8%
-  GLP +3,7%
-  Gás natural +8,9%



<sup>1</sup> Querosene e carvão vegetal

## 2020: Pandemia

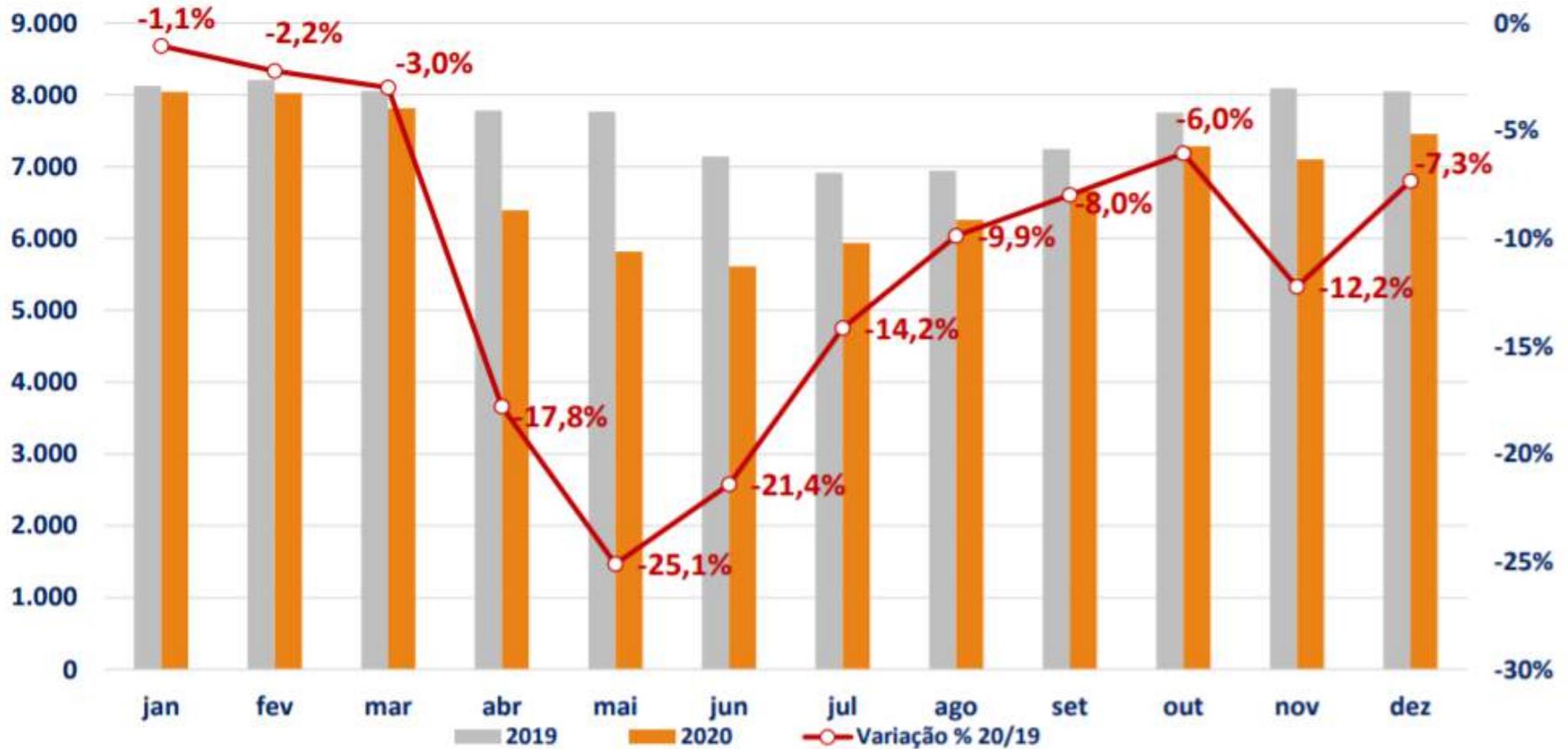
# BEN 2021 | Impactos da pandemia nas residências



# BEN 2021 | Impactos da pandemia no setor comercial

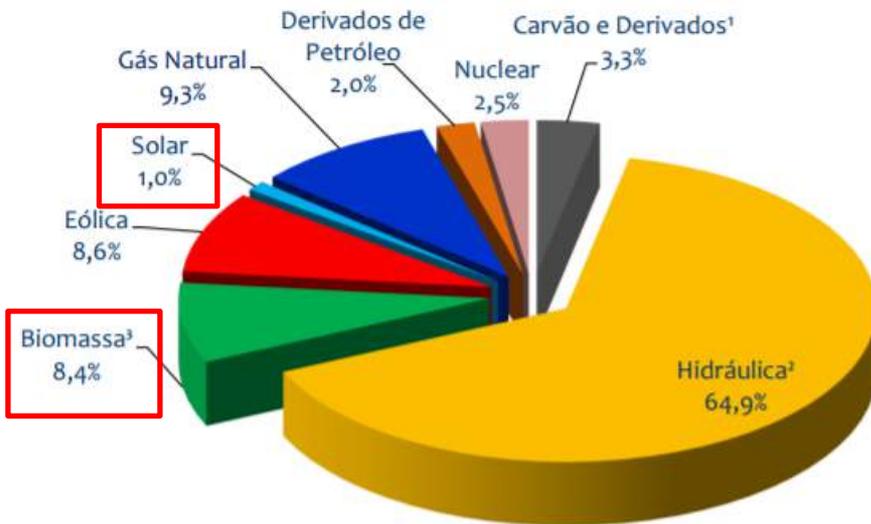
GWh

## Consumo de eletricidade no setor comercial

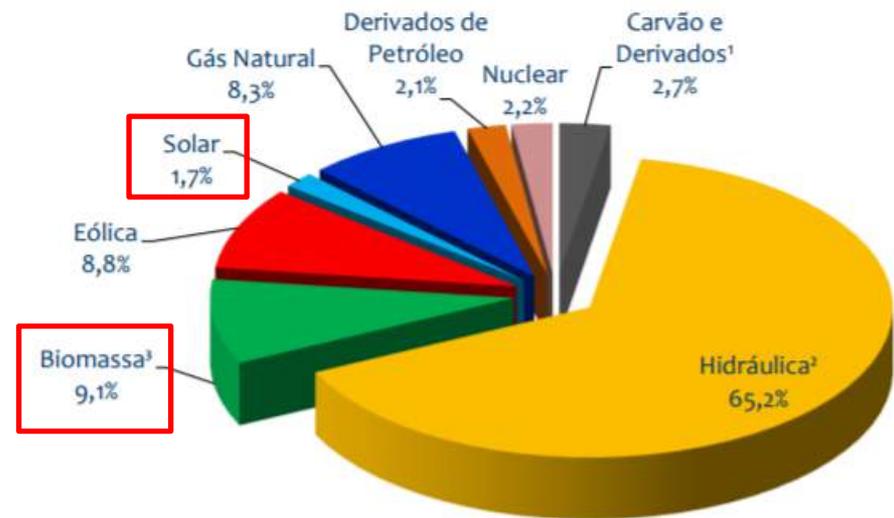


# BEN 2021 | Matriz Elétrica Brasileira

## BRASIL (2019)



## BRASIL (2020)



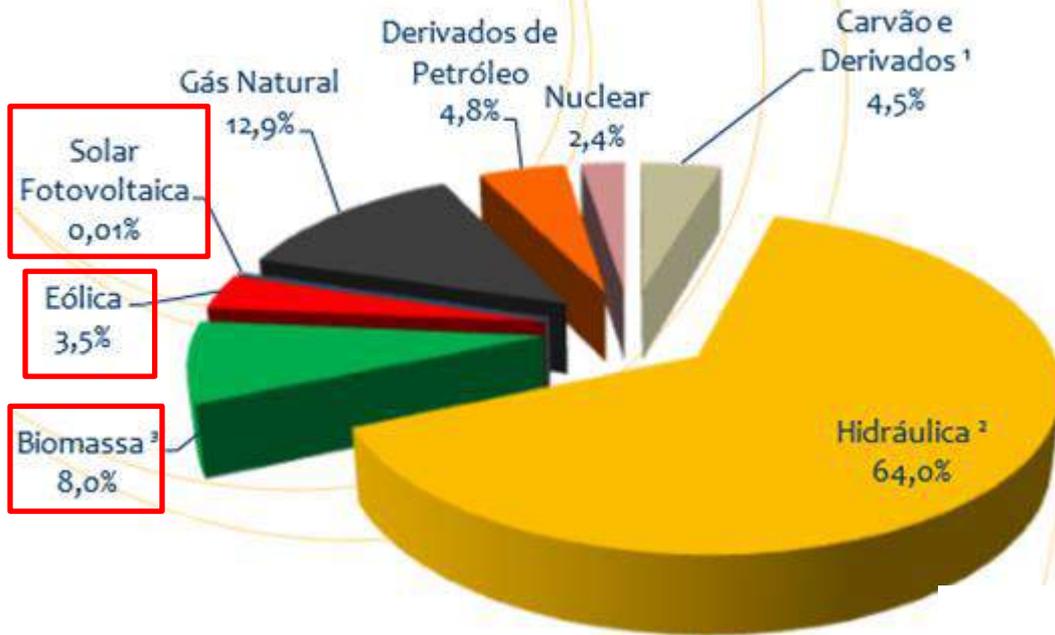
<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão

<sup>2</sup> Inclui importação

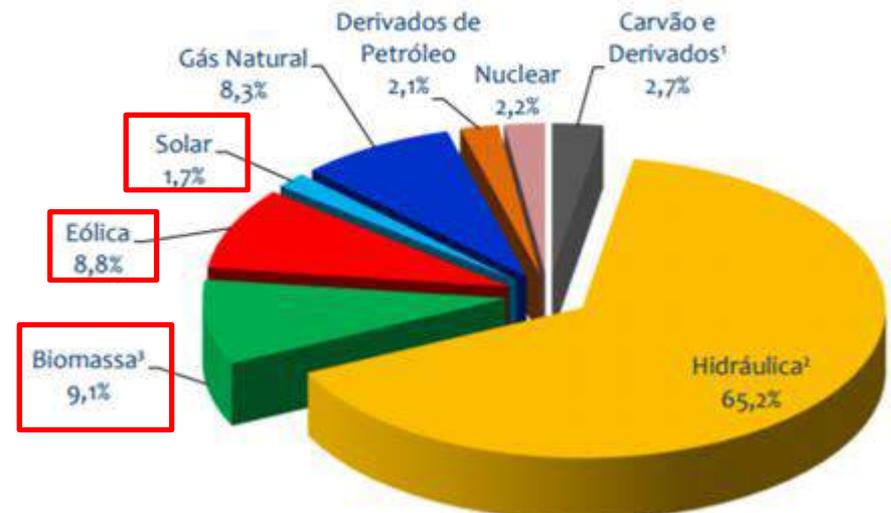
<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia, biodiesel e outras fontes primárias.

# Matriz Elétrica Brasileira

## BRASIL (2015)



## BRASIL (2020)

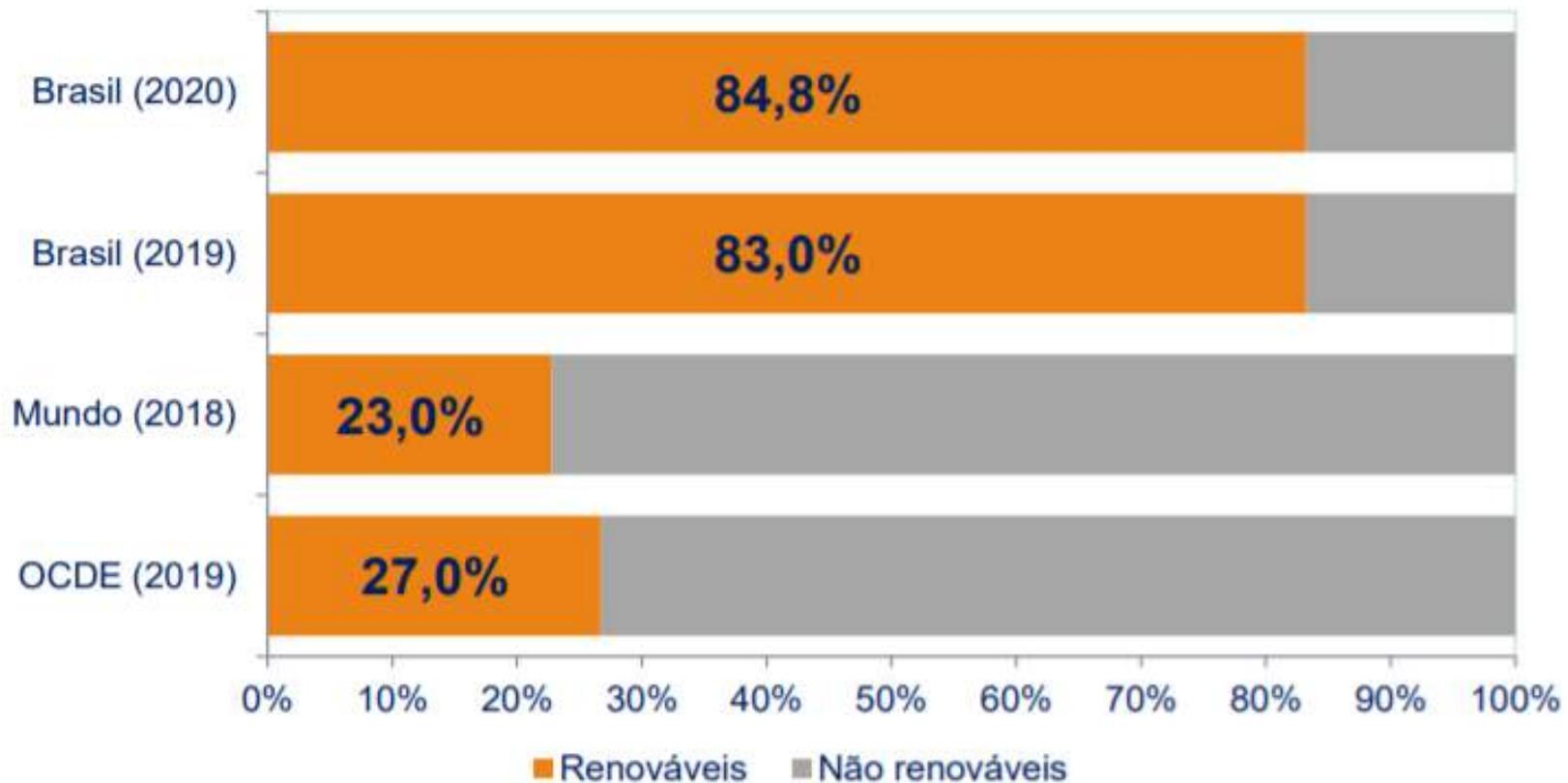


### Fontes (%)

	2015	2020
Solar	0,01	1,7
Eólica	3,5	8,8
Biomassa	8,0	9,1

# BEN 2021 | Participação de renováveis na matriz elétrica

A participação de renováveis na matriz energética do Brasil é menor perante ao mundo?

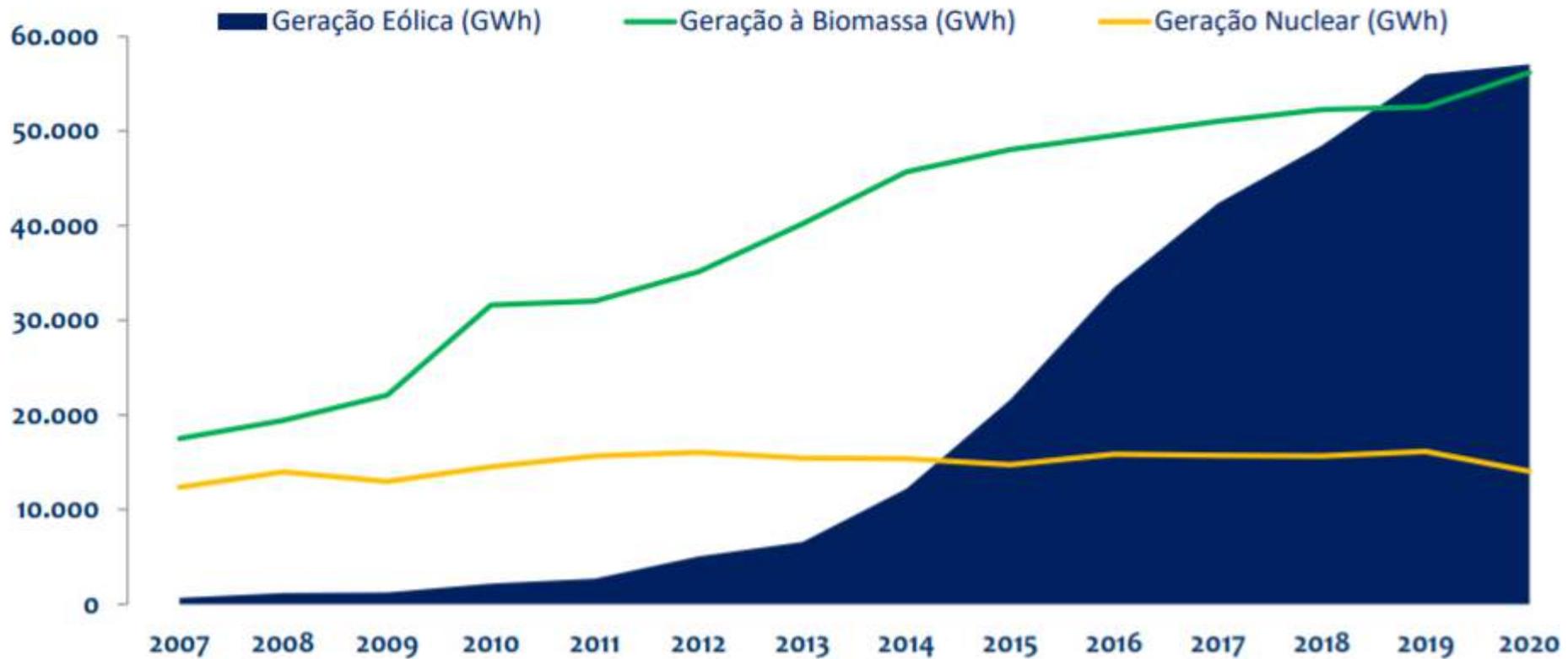


# BEN 2021 | Geração Elétrica (GWh)

Fonte	2019	2020	Δ 20/19
Hidrelétrica	397.877	396.327	-0,4%
Gás Natural	60.448	53.464	-11,6%
Eólica	55.986	57.051	1,9%
Biomassa <sup>2</sup>	52.543	56.167	6,9%
Nuclear	16.129	14.053	-12,9%
Carvão Vapor	15.327	11.946	-22,1%
Derivados do Petróleo <sup>3</sup>	6.926	7.745	11,8%
Solar Fotovoltaica	6.655	10.750	61,5%
Outras <sup>4</sup>	14.438	13.696	-5,1%
<b>Geração Total</b>	<b>626.328</b>	<b>621.198</b>	<b>-0,8%</b>

# BEN 2021 | Evolução da geração eólica (GWh)

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ 20/19
663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	6.578	12.210	21.625	33.489	42.373	48.475	55.986	57.051	1,90%



Em 2019, a geração eólica ultrapassou a geração de eletricidade à biomassa. Em 2015 já havia ultrapassado a geração nuclear.

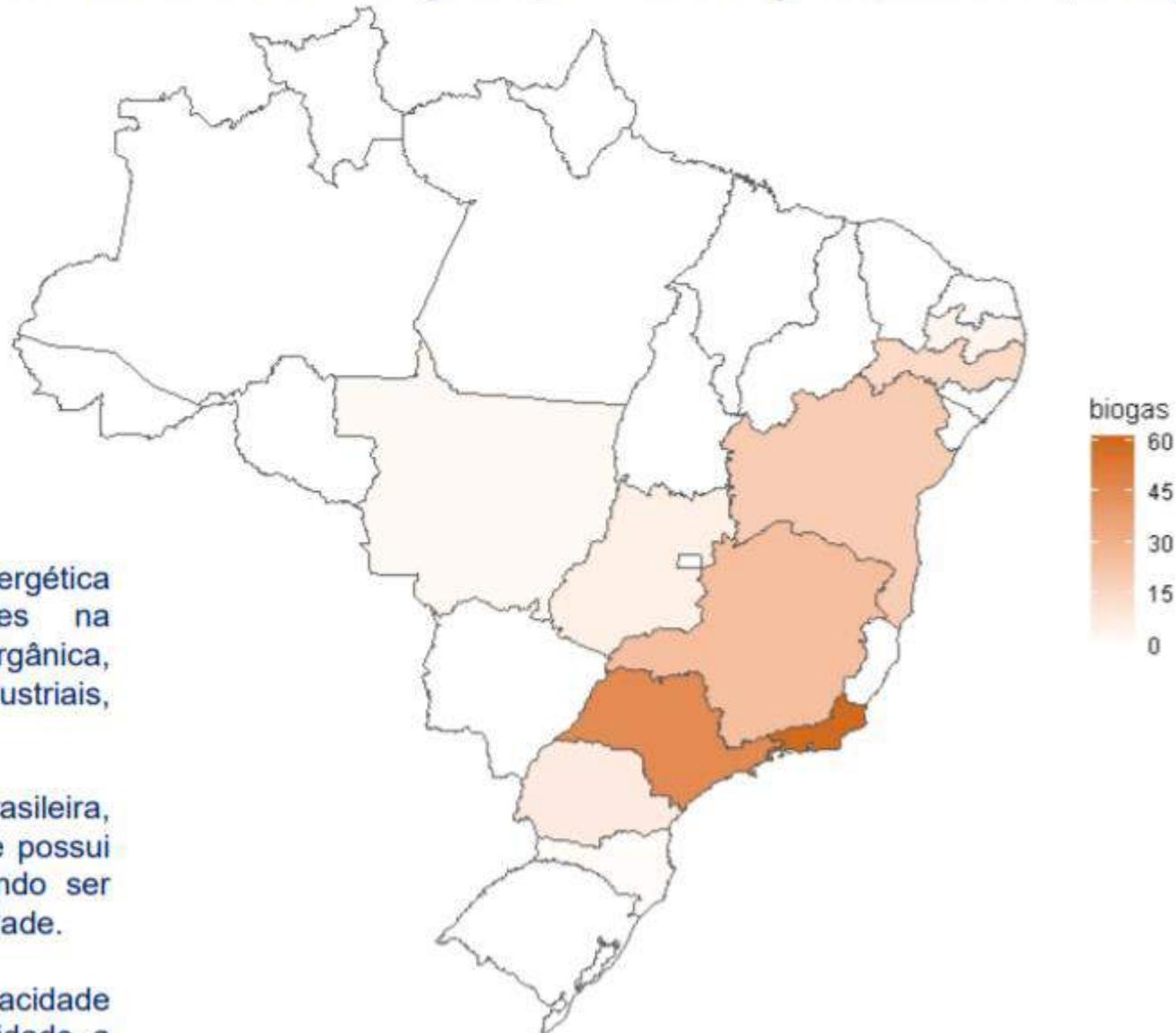
# BEN 2021 | Capacidade Instalada de geração a Biogás por UF (MW)

## Você sabia?

O biogás é uma fonte energética produzida por bactérias atuantes na decomposição de matéria orgânica, resíduos agrícolas, urbanos, industriais, florestais, entre outros.

Presente na matriz energética brasileira, é um biocombustível renovável e possui um bom poder calorífico, podendo ser utilizado para geração de eletricidade.

O mapa ao lado mostra a capacidade instalada de geração de eletricidade a partir do biogás nos estados do Brasil.



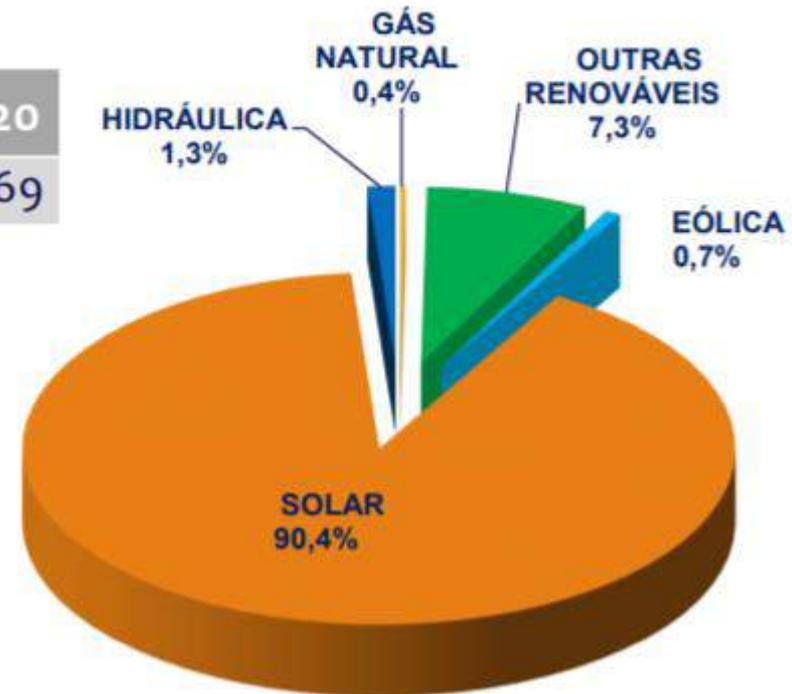
# BEN 2021 | Micro e Minigeração Distribuídas

Em 2020, aumento de 137% na geração distribuída.

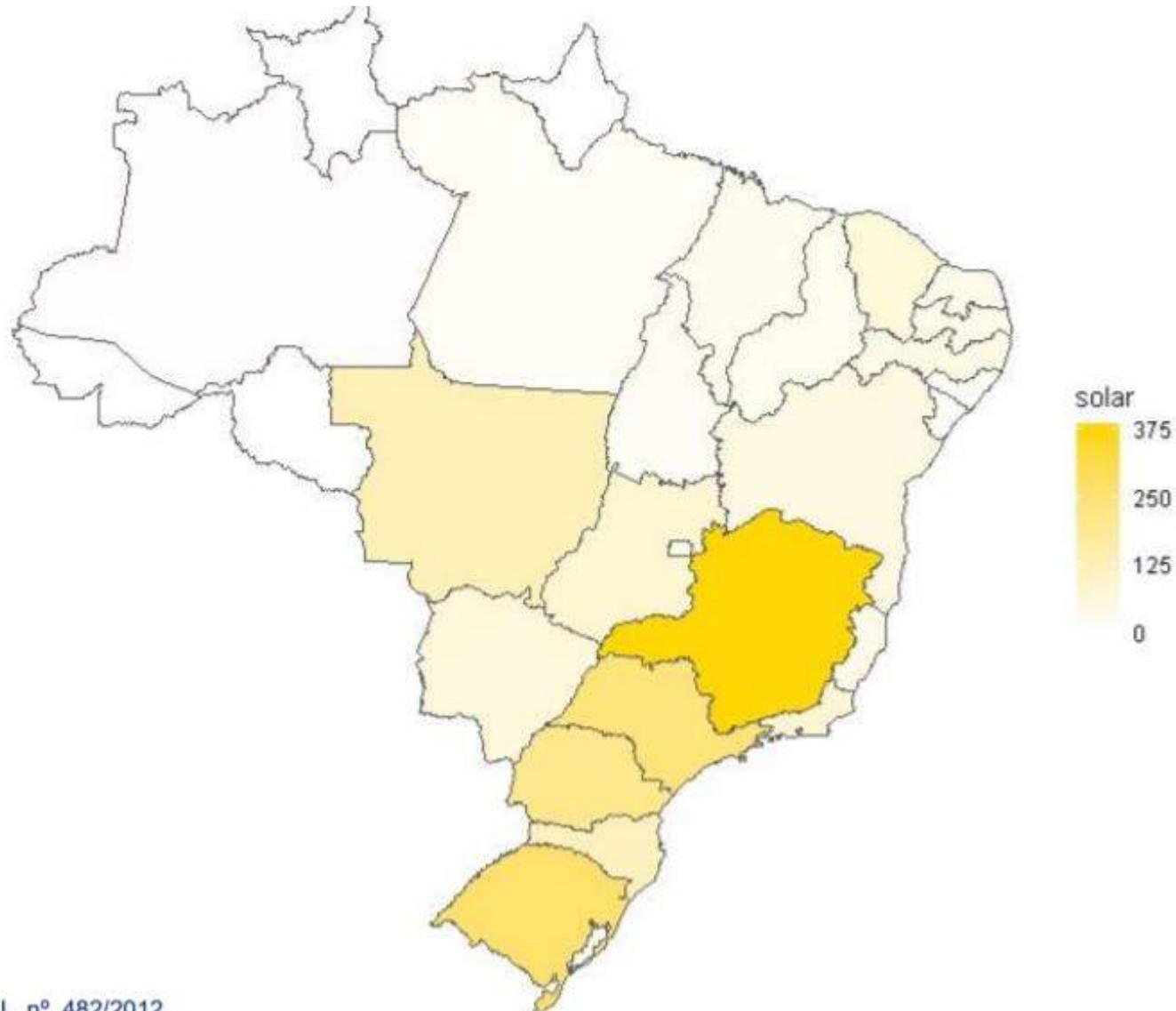
Participação de cada fonte na geração distribuída em 2020:

Geração total em GWh:

2015	2016	2017	2018	2019	2020
35	104	359	828	2.226	5.269



# BEN 2021 | Capacidade Instalada – Micro e Minigeração Distribuídas<sup>1</sup> Solar por UF (MW)



<sup>1</sup> Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012

# BEN 2021 | Emissões de CO<sub>2</sub> – Matriz Energética

Em 2020, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 398,3 MtCO<sub>2</sub>-eq.

## Emissões totais (2020) em Mt CO<sub>2</sub>e

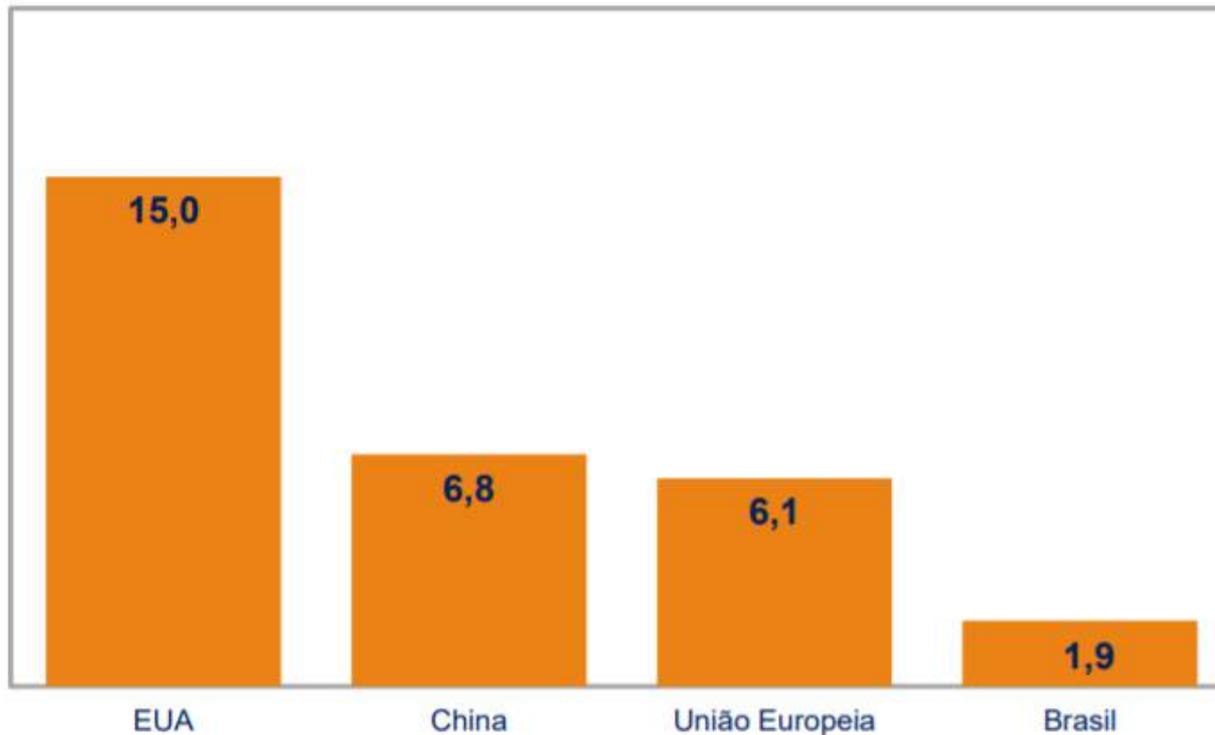


\* inclui os setores agropecuário, serviços, energético, elétrico e as emissões fugitivas

# BEN 2021 | Emissões de CO<sub>2</sub> per capita

Produzindo e consumindo energia, cada **brasileiro** emite, em média, **7 vezes menos** do que um americano e **3 vezes menos** do que um europeu e um chinês.

Emissões de CO<sub>2</sub> per capita (2018), em t CO<sub>2</sub>/hab



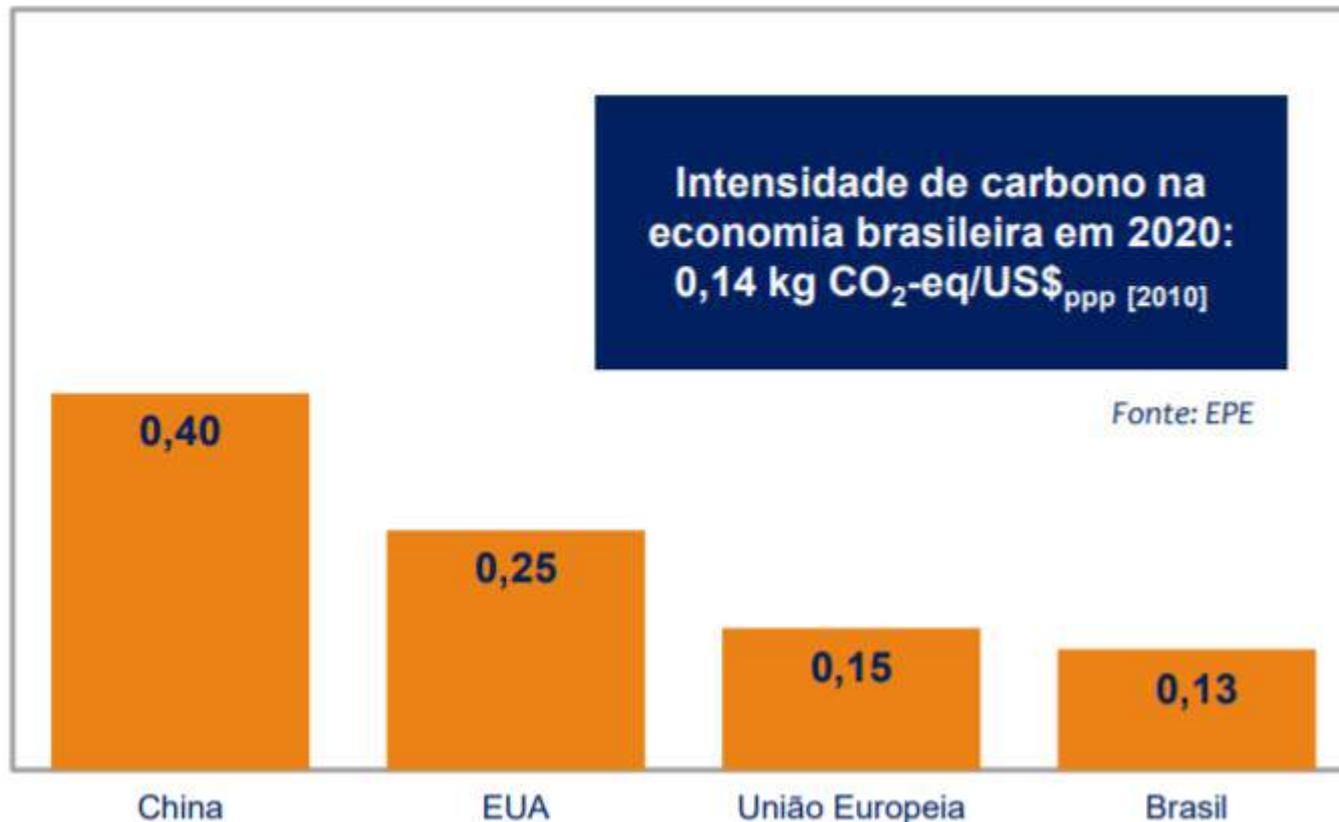
Emissões per capita  
brasileiras em 2020:  
1,9 t CO<sub>2</sub>-eq/hab

Fonte: EPE

# BEN 2021 | Intensidade de carbono na economia

Para **gerar uma unidade de produto**, a economia brasileira emite, na produção e consumo de energia, **33%** da economia chinesa, 50% da economia americana e 85% da economia da UE.

Intensidade de carbono (2018) em kg CO<sub>2</sub>/US\$ppp [2010]



# Consequências dos biocombustíveis ?

## Vantagens:

- Menor índice de poluição com a sua queima e processamento;
- Podem ser cultivados (renováveis);
- Geram empregos em sua cadeia produtiva;
- Diminuem a dependência em relação aos combustíveis fósseis;
- Aumento do índice de exportação do país (favorece a balança comercial).

# Consequências dos biocombustíveis ?

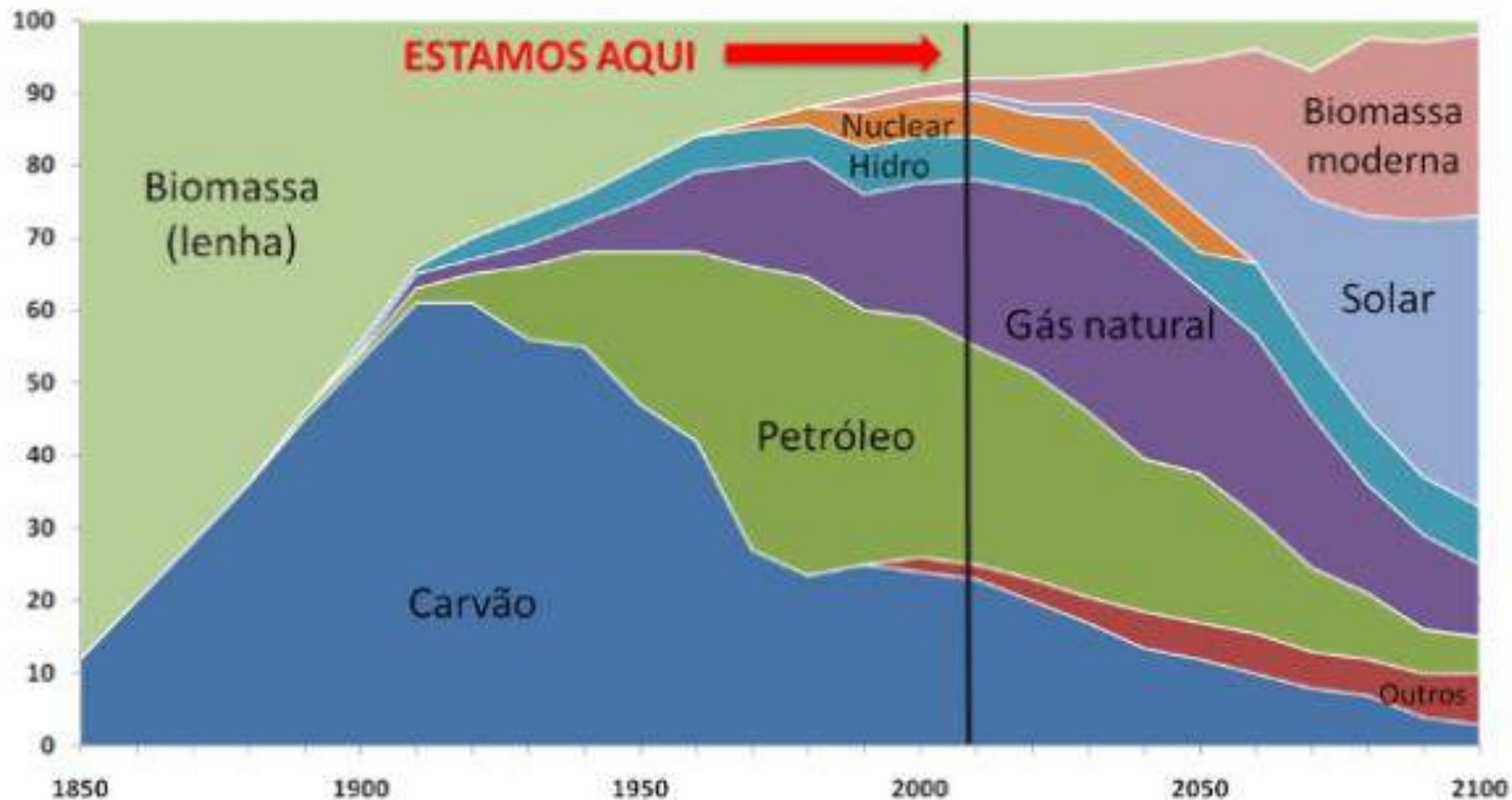
## Desvantagens:

- Necessidade de **grandes áreas agricultáveis**, podendo intensificar o desmatamento pela expansão da fronteira agrícola;
- Pressão sobre o **preço de alimentos**, que pode ter sua pressão diminuída para dar lugar à produção de biomassa.

**Será?**

---

# Século XXI: o início de uma nova ERA



**Desafio para a humanidade: DIVERSIFICAR AS FONTES DE ENERGIA**

# Por que biocombustíveis?



## Ganhos ambientais

- sequestro de carbono
- menor nível de emissão no consumo
- Aquecimento global



## Renovabilidade

- ciclo curto de produção
- processo controlado pelo homem



## Aspectos econômicos

- novo componente de demanda
- impactos na balança comercial



## Aspectos sociais

- geração de postos de trabalho
- desconcentração da renda



## Aspectos políticos

- democracia

# Importância da Agronegia para o Brasil

- Garantir a **interiorização** e a **regionalização** do **desenvolvimento**, com base na **expansão da agricultura de energia**;
- Criar oportunidades de **emprego** e de **geração de renda** no âmbito do **agronegócio**, com mais **participação dos pequenos produtores**;
- Induzir a criação do **mercado internacional** de biocombustíveis garantindo a liderança setorial do Brasil;
- **Otimizar o aproveitamento de áreas** resultante de ação humana sobre a vegetação natural, maximizando a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

# Agroenergia no Brasil: Biodiesel

- ▶ O **Brasil** é um dos **precursores** na **criação** do biodiesel, considerando-se as fórmulas mais contemporâneas de seu uso, e **desponta no mundo** como um dos primeiros países a registrar uma **patente**.

- ▶ O biodiesel é proveniente principalmente de **matérias-primas**



oriundas de **oleaginosas** (soja, mamona, etc). Porém uma parcela significativa resultante de **sebo animal** vem se destacando.

# Agroenergia no Brasil: Resíduos e dejetos

- ▶ Esse segmento da agroenergia apresenta como características a alta **dispersão geográfica** e as variadas formas de **aproveitamento energético** condicionado às matérias primas disponíveis. Isso é muito importante pois é uma maneira de **suprir com energia propriedades agrícolas e comunidades isoladas**, facilitando sua inserção nos meios produtivos e melhorando a qualidade de vida.



# Resíduos e Dejetos

- ▶ Temos como exemplo a produção agropecuária, mais especificamente a de **bovinos**, de **suínos** e de **aves**, cujos **dejetos** podem ser fontes para a produção de **gás metano**, com elevado potencial energético.



Como também as geradas nos cultivos de **cana-de-açúcar** e **arroz**, na indústria de **papel** e **celulose**, e serragem e gravetos da **indústria madeireira** e **moveleira**.

Segundo informação do Plano Nacional de Agroenergia, 70 **biodigestores** já foram instalados no Brasil, e mais 320 estão em construção nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso.

- ▶ Grosso, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Goiás. Esses estados apresentam presença significativa do setor de **suinocultura**.

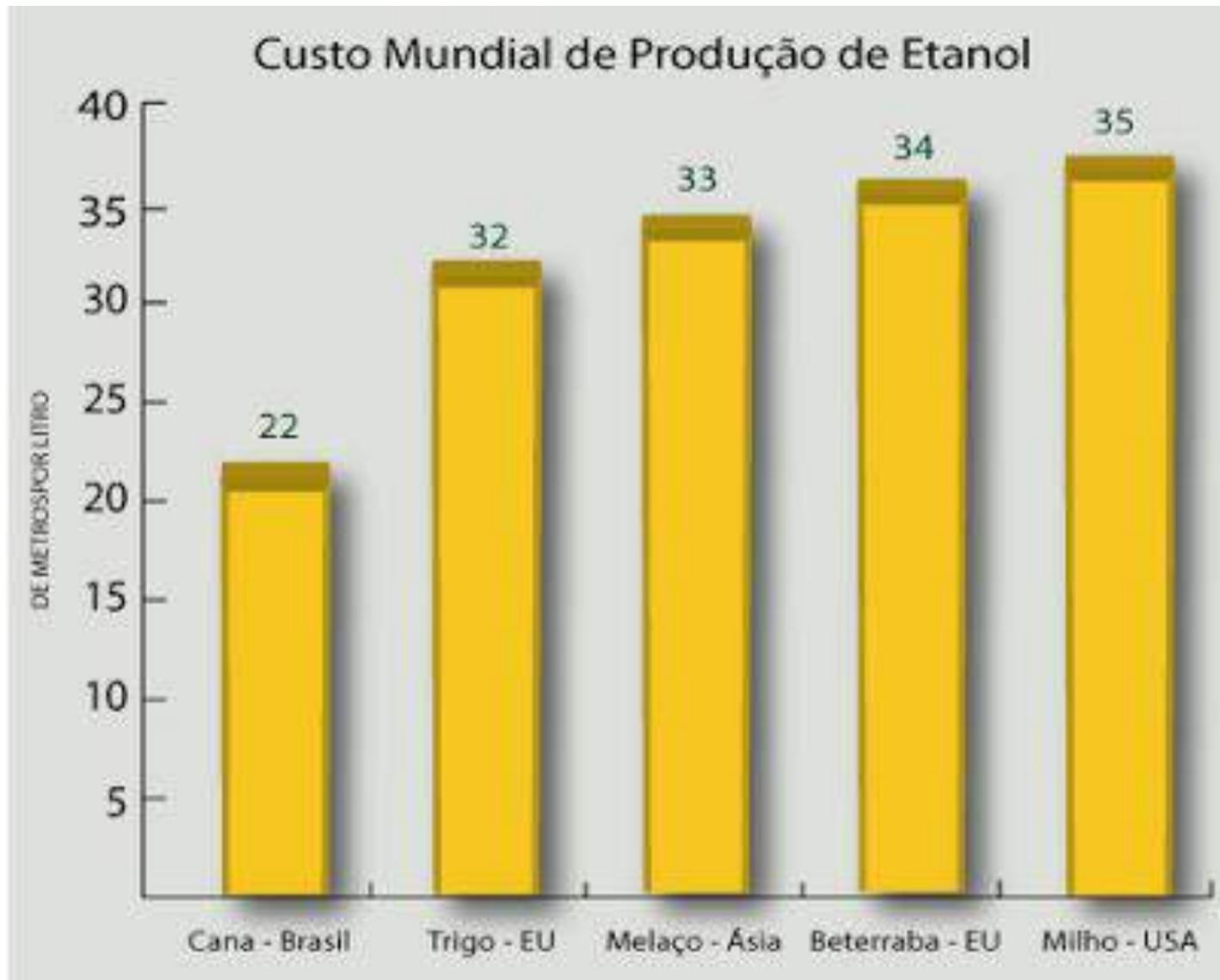
# Etanol: Fatos

- ▶ **Brasil** e os **EUA** são os grande investidores na produção de álcool combustível (etanol). O primeiro com base na sua estrutura produtiva de **cana-de-açúcar** e o segundo com base no **milho**.
- ▶ O setor sucroalcooleiro viveu um forte impulso nas **décadas de 70 e 80**, alicerçado por política governamental (**Proálcool**).
- ▶ Em 2003, a indústria automobilística de carros leves retomou a produção de carros a álcool com o lançamento de modelos **flexfuel** (bicomcombustíveis), a álcool e gasolina.
- ▶ O governo brasileiro desenvolveu uma **política econômica** com o objetivo de amenizar os desequilíbrios externos da balança comercial e **reduzir a dependência do país**.

# Agroenergia no Brasil: Etanol

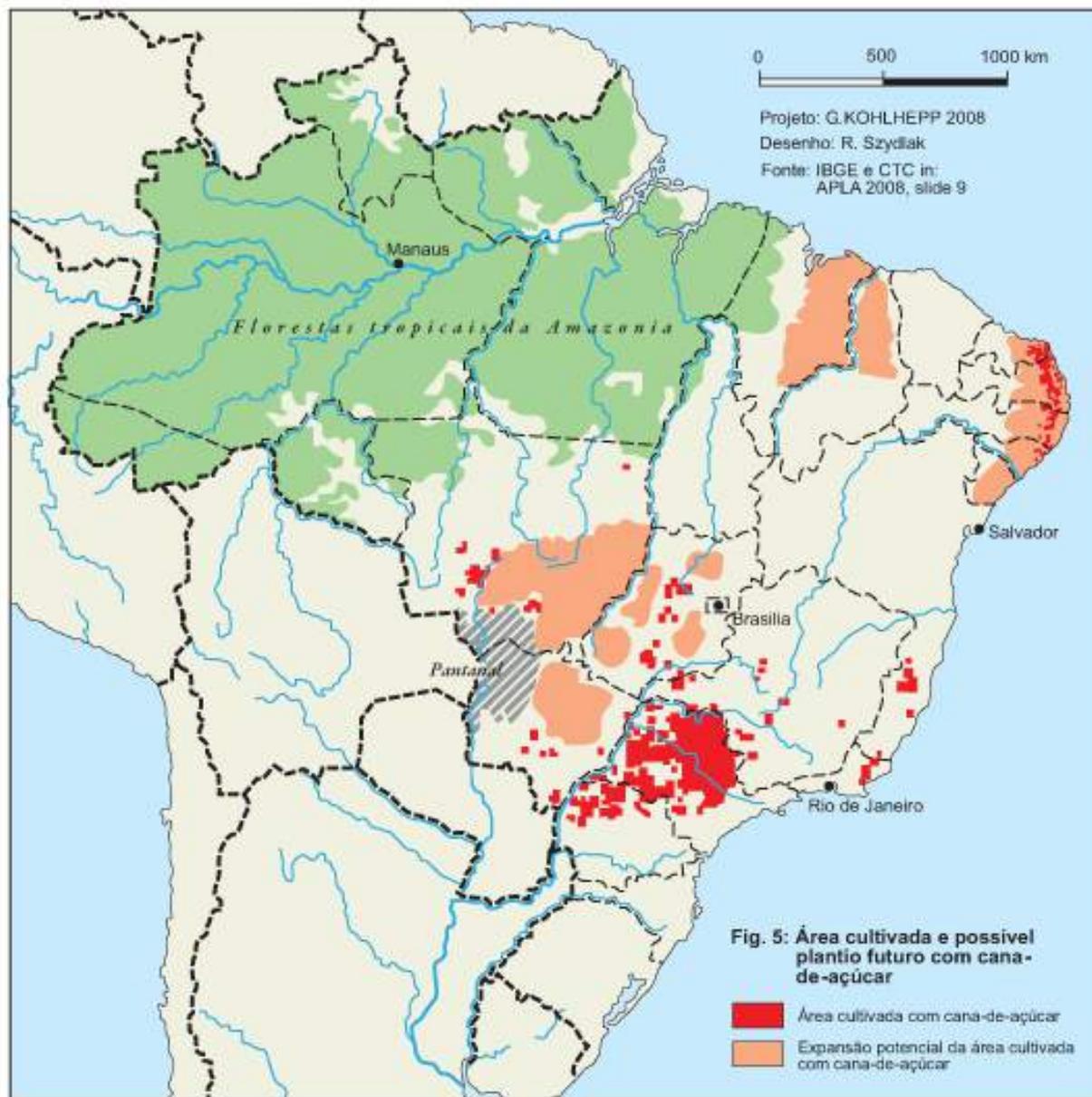


- ▶ A cadeia agroenergética do etanol apresenta características peculiares, diferentes do biodiesel, pois sua **estrutura produtiva** vinculada ao setor sucroalcooleiro encontra-se **consolidada no país**.
- ▶ O Brasil é o **segundo produtor mundial de etanol** e detém **forte conhecimento de sua tecnologia**, tanto na produção agrícola da matéria-prima, a cana-de-açúcar, como em seu processo industrial.



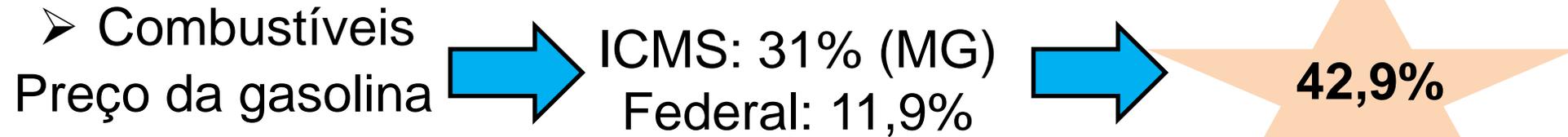
Etanol do milho: renovável (16% menos emissão de poluentes)

Etanol da cana-de-açúcar: avançado (44% menos emissão de poluentes)



Área cultivada e possível plantio futuro com cana-de-açúcar.

# IMPOSTO



Considerando preço da gasolina a R\$ 6,00

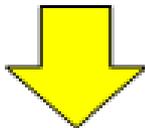
R\$ 2,57 são impostos

Preço real R\$ 3,43



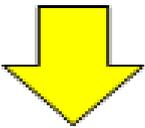
➤ Combustíveis ➔ Possíveis soluções

Etanol

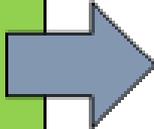


- Cana-de-açúcar
- Milho
- Sorgo sacarino
- Mandioca
- Batata doce

Biodiesel



- Soja
- Crambe
- Dendê
- Pinhão-manso
- Macaúba
- Babaçu
- Tucumã
- Inajá
- Gordura animal



Problemas com mecanização

# Agroenergia no Brasil: Florestas energéticas

- ▶ Para fins energéticos, a **produção florestal** se desenvolveu para **suprir o carvão vegetal**, principalmente no setor **siderúrgico**.
- ▶ O setor **industrial** absorve **85%** dessa produção, enquanto os setores **comercial** e **alimentício** (pizzarias, padarias e churrascarias) respondem por **15%**.
- ▶ Uma parcela menos expressiva é absorvida pelo **setor residencial**.



# Agroenergia

## Cana-de-açúcar

- Etanol
- Bioeletricidade

## Fontes lipídicas

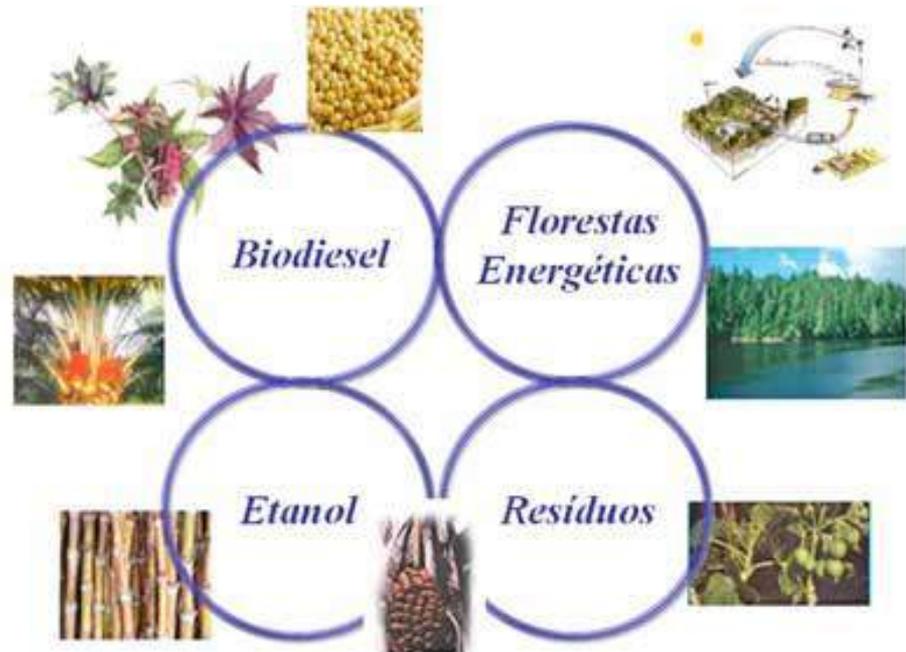
- Biodiesel
- Óleo vegetal

## Florestas energéticas

- Carvão vegetal
- Lenha

## Resíduos e Dejetos

- Biogás
- Biomassa



# Por que estudar Agroenergia???????

Desafios



Oportunidades



# DEMANDA ENERGÉTICA



Iturama - MG

# Introdução

Leis sobre fontes renováveis no Brasil (setor elétrico)

→ Constituição de 1988 (artigo 20, inciso VIII):

“estabelece que os potenciais de energia hidráulica são bens da União”

→ Constituição de 1988 (artigo 22, inciso XII, alínea b):

“compete à União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços de instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água”

# Introdução

## Leis sobre fontes renováveis no Brasil (setor elétrico)

### → Constituição de 1988 (artigo 175):

“incumbe ao **poder público**, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos, entre os quais inclui-se o de **distribuição de energia elétrica**”

### → Constituição de 1988 (artigo 22, da Lei Maior):

“**compete exclusivamente à União legislar sobre energia**”

# Introdução

## Lei sobre comercialização de energia elétrica no Brasil

Contratação de fontes de energia elétrica para suprimento do mercado nacional.

→ **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004:**

Estabelece dois ambientes de contratação distintos

- Ambiente de contratação **livre**
- Ambiente de contratação **regulado** ou cativo

# Introdução

## Lei sobre comercialização de energia elétrica no Brasil

Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004:

### → Ambiente de contratação livre

Objetiva o atendimento da demanda de energia dos chamados **consumidores livres**, que são aqueles que podem optar por contratar seu fornecimento, no todo ou em parte, com **produtor independente** de energia elétrica, não estando obrigados a adquirir sua energia da concessionária local de distribuição.

São, geralmente, os grandes consumidores de energia elétrica.

# Introdução

## Lei sobre comercialização de energia elétrica no Brasil

Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004:

### → Ambiente de contratação livre

Nesse ambiente de contratação, o **preço** e as **condições de fornecimento** são negociados livremente entre os compradores e vendedores. No mercado livre existe também a figura do comercializador de energia elétrica, que, uma vez autorizado pela Aneel, pode **celebrar contratos de compra e venda** de energia elétrica com quaisquer outros agentes participantes do mercado livre.

# Introdução

## Lei sobre comercialização de energia elétrica no Brasil

Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004:

→ **Ambiente de contratação regulado ou cativo**

Constituído pela maior parte dos consumidores, que estão obrigados a adquirir a energia elétrica de que necessitam da concessionária local de distribuição.

As empresas distribuidoras de energia elétrica devem garantir o atendimento a totalidade de seu mercado por meio de licitação, que devem ter, como critério de seleção das propostas vencedoras, o menor custo total de geração.

# Introdução

<b>Modelo Antigo (até 1995)</b>	<b>Novo modelo (a partir de 2004)</b>
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação
Empresas predominantemente Estatais	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios: competição inexistente	Competição na geração e comercialização
Consumidores cativos	Consumidores livres e cativos
Tarifas reguladas em todo o segmento	No ambiente <u>livre</u> : preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente <u>regulado</u> : leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado regulado	Convivência entre mercados livres e regulados
Sobras/déficits do balanço energético <u>rateados</u> entre <u>compradores</u>	Mecanismos de <u>compensação</u> de Sobras e Déficits para as <u>distribuidoras</u> .

# Introdução

Lei de incentivos à produção de energia a partir de fontes renováveis

Lei nº 3.924, de 2012:

Energia eólica, solar, geotérmica, de pequenos aproveitamentos de potenciais hidráulicos, biomassa, oceanos e pequenas unidades de produção de biocombustíveis.

O consumo de energia elétrica das unidades consumidoras que realizem micro ou minigeração distribuída, a ser faturado pelas distribuidoras, corresponderá à diferença entre a energia consumida da rede elétrica e a nela injetada.

# Introdução

## Lei de incentivos à produção de energia a partir de fontes renováveis

Lei nº 3.924, de 2012:

- Os agentes financeiros do Sistema Financeiro da Habitação deverão incluir o custo do sistema de geração de energia fotovoltaica nos financiamentos imobiliários.
- Produção e comercialização de biocombustíveis em pequena escala
- Crédito à produção de energia em pequena escala

# Introdução

MEIO AMBIENTE E ENERGIA

## Projeto amplia incentivos para geração elétrica por fontes renováveis

Texto também propõe a fixação de metas regionais para a participação da geração distribuída (produção de energia pelo próprio consumidor)

01/03/2021 - 17:34

O Projeto de Lei 254/21

Fonte: Agência Câmara de Notícias

# Introdução

## O Projeto de Lei 254/21

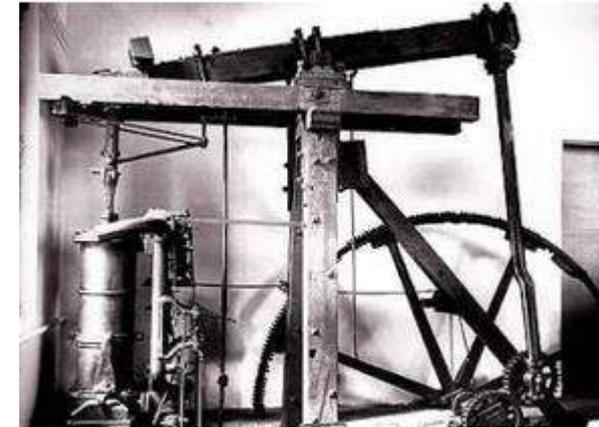
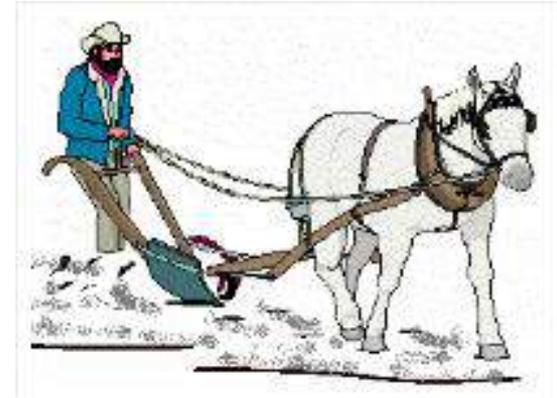
Pequenas centrais de energia de fontes renováveis terão desconto mínimo de 50% ou 70% das tarifas de uso das redes de transmissão e distribuição.

Prevê licenciamento simplificado para empreendimentos de geração de pequeno porte

# Introdução

Ao longo da história...

- Força humana
- Fogo
- Tração animal
- Vento
- Lenha
- Carvão mineral
- Água
- Petróleos e seus derivados
- Eletricidade
- Biomassa e seus derivados
- Energia nuclear
- Luz solar



# Introdução

## Modificações ao longo da história...

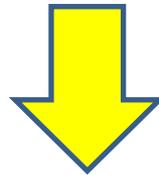
- Lenha (madeira)

Europa

- Carvão mineral: principal fonte energética no século XVIII

EUA

- Abundância de madeira
- Carvão mineral: século XIX
- 1853: Introdução do petróleo na matriz energética



Desenvolvimento e crescimento das nações

# Conceitos

## Energia

“energia está relacionada com a capacidade de se **realizar e produzir trabalho**, sendo a manifestação resultante de utilização de uma força externa capaz de **deslocar algo** (Goldemberg e Lucon, 2008)”

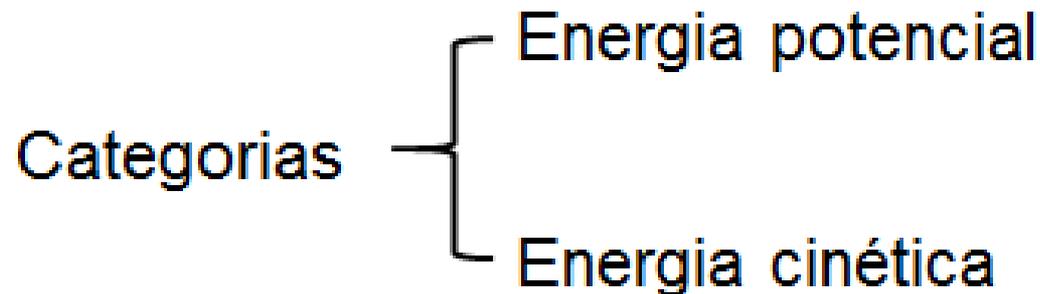
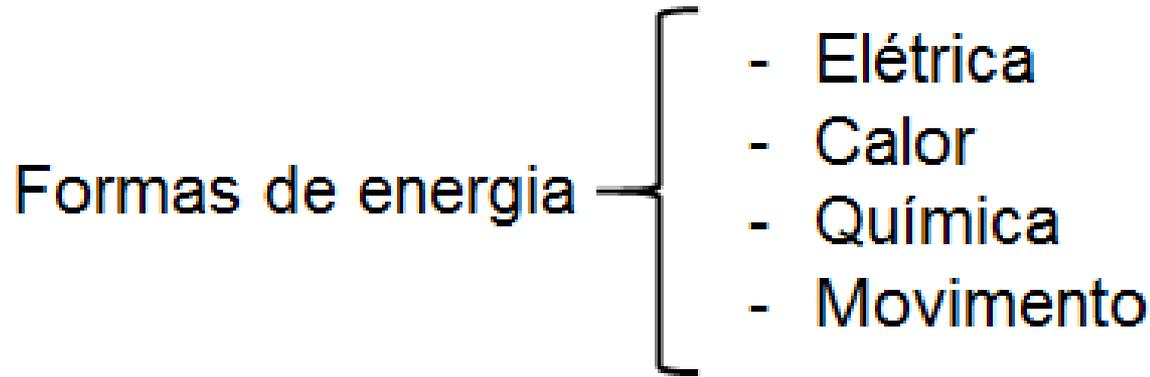
“**energia não é criada ou destruída, mas apenas convertida ou redistribuída** de uma forma para a outra, como, por exemplo, a **energia eólica** é transformada em **energia elétrica** ou a energia química em calor (Hinrichs e Kleinback, 2003)”



# Conceitos

## Classificação da energia:

U. S. Energy Information Administration (EIA)



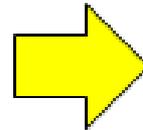
# Conceitos

## Classificação da energia:

### Empresa de Pesquisa Energética - EPE

#### Fontes primárias

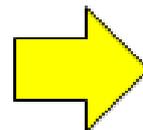
- Petróleo
- Gás natural
- Carvão vapor
- Carvão metalúrgico
- Urânio  $U_3O_8$
- Energia hidráulica
- Lenha



São os produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, minério de urânio, lenha e outros.

#### Fontes secundárias

- Óleo Diesel
- Gasolina
- Etanol
- Eletricidade
- Carvão vegetal
- Eletricidade



São obtidos a partir da transformação das fontes primárias.

# Fontes energéticas

## Classificação das fontes energéticas

Fontes		Energia primária	Energia secundária	
Não renováveis	Fósseis	Carvão mineral, petróleo e derivados, Gás natural	Termoeletricidade, calor e combustível para transporte	
		Urânio	Termoeletricidade e calor	
Renováveis	Tradicionais	Biomassa primitiva: lenha de desmatamento	Calor	
	Convencionais	Potenciais hidráulicos de médio e grande porte	Hydroeletricidade	
		Modernas	Potenciais hidráulicos de pequeno porte, Biomassa “moderna” : lenha replantada e culturas energéticas (cana-de-açúcar e óleo vegetais)	Biocombustíveis (etanol e biodiesel), termoeletricidade, calor
	Outros		Energia solar	Calor e eletricidade
			Geotermal	Calor e eletricidade
			Eólica	Eletricidade
Maremotriz e das ondas			Eletricidade	

Fonte: Goldemberg e Lucon (2008)

# Fontes energéticas

## Energia limpa

Não causa nenhum impacto ambiental?

Refere-se a fonte de energia que não lança poluentes na atmosfera e que apresenta um impacto sobre a natureza somente no local da usina.



Não interfere na poluição a nível global

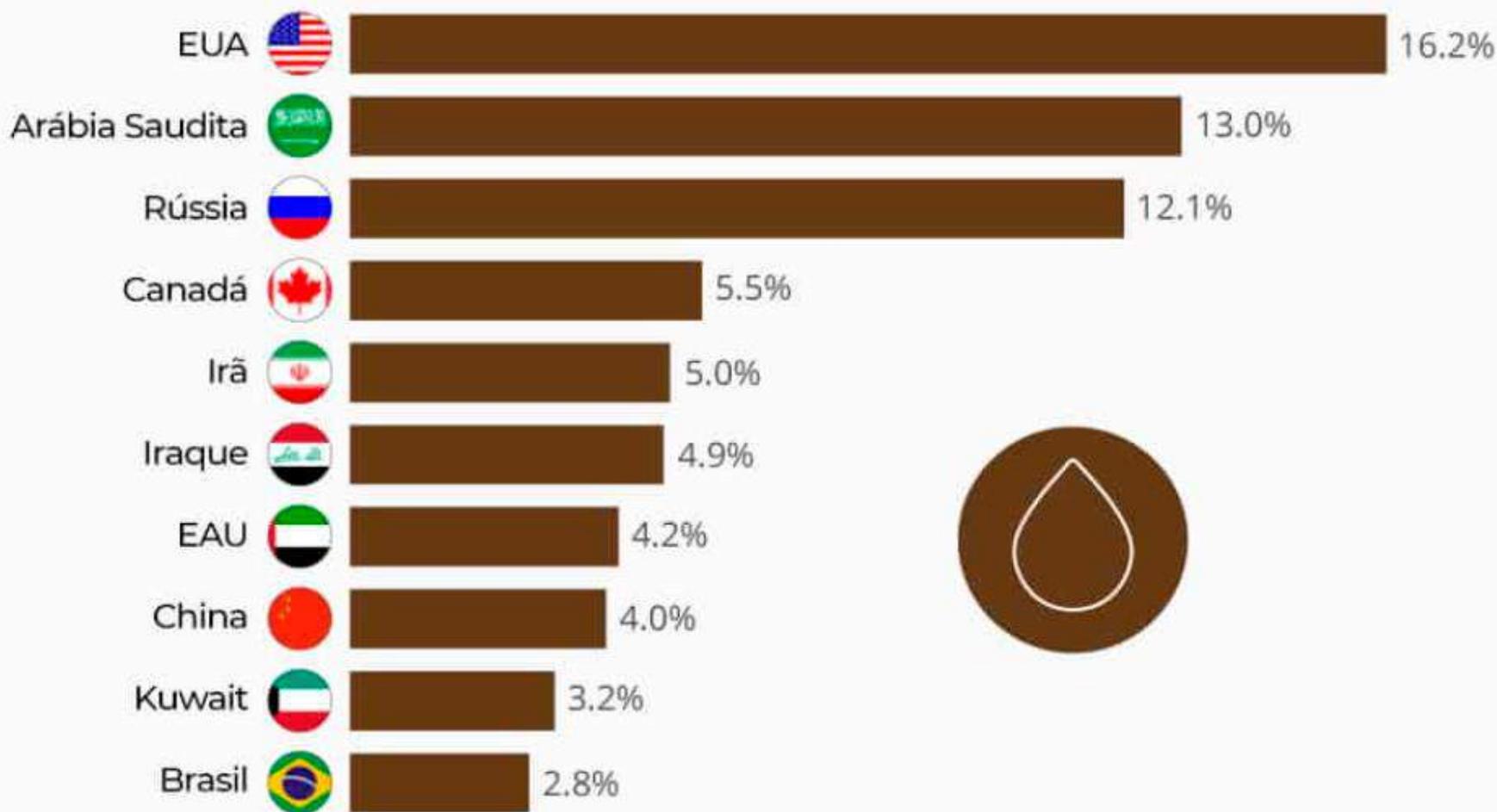
# Fontes energéticas

## Energia limpa



# Os maiores produtores de petróleo do mundo

Participação na produção global de petróleo em 2018



# **Importância do Petróleo para os países do Oriente Médio**

- Maior fonte de recursos do Oriente Médio desde 1939
- Importante para países de pequena extensão territorial e população pouco numerosa
- Petróleo se torna o principal produto econômico, já que condições naturais não favorecem a agropecuária e a população, em geral, é de baixa renda.

## **OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo)**

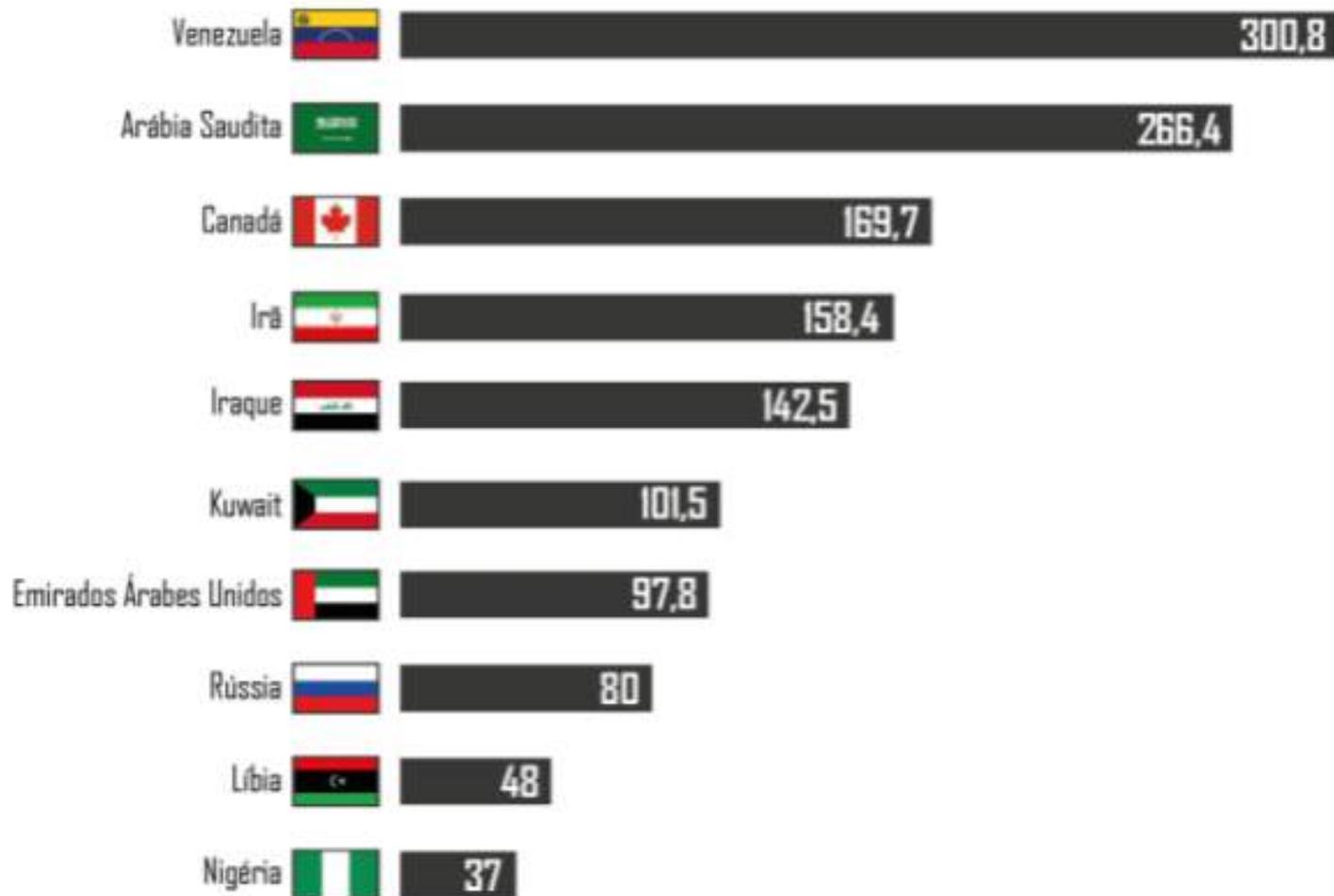
Cartel internacional formado pelos maiores produtores mundial para controlar o preço do petróleo no mercado internacional.

## Mundo: maiores consumidores de petróleo (2016)



Desequilíbrio entre áreas produtoras e consumidoras: forte comercialização internacional (56 milhões de barris por dia)

# AS MAIORES RESERVAS DE PETRÓLEO EM BILHÕES DE BARRIS



# Unidades

## Combustíveis líquidos:

- Metro cubico –  $m^3$
- Barril – bbl
- Litro - L

## Combustíveis gasosos:

- Metro cubico –  $m^3$
- Pé cubico –  $pe^3$

## Combustíveis sólidos:

- Metro cubico –  $m^3$
- Pé cubico –  $pe^3$

## Energia elétrica:

- Watt-hora - Wh

## Potência:

- Watt - W

Para facilitar a comparação utiliza-se uma unidade comum:

- Tonelada equivalente de petróleo – tep
- Tonelada equivalente de carvão – tec
- British Thermal Unit – BTU
- Joule – j
- Caloria - cal

# Demanda de energia

Demanda Energética diária *per capita* durante diversos períodos da evolução humana (em 1.000 kcal).

Períodos	Alimentação	Indústria e Agricultura	Comercial e Residencial	Transporte	Total
Pré-História	2				2
Pós-Descoberta do Fogo	3		2		5
Pós-Revolução agrícola	4	4	4	1	12
Era das Navegações	6	7	12	1	26
Pós-Revolução Industrial	7	24	32	14	77
Pós-Revolução Digital*	10	91	66	63	230

Nota: \* - baseado no padrão de consumo da sociedade norte-americana no ano de 1971.

**Fonte:** Adaptado de COOK<sup>1</sup> *apud* JANARDHANAN *et al* (2017)

# Demanda de energia

Goldemberg e Lucon (2008) afirmam que:

“o padrão de **consumo energético** está diretamente relacionado com o **nível de renda**. O perfil do uso energético é fundamentalmente **diferente entre ricos e pobres**”

Em 2004,

Cada africano consumiu 0,67 tep

Cada brasileiro consumiu 1,11 tep

Cada chinês consumiu 1,25 tep

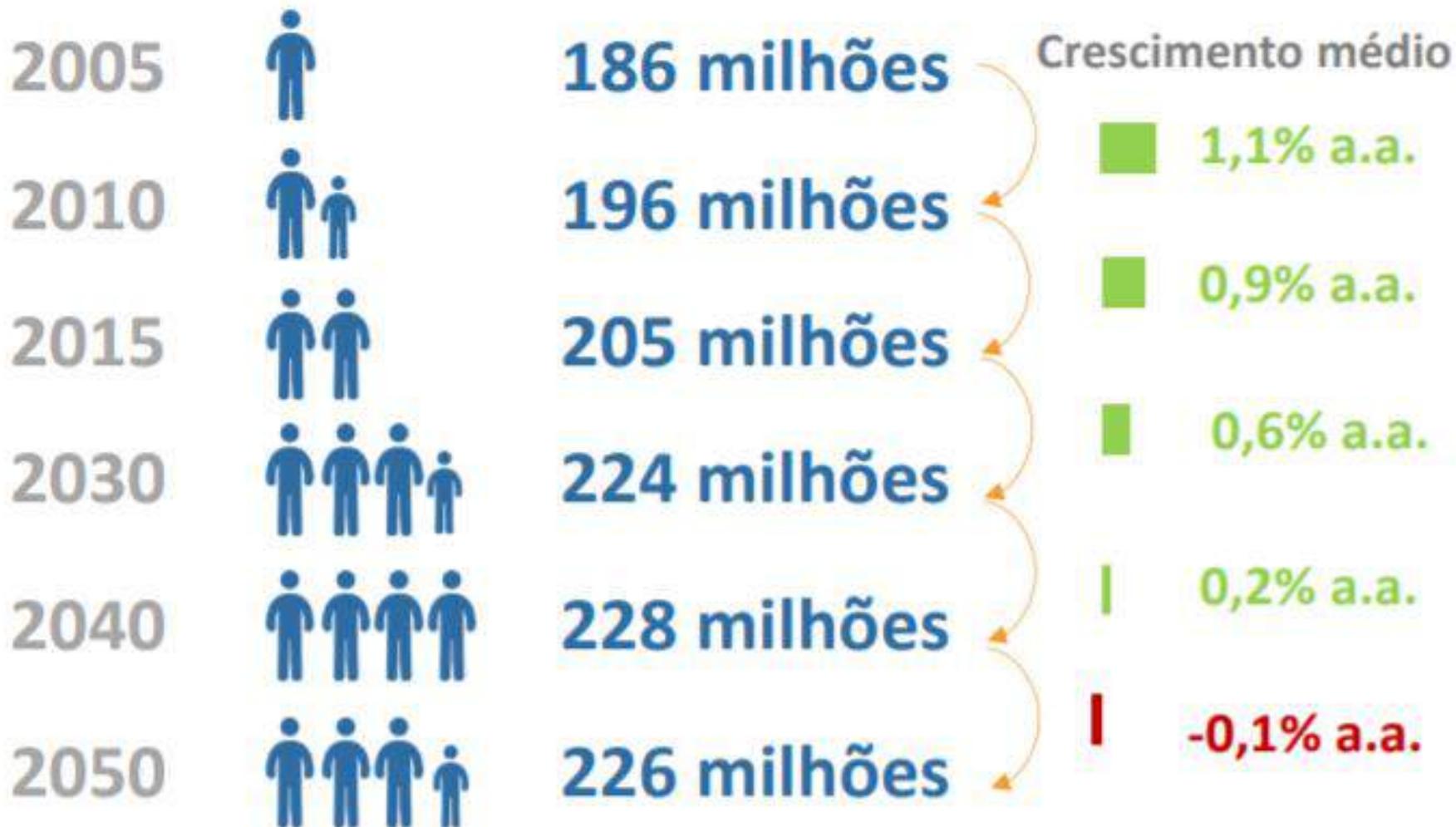
Cada habitante de países desenvolvidos consumiu 4,73 tep

Cada americano consumiu 7,91 tep

A Europa-Euroásia, a América do Norte e a Ásia-Pacífico responderam, em 2011, por 86% da energia primária consumida no mundo (BP, 2012).

# Demanda de energia

## Evolução da população brasileira



# Demanda de energia

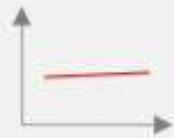
## Evolução do número de domicílios



# Demanda de energia

## Evolução do comércio e do PIB mundial (% a.a.)

### Menor crescimento dos desenvolvidos e emergentes impactam a economia mundial



**Países Desenvolvidos:** crescimento moderado, mudança demográfica e restrições no estoque de força de trabalho.



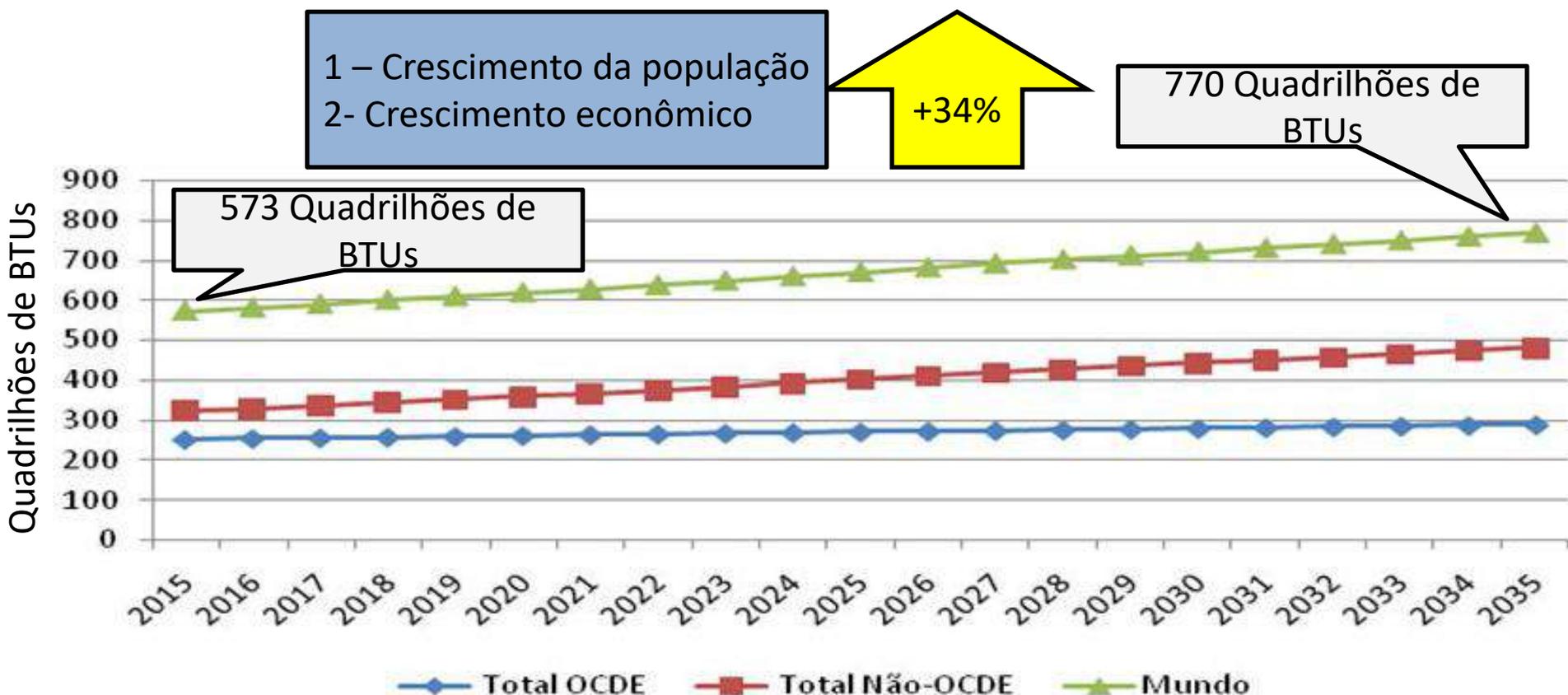
**Países Emergentes:** contribuição importante para o crescimento mundial, mas taxas de crescimento desaceleram ao alcançarem padrão maior de desenvolvimento.



**Países que hoje possuem baixo nível de desenvolvimento:** apresentarão taxas expressivas de crescimento, baseado no bônus demográfico. Forte inserção destes países na dinâmica de trocas mundiais de bens e serviços impactam o comércio mundial.



# Demanda de energia



Projeção do consumo mundial de energias primárias para o período de 2015 a 2035. Fonte: EIA (2012).

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

# Demanda de energia

## Demanda por energia crescerá 62% impulsionada por veículos elétricos, aponta BloombergNEF

Análise prevê crescimento da oferta da energia solar para 22% da demanda global nos próximos 30 anos

por **epbr** — 25 de julho de 2019 - Atualizado em 26 de julho de 2019 Em **Transição energética**



Carro elétrico é abastecido em Amsterdã: tecnologia cresce no mundo Nelson

# Demanda de energia

**2050**

→ 9% da demanda mundial de eletricidade serão do carro elétricos

**Países desenvolvidos** (Reino Unido): carros elétrico corresponderá a 24% da demanda total de energia

**Países emergentes:** a demanda de energia será alavancada pelos aparelhos de **ar-condicionado**



2018 a 2050: aumento de 93%

# Demanda de energia

Atualmente mais de dois terço das população mundial vive em países onde a energia solar ou eólica, se não ambas, são a fonte mais barata para geração de eletricidade. Cinco anos atrás, carvão e gás ainda dominavam esse cenário.

Relatório da Bloomberg Energy Finance

De acordo com a análise, até 2030 a geração eólica a solar será mais barata do que a produção de usinas a carvão ou gás em quase todos os países. Referência nessa mudança, a China deve presenciar essa mudança ainda antes, em 2027.

# Demanda de energia

**2050**

Crecimiento energia solar

2018 = 2%  
2050 = 22%

Crecimiento energia eólica

2018 = 5%  
2050 = 26%

Energia hidrelétrica: crecimiento modesto

Energia nuclear: permanecerá estável

# Demanda de energia

**BRASIL 2021**

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

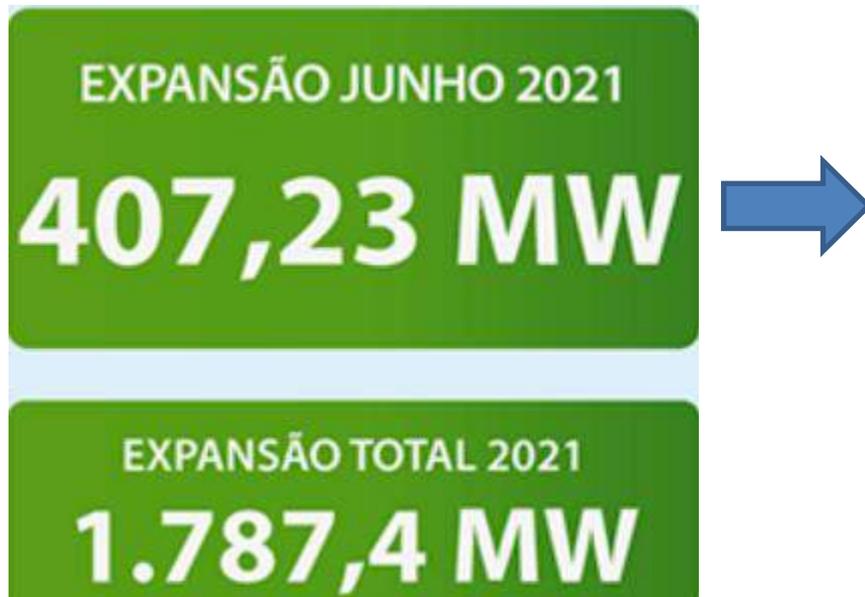
GERAÇÃO

## Usinas eólicas correspondem a 83% do acréscimo de potência no primeiro semestre de 2021

Autor: AID

Publicação: 05/07/2021 | 09:6

Última modificação: 05/07/2021 | 09:10

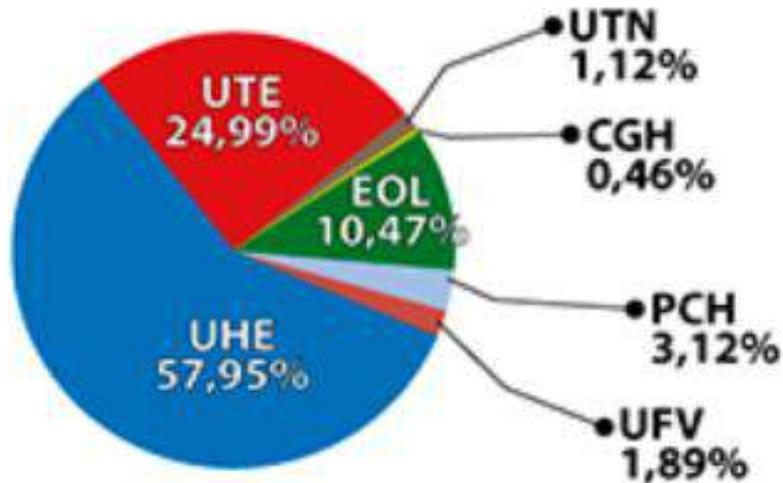


284,46 MW = usinas eólicas  
(70% do total do mês)

251,11 MW = usinas  
termelétricas (15%)

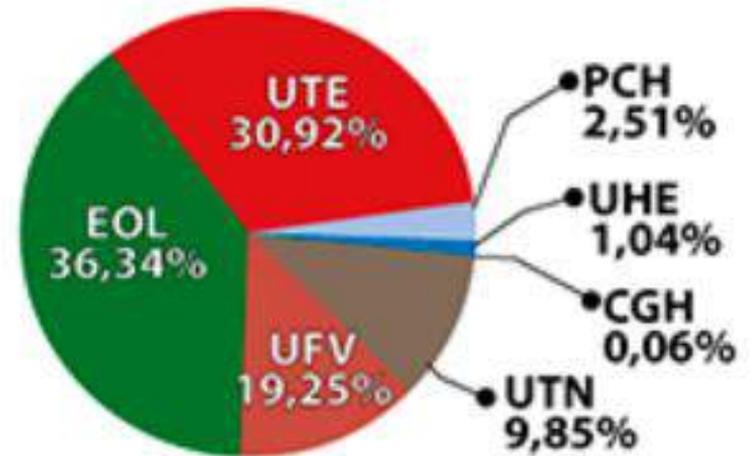
# Demanda de energia

EM OPERAÇÃO



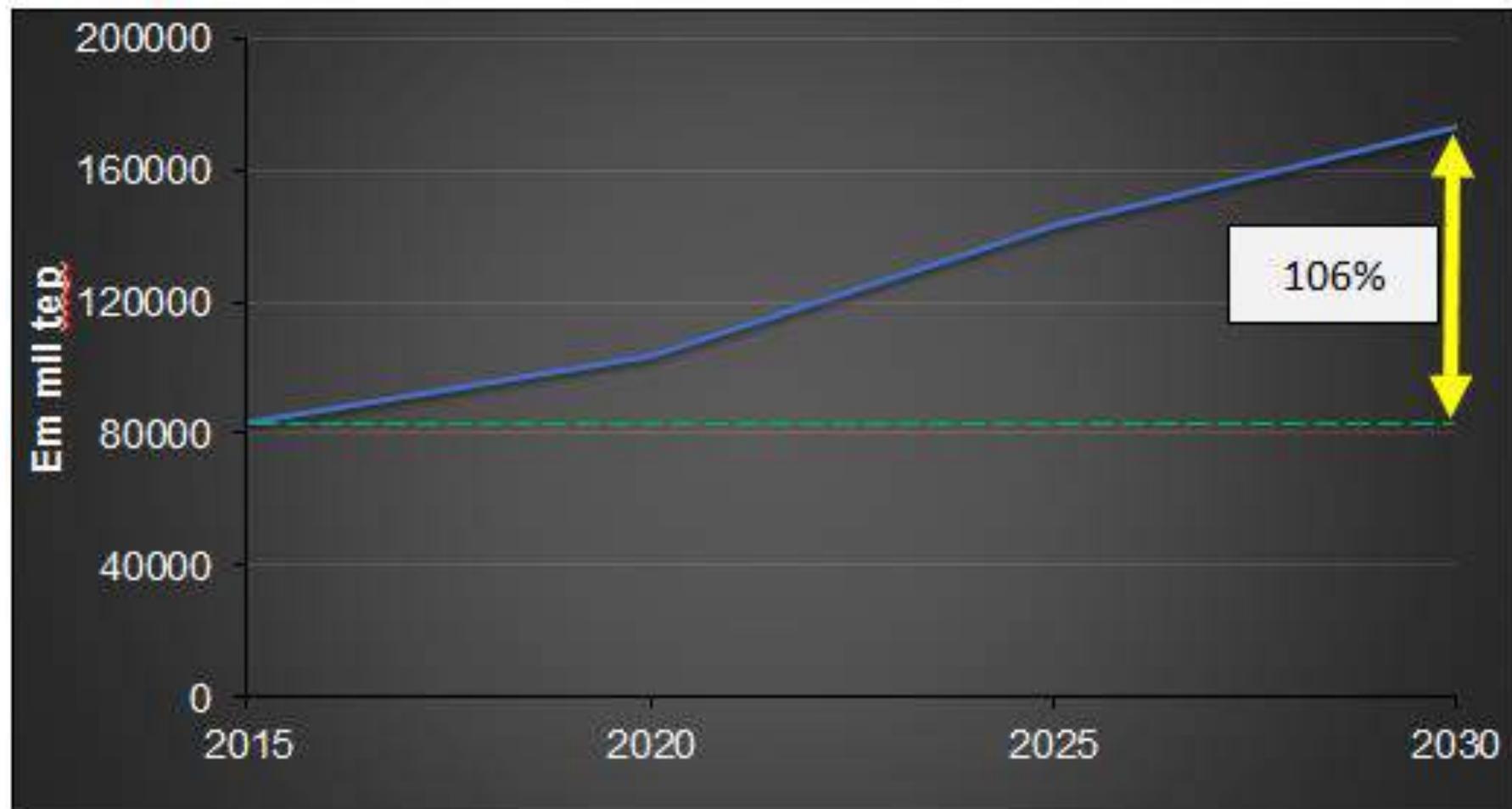
Usina hidrelétrica (UHE)

EM CONSTRUÇÃO



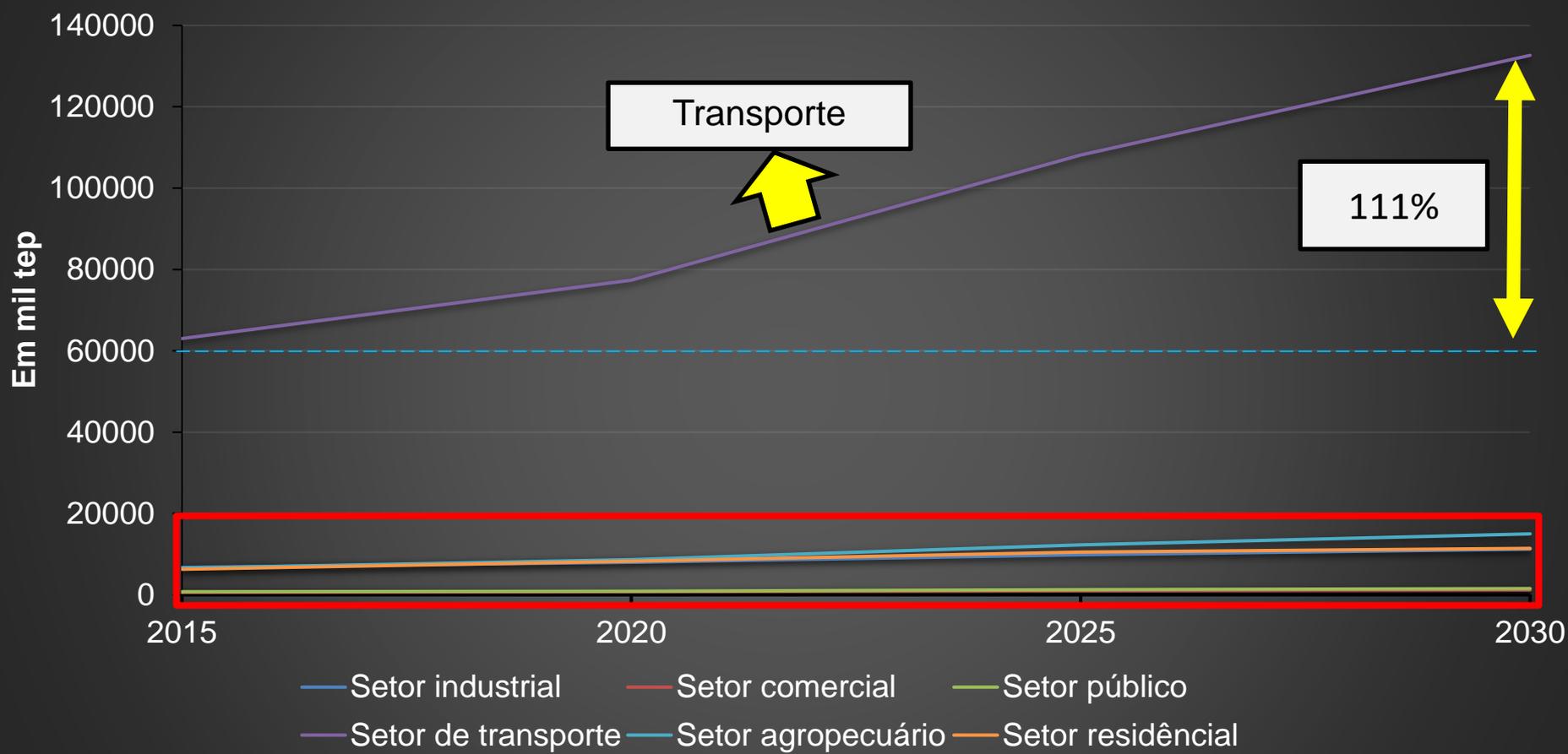
Central Geradora  
Eolielétrica (EOL)

# Demanda nacional de energia entre 2015 e 2030



Evolução da demanda de combustíveis líquidos (mil tep) entre 2015 e 2030. Fonte: Brasil (2007).

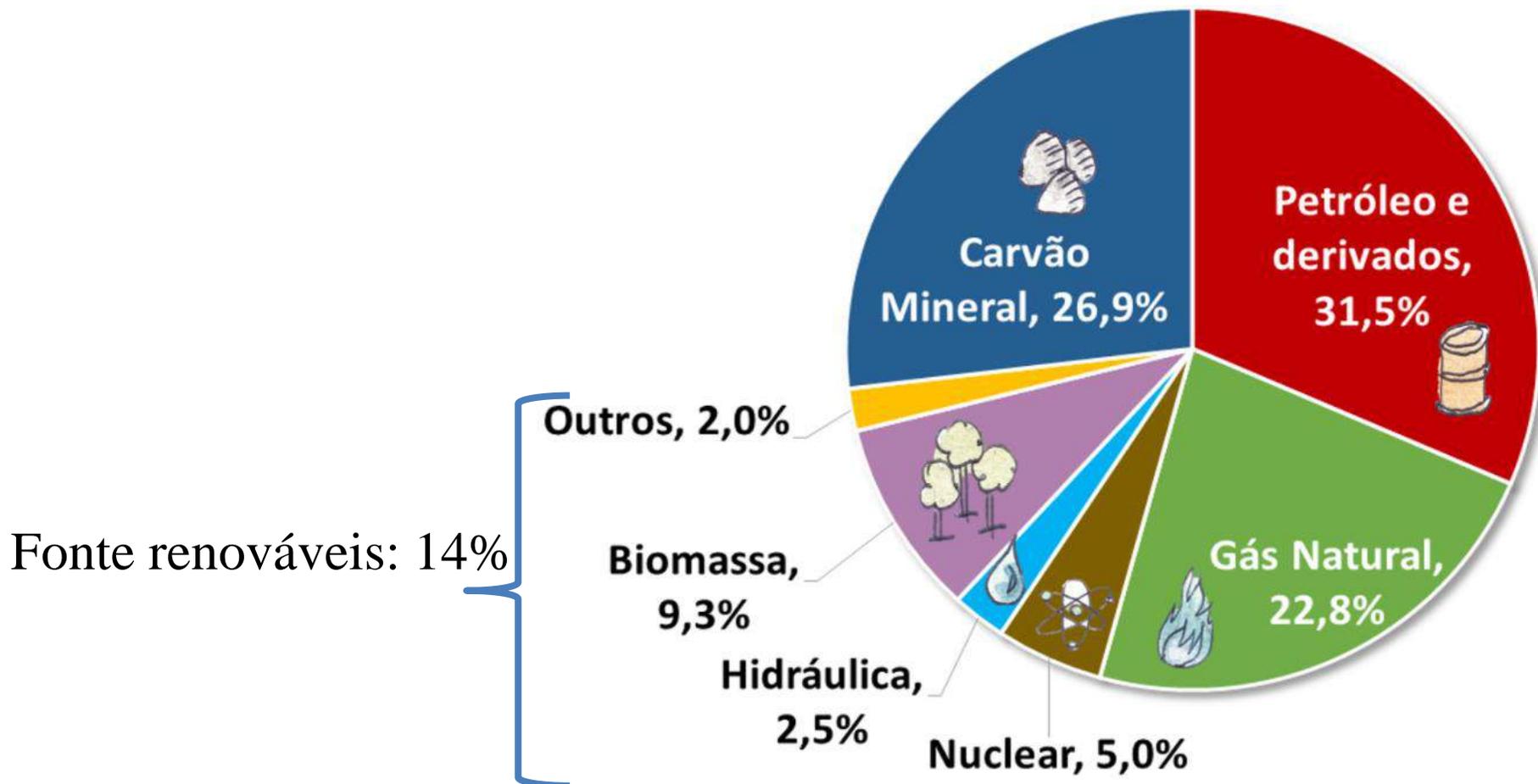
# Demanda nacional de energia entre 2015 e 2030



Evolução da demanda de combustíveis líquidos por setor (mil tep) entre 2015 e 2030. Fonte: Brasil (2007).

# Mundo X Brasil

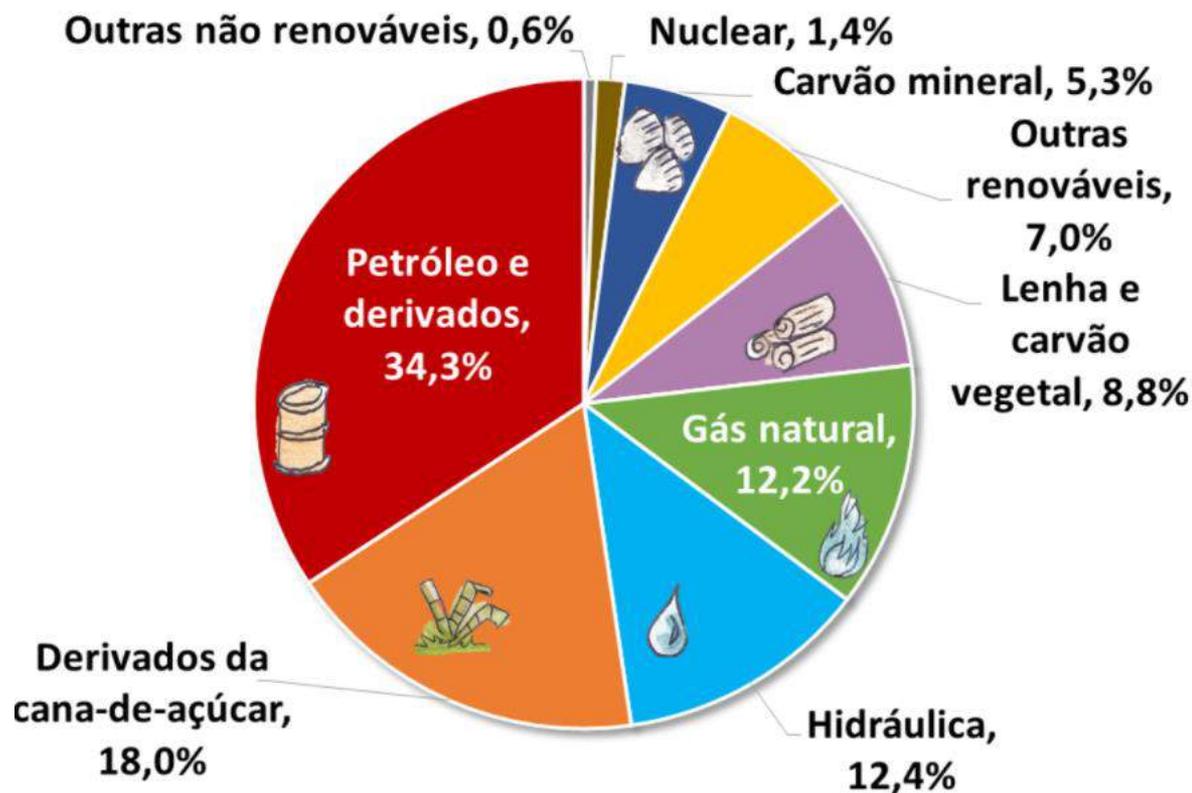
## Matriz energética mundial



A maior parte da matriz energética mundial é formada por **fontes não renováveis** (carvão, petróleo e gás natural).

# Mundo X Brasil

**Matriz energética brasileira: usamos mais fontes renováveis que no resto do mundo**

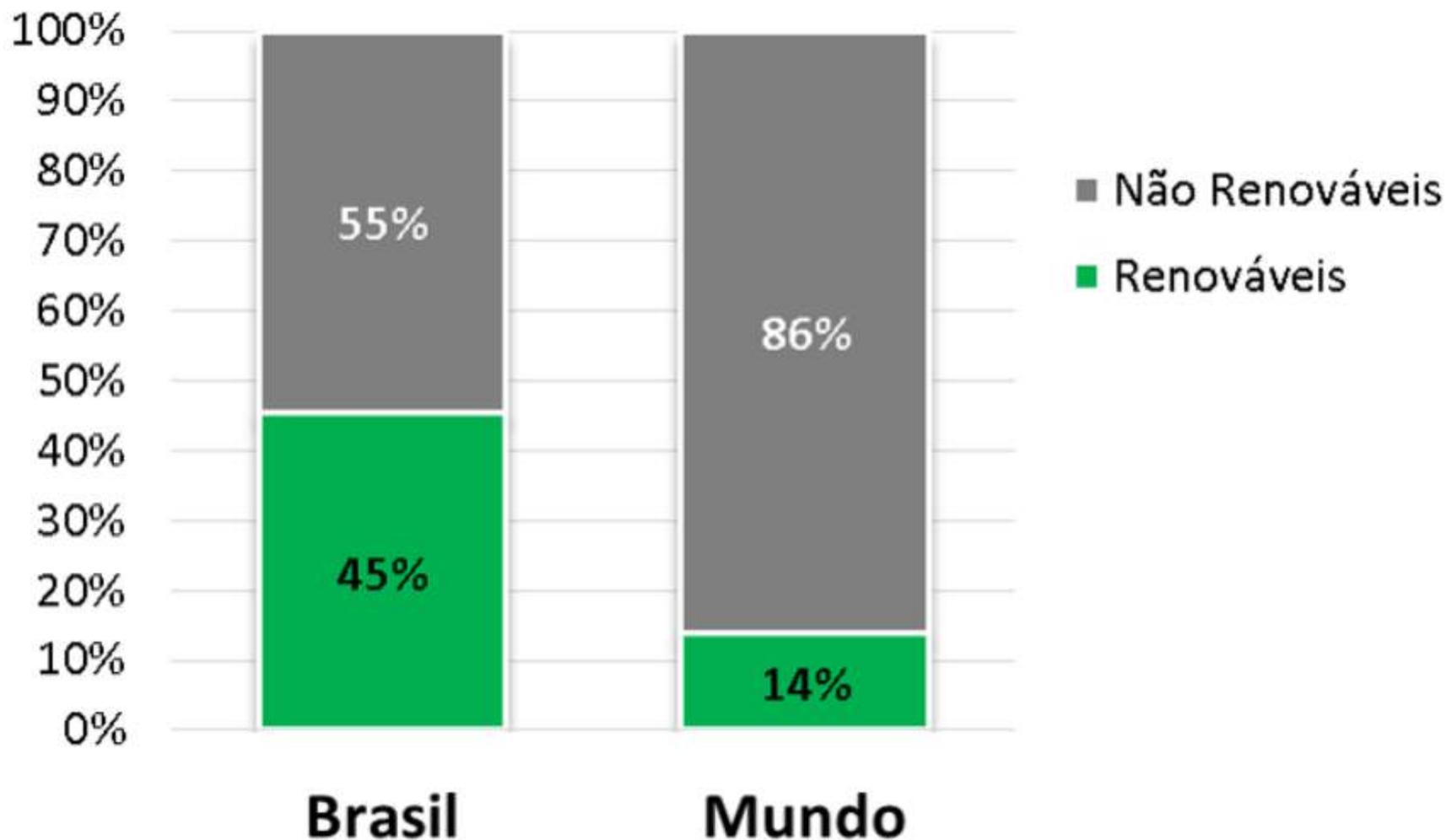


**Fonte renováveis: 46,2%**

# Mundo X Brasil

## Consumo de energética (2018)

<https://www.epe.gov.br/>

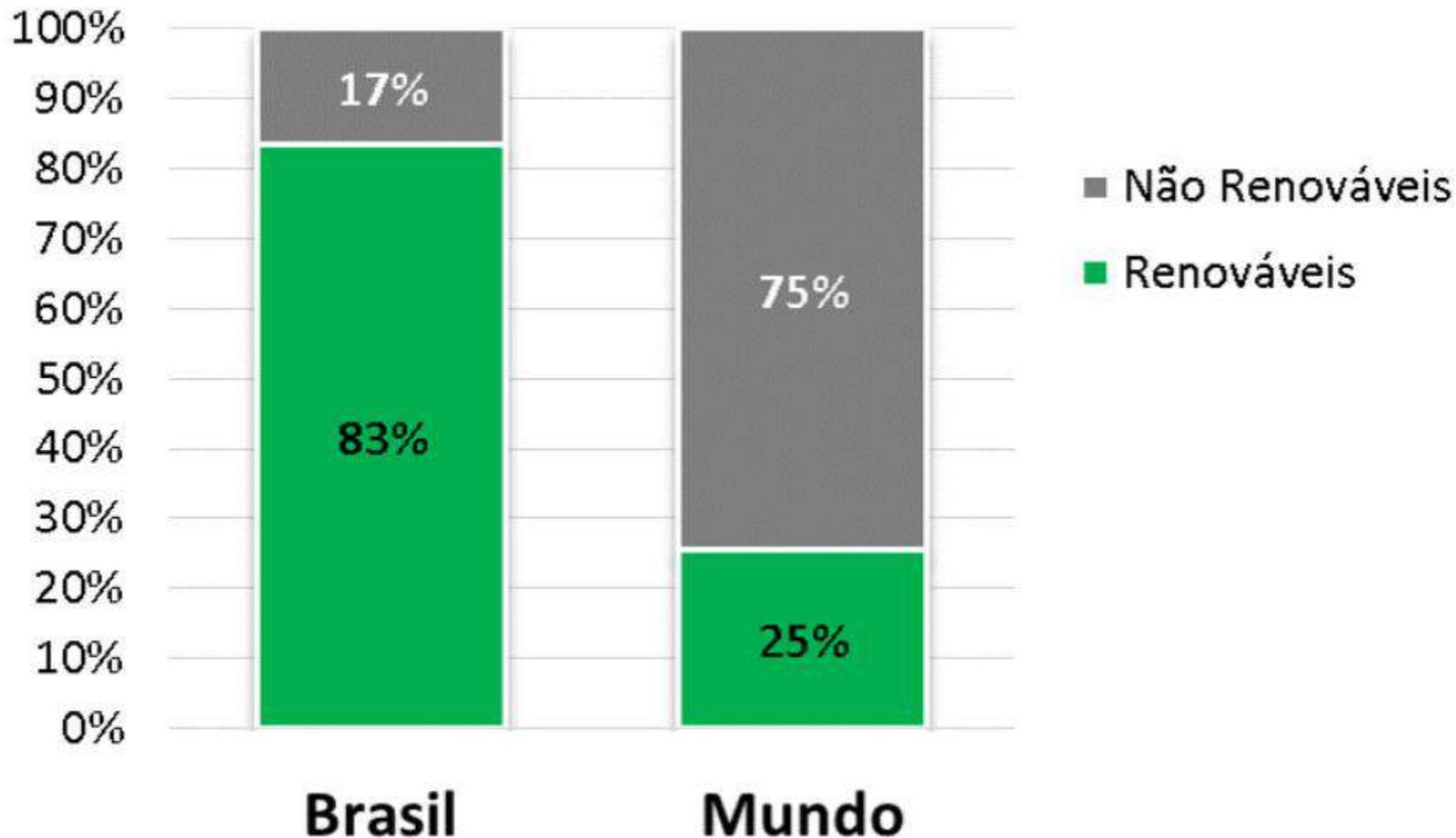


**Matriz energética brasileira é mais renovável do que a mundial.**

# Mundo X Brasil

## Geração de energia elétrica (2018)

<https://www.epe.gov.br/>

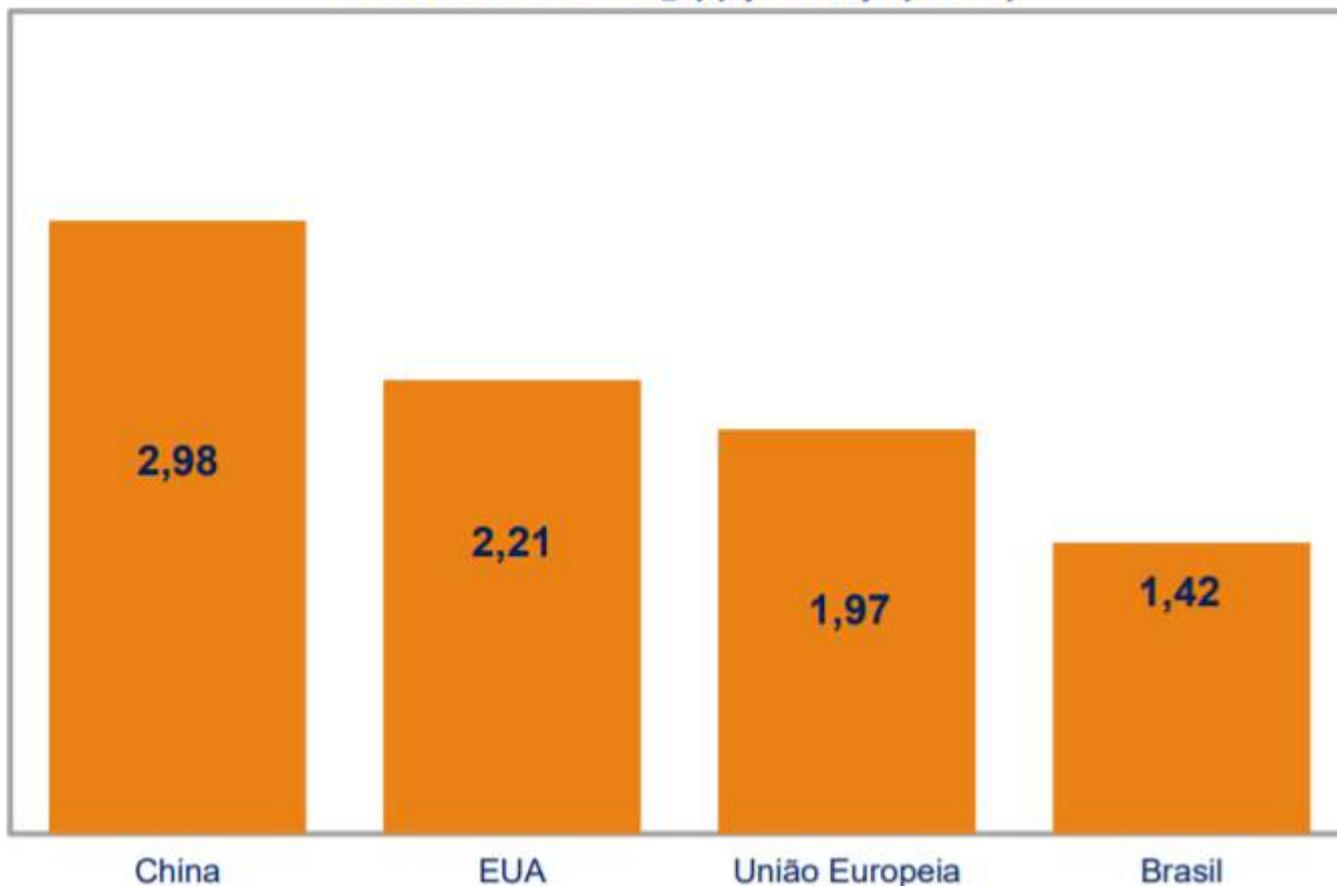


# Mundo X Brasil

## BEN 2021 | Emissões por unidade de Oferta Interna de Energia

Para cada tep disponibilizado, o Brasil emite o equivalente a 72% da UE, 64% dos EUA e 47% da China.

Emissões de CO<sub>2</sub> (t) por tep (2018)

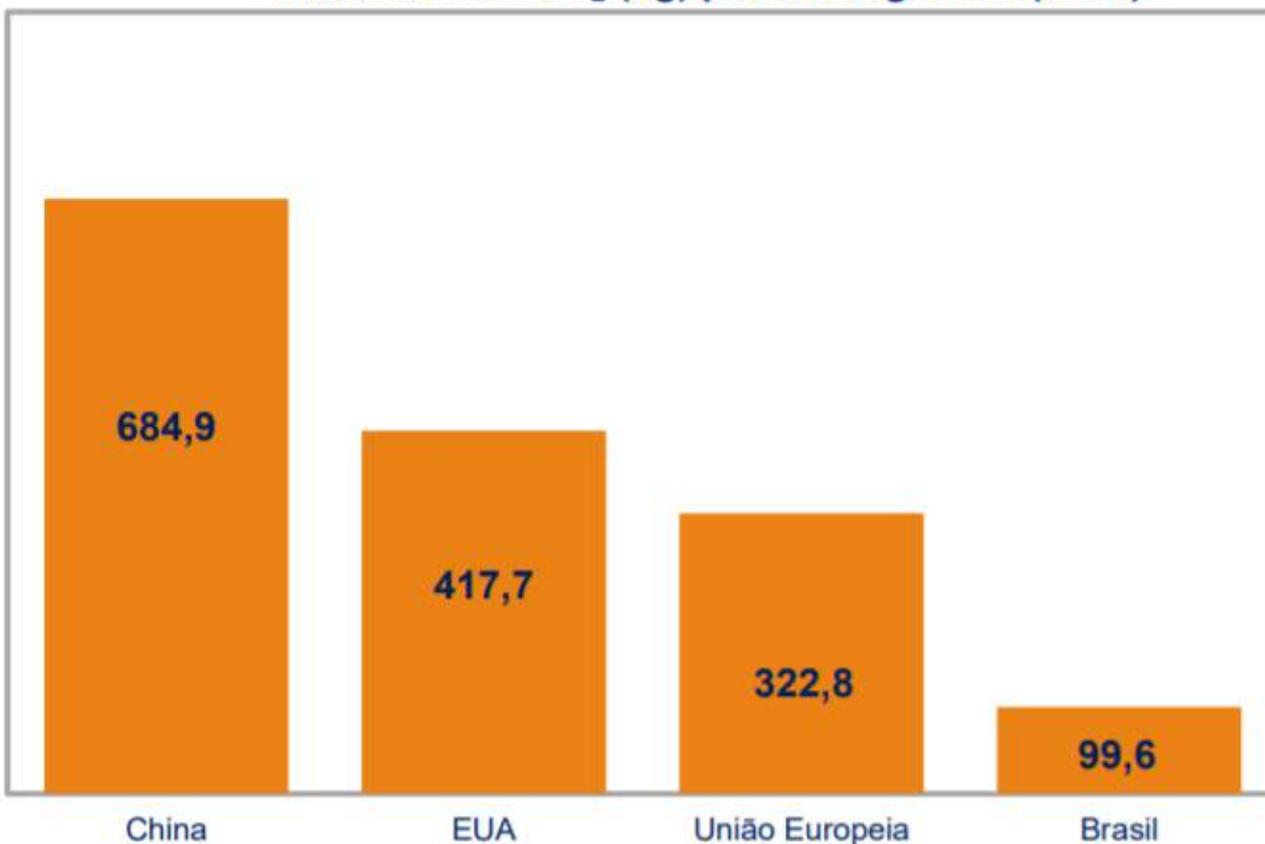


# Mundo X Brasil

## BEN 2021 | Emissões na produção de energia elétrica

Para produzir 1 MWh, o setor elétrico brasileiro emite cerca de 1/3 do valor da UE, 1/4 dos EUA e 1/7 da China

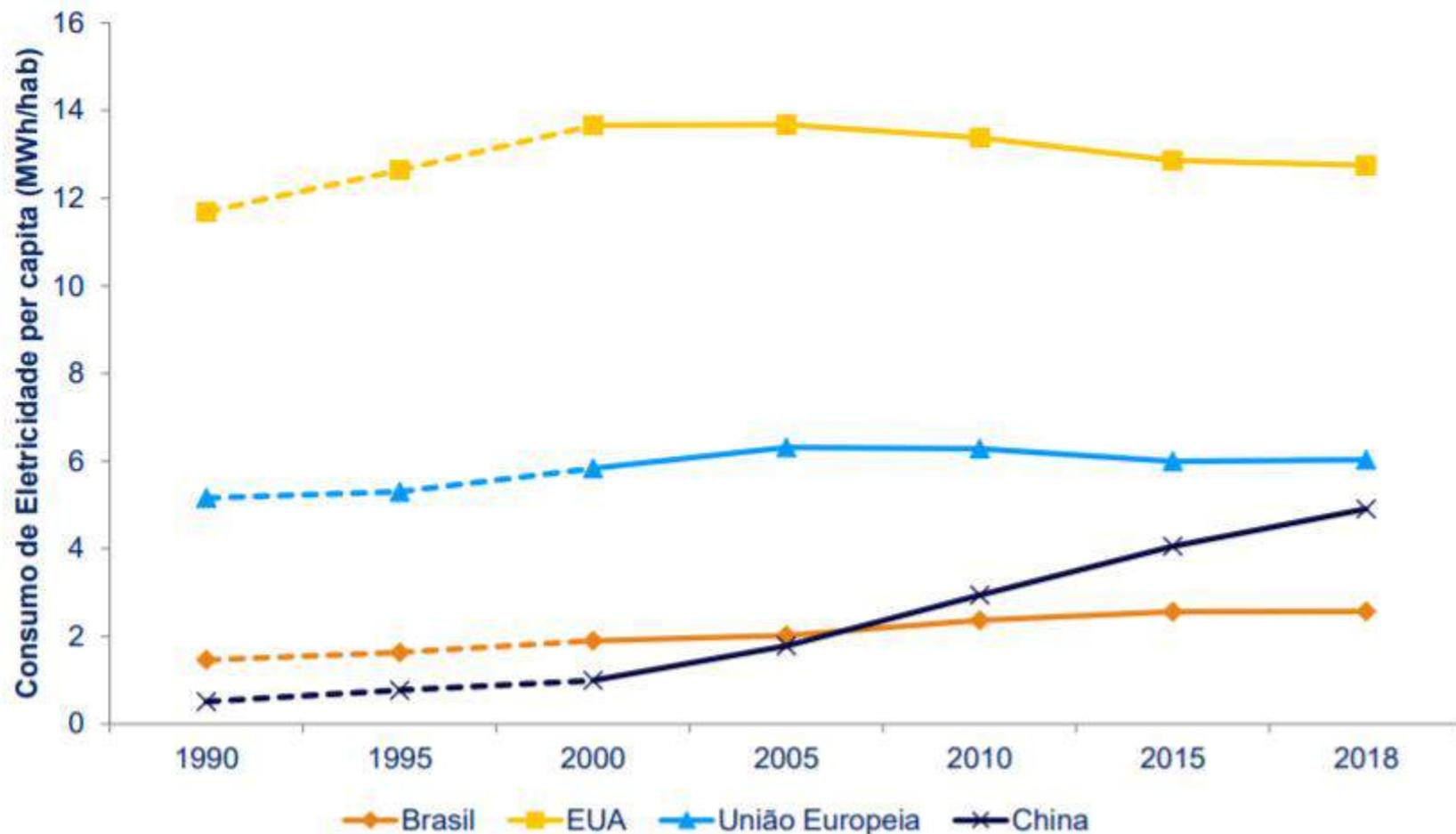
Emissões de CO<sub>2</sub> (kg) por MWh gerado (2018)



# Mundo X Brasil

## BEN 2021 | Evolução dos indicadores: Brasil e o Mundo

### Consumo de eletricidade per capita



# Considerações finais

- 1 – Haverá aumento da demanda de energia que deverá ser suprida por aumento na produção de fontes primárias de energia.**
- 2 – Ocorrerão mudanças na matriz energética mundial e nacional. Entretanto, as fontes não-renováveis continuarão sendo a principal fonte de energia.**
- 3 – A importância da agricultura na matriz energética mundial e brasileira será cada vez maior.**



# **ENERGIAS RENOVÁVEIS**

Iturama – MG

# Introdução

## Energias Renováveis

Uma fonte de energia é renovável quando **não é possível estabelecer um fim temporal** para a sua utilização.

O homem teve a necessidade de encontrar **energias alternativas** a aquelas que são esgotáveis para suprimir as suas necessidades e **eliminar os problemas ambientais**.

OBS. As energias renováveis são totalmente limpas???



# Introdução

## Fontes de Energia

- Convencionais / não-renováveis
- Renováveis
- Alternativas
- “limpas”

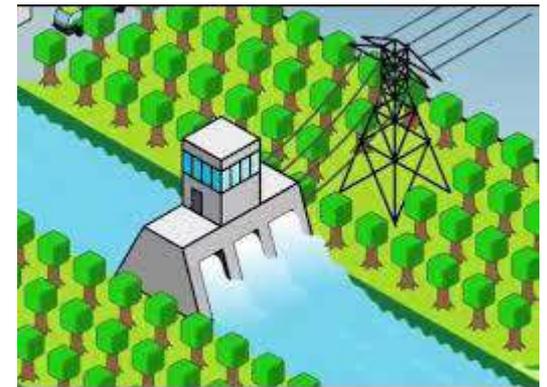


# Introdução

## Fontes de Energia convencionais

São as fontes **tradicionais** de energia, por exemplo:

- Usinas hidrelétricas de grande porte;
- Usinas nucleares;
- Termoelétricas movidas a carvão mineral, óleo combustíveis e gás natural.



# Introdução

## Fontes de energia alternativas

- Usinas eólicas
- Energia solar fotovoltaica
- Queima de biomassa (bagaço de cana)
- Pequenas centrais hidrelétricas – PCH
- Força das marés



# Introdução

## Fontes de energia “limpa”

São aquelas cuja utilização representa **um mínimo de poluição** ou **danos ao meio ambiente**.

Ex.: Eólica

- Impacto sobre as aves do local: choque destas nas pás e efeitos sobre a modificação de seus comportamentos habituais de migração.
- Impacto sonoro: habitações mais próximas no mínimo a 200 m de distância.

# Introdução

## Fontes de energia renovável

São aquelas cuja utilização e uso é renovável e pode manter e ser aproveitado ao longo do tempo sem “possibilidades” de esgotamento dessa mesma fonte .



## Fontes de energia não renovável

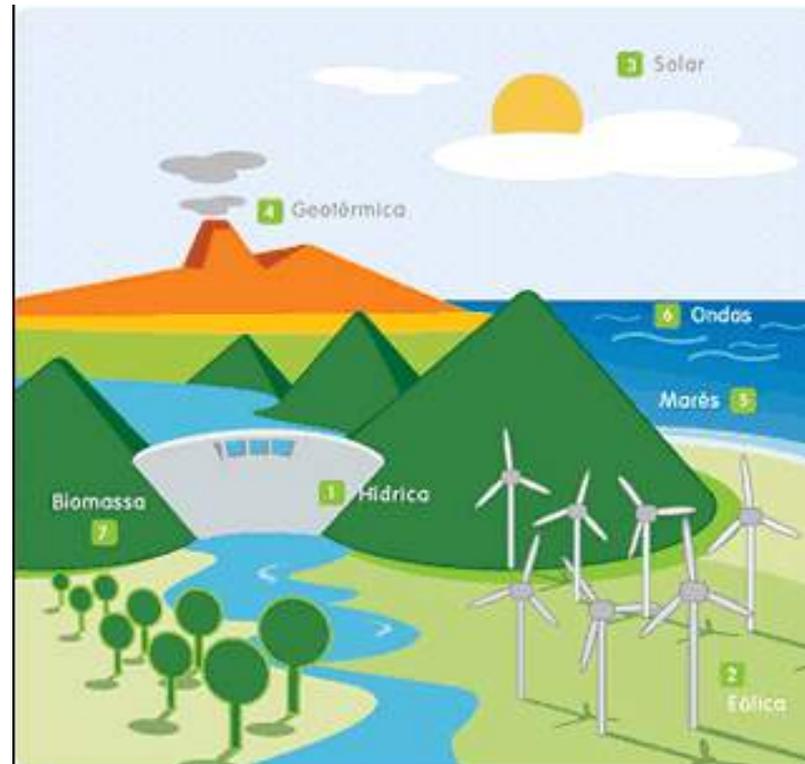
Tem **recursos teoricamente** limitados, sendo que esse limite depende dos recursos existente no nosso planeta, como é o exemplo dos combustíveis fósseis.

# Introdução

## Energias Renováveis

Alternativas possíveis:

- Biocombustível
- Biogás
- Biomassa
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energia Hidrelétrica
- Energia das Marés
- Energia Geotérmica



As fontes de energia estão ligadas ao **tipo de economia**: quanto mais industrializada ela for, maior será o uso de energia.

# Introdução

## Energias Renováveis

Podem se **classificar em primárias e secundárias:**

As **fontes primárias:** são aquelas que ocorrem na natureza, e que nessa forma são utilizados pelo homem.

Ex.: sol, água (mar e rios), vento, petróleo, gás natural, urânio, etc.

As **fontes secundárias:** são obtidas através de outras, após transformação:

Ex.: eletricidade, gasolina, etc.

# Introdução

## Energias Renováveis



### Vantagens das Energias Renováveis:

- Podem ser **inesgotáveis** à escala humana comparando aos combustíveis fósseis;
- O seu **impacto ambiental é menor** do que o provocado pelas fontes de energias com origem nos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), uma vez que não produzem dióxido de carbono;
- Oferecem **menos risco do que energia nuclear**;
- Permitem **criação de novos postos de energia** (investimento em zonas desfavorecidas)

# Introdução

## Energias Renováveis

### Vantagens das Energias Renováveis:

- Permitem **reduzir** significativamente as **emissões de CO<sub>2</sub>**, melhor qualidade de vida (ar mais limpo);
- **Reduzem a dependência energética** da nossa sociedade face aos combustíveis fósseis;
- Conferem **autonomia energética a um país**, uma vez em que a sua utilização não depende da importação de combustíveis fósseis;
- Conduzem à investigação em **novas tecnologias** que permitam melhor **eficiência** energética.

# Introdução

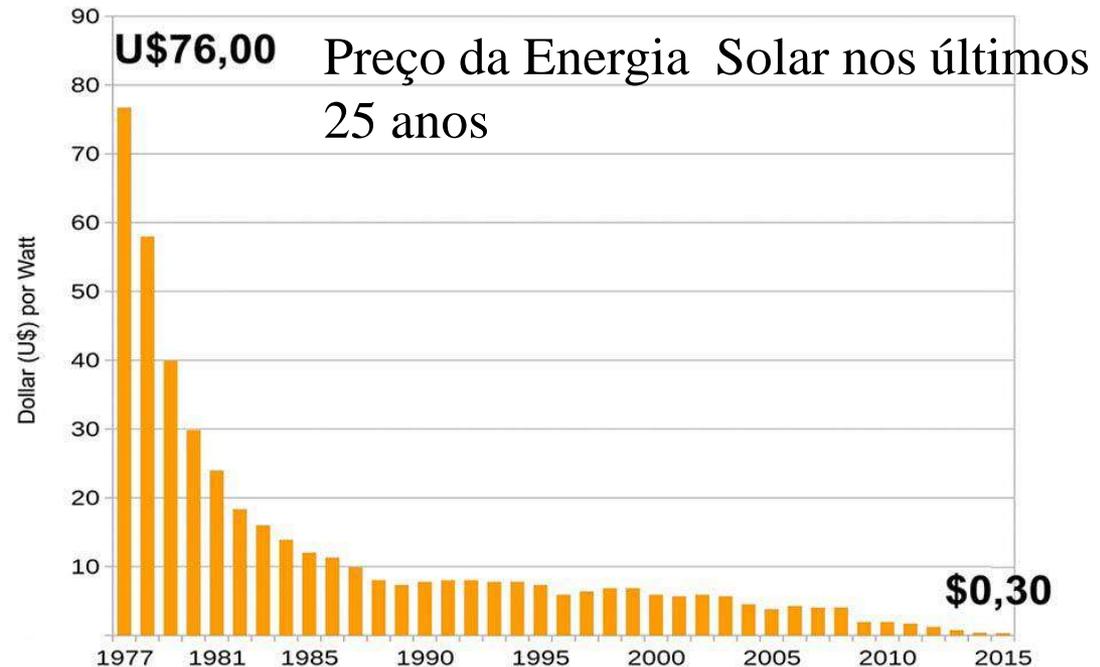
## Energias Renováveis

### Desvantagens das Energias Renováveis:

- Custos elevados de investimento e infraestrutura apropriada.

Comparação de custos da energia	
Tipo de recurso	Custo médio (centavos de US\$ por kWh)
Hidrelétrica	2-5
Nuclear	3-4
Carvão	4-5
Gás natural	4-5
<b>Vento</b>	4-10
Geotérmica	5-8
Biomassa	8-12
Célula de hidrogênio	10-15
Solar	15-32

Fontes: Associação Americana de Energia Eólica, Wind Blog, Stanford School of Earth Sciences.



# Introdução

## Energias Renováveis

### Desvantagens das Energias Renováveis:

- Pode causar impactos visuais negativos no meio ambiente;
- **Energia da biomassa** – o método de combustão da biomassa não é limpo;
- **Energia hidroelétrica** – causa erosão no solo que pode ter impacto na vegetação do local;
- **Energia solar** – custos iniciais muito elevados;
- **Energia de ondas** – depende da localização e é muito dispendiosa;
- **Energia eólica** – custos iniciais das turbinas são muito elevados. Muito barulho produzido.

# Biocombustíveis

São um tipo de combustível de origem biológica ou natural.

Trata-se de uma **fonte renovável** de energia que é utilizada por meio da **queima da biomassa** ou de seus **derivado**.

Ex.:

Biodiesel

Etanol

Hidrogênio



# Biocombustíveis

## Biodiesel

É um combustível **biodegradável** derivado de fontes renováveis.

Obtido por diferentes **processos**: craqueamento, esterificação ou transesterificação, sendo esta a mais utilizada.

Obtido de: mamona, dênde (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, soja e outros.



Babaçu

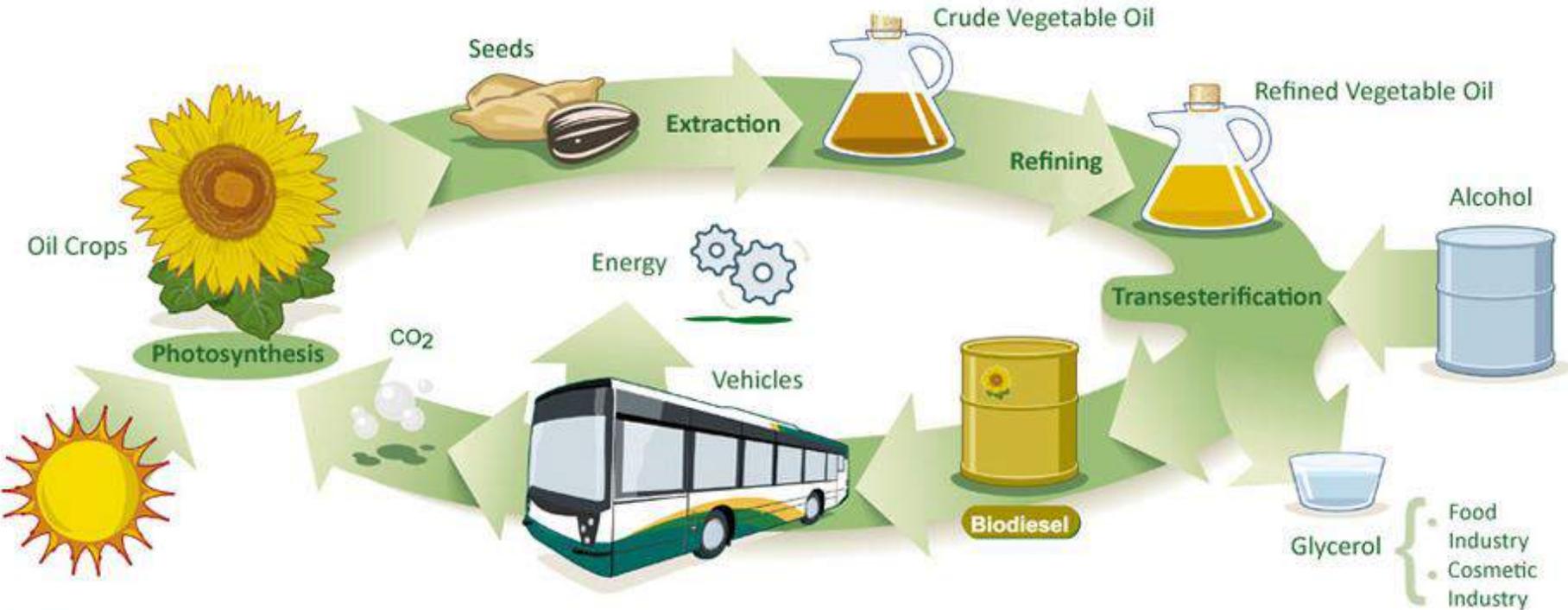


Palmeira de dênde

# Biocombustíveis

## Biodiesel

### The Biodiesel Cycle



# Biocombustíveis

## Biodiesel

O biodiesel **substitui total ou parcialmente o óleo diesel** de petróleo em motores ciclodiesel automotivos (caminhões, tratores, caminhonetas) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor).

Mistura de 10% de biodiesel ao diesel de petróleo: B10

100% de biodiesel: B100

**2021= B13**

Porém houve redução do teor da mistura para 10%

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/>



# Biocombustíveis

## Biodiesel

Redução da poluição atmosférica: reduz **78%** das emissões de **dióxido de carbono** e **98%** de **enxofre** na atmosfera.

Promove o **desenvolvimento da agricultura** nas zonas rurais mais desfavorecidas.

Pode ser utilizado como **geração de energia elétrica**.

Gerador de energia



# Biocombustíveis

## Biodiesel

Capacidade de produção limitada pois depende das áreas agrícolas disponíveis.

O **preço** de biodiesel é ainda **elevado**. Novas tecnologias permitirão reduzir os custo de produção.

## Muitos obstáculos:

Regulamentação para comercialização (leilão)

Preços de diesel



# Biocombustíveis

## Etanol

É um tipo de álcool criado a partir de matérias-primas de biomassa, como milho, açúcar e até mesmo materiais celulósicos, tais como lascas de madeiras.

O **Brasil** utiliza a cana-de-açúcar na produção de etanol. Países de clima temperado, como **EUA**, utiliza o milho.

O **Brasil é o segundo maior produtor** de etanol do mundo e o **maior exportador mundial**.

Carros flex.

# Biocombustíveis

## Etanol - EUA



### Milho

1 t produz 380 l de etanol

Tempo de fermentação: 38 a 45 h

1 ha produz 15 a 20 t de etanol

O etanol do milho é o tipo mais comum no EUA.

Menos eficiente que o da cana-de-açúcar.

Milho produzido no cinturão do milho: estados de Iowa, Indiana, Illinois e Ohio.

### Cana

1 t produz 85 – 90 l de etanol

1 ha produz 80 t de etanol

#### Vantagem:

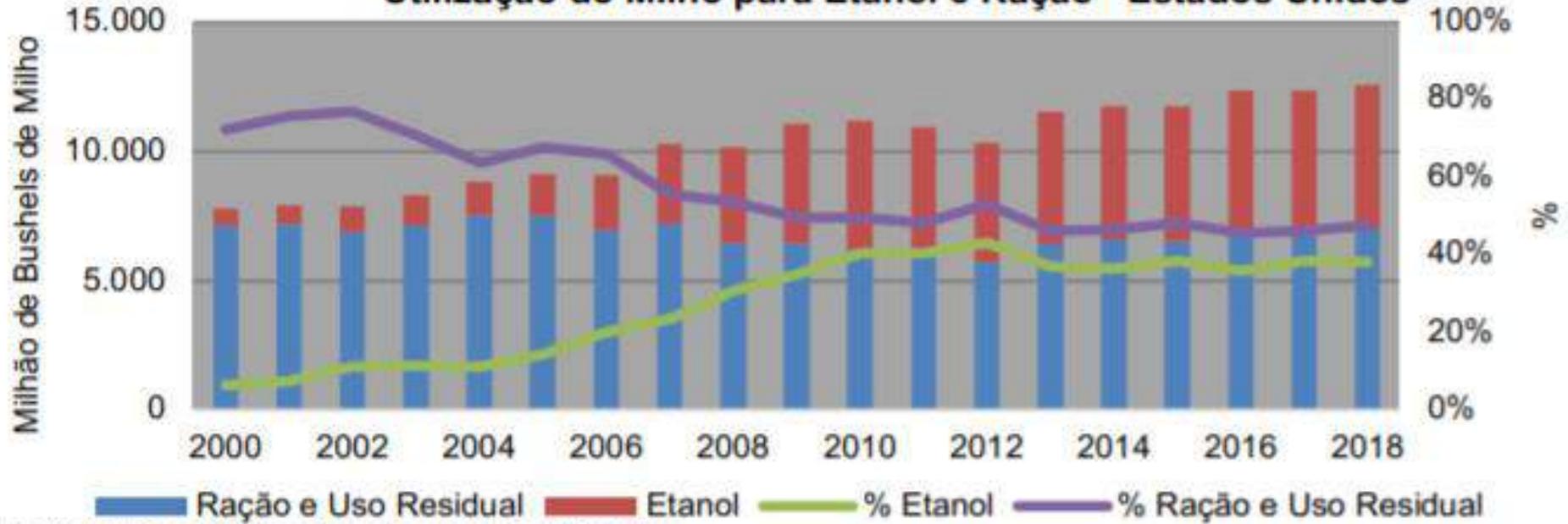
Baixo custo de produção do etanol

Facilidade em quebrar moléculas de açúcar

Tempo de fermentação: 10 a 12 horas

# Biocombustíveis

## Utilização do Milho para Etanol e Ração - Estados Unidos



Fonte: United States Department of Agriculture

# Biocombustíveis

## Ciclo do etanol

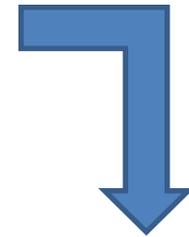


# Biocombustíveis

## Hidrogênio

Elemento químico mais abundante do universo.

Hidrogênio tem grande potencial energético



O hidrogênio é um gás que reage muito facilmente com o oxigênio para formar água e essa reação química libera muita energia gerando simplesmente água.



# Biocombustíveis

## Hidrogênio

Qual o desafio relacionado a utilização do hidrogênio?

O “H” só existe na natureza em forma combinada, como com a água (H<sub>2</sub>O).

Para ser utilizado como combustível, precisa ser **fabricado e armazenado**.

Alto custo de obtenção, dificuldades em transportar e manusear.

# Biocombustíveis

## Hidrogênio

Atualmente o H é utilizado principalmente na indústria química ou do petróleo.

O **processo de produção** do H é através de reação química do etanol ou gás natural com o vapor d' água.

## Programa Nacional de Células a Combustível



O CO<sub>2</sub> liberado será absorvido pelas lavouras de cana-de-açúcar.

# Biocombustíveis

Um carro abastecido com hidrogênio praticamente não vaza óleo, não emite ruído e poluente, além de ser 2 a 3 vezes mais eficiente.

**Prós:** Não polui (resíduo é apenas água)

**Contras:** armazenamento  
geração de H e distribuição são caras



# Biocombustíveis

## Biogás

Gás inflamável

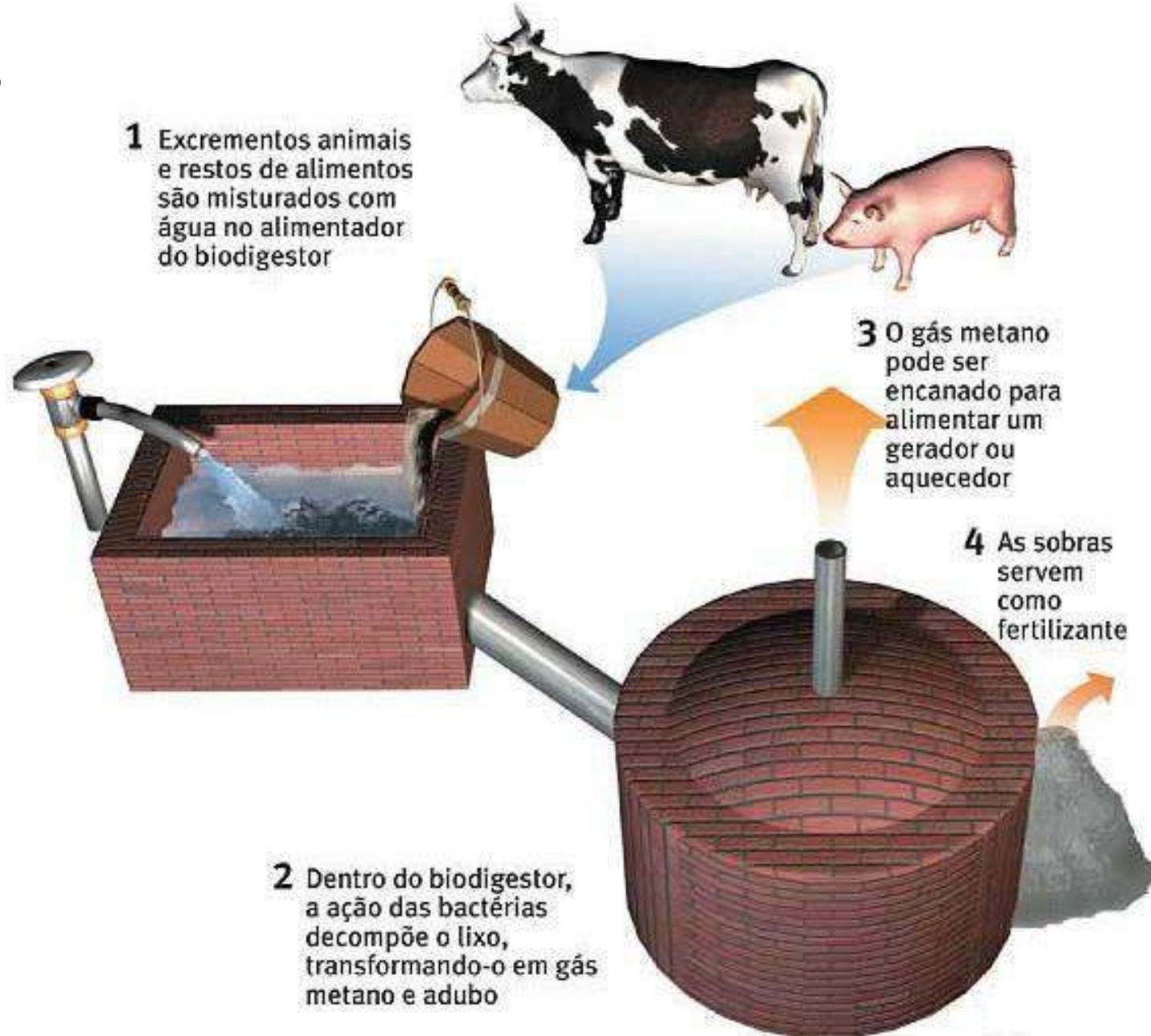
**Produção:** dióxido de carbono + metano por meio de ação de bactérias fermentadoras em matérias orgânicas

→ Biodigestor anaeróbico

O biogás é uma fonte energética renovável, por isso é considerado biocombustível.

# Biocombustíveis

## Biogás



# Biocombustíveis

## Biogás

**Matéria-prima** na produção de biogás: origem orgânica

Esterco (humano e de animais)

Palhas

Bagaços de vegetais

Lixo



Essa fonte energética pode ser utilizada como **combustível** para **fogões**, **motores** e na geração de **energia elétrica**.

# Biocombustíveis

## Biogás

### Desvantagem:

Devido a alta concentração de metano (cerca de 50%) e de dióxido de carbono (acima de 30%), o biogás é um dos principais **poluentes do meio ambiente**.



# Biomassa

Biomassa é o nome dado a qualquer **combustível proveniente de fonte orgânica** utilizado para a **geração de energia**:

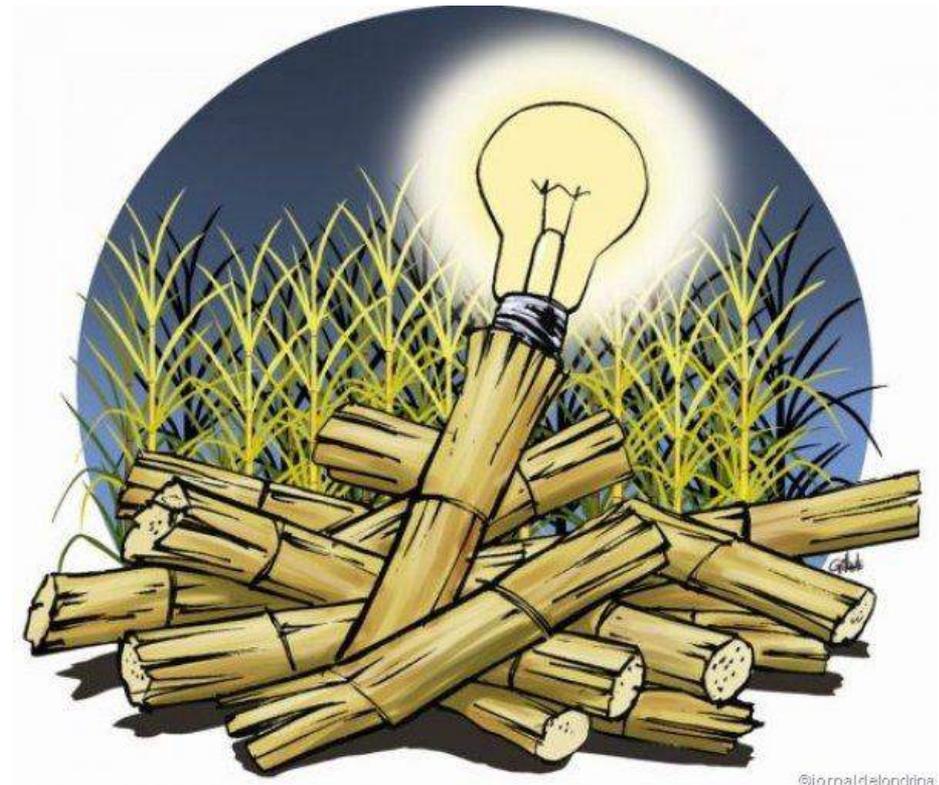
Bagaço de cana-de-açúcar

Palha de arroz

Sobra de serragem

Lixo urbano ou industrial

→ Energia renovável



# Biomassa

## Formas de transformar em energia

- **Pirólise:** a biomassa é exposta a altíssimas temperaturas sem a presença de oxigênio;
- **Gaseificação:** a biomassa também é aquecida sem a presença de oxigênio, gerando como produto final o gás inflamável (biogás).
- **Combustão:** a biomassa é aquecida em altas temperaturas com presença de oxigênio, produzindo vapor em alta pressão.

# Biomassa

## Vantagens

Seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por meio da combustão em **fornos, caldeiras**, etc.

Utilizada na **geração de eletricidade**, para **lugares isolados** da rede elétrica.

Sua utilização pode estar associada a **redução no consumo de combustíveis fósseis**.

# Biomassa

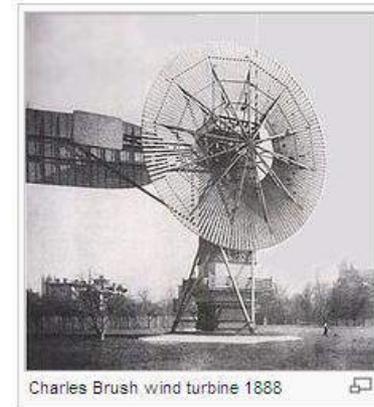
## Disponibilidade de recursos e consumo de biomassa

- Resíduos Florestais (SP e PR)
- Resíduos do setor sucroalcooleiro (SP e AL)
- Óleo de Palma (Dendê) (PA e BA)
- Cascas de arroz (RS e MT)
- Castanha de Caju (CE e PI)
- Casca do coco-da-baia (PA e BA)



# Energia Eólica

- ⊙ Embarcações marítimas usam o poder dos ventos há mais de 5500 anos.
- ⊙ De 200 AC até o século VII os primeiros moinhos de ventos eram usados para **moer o milho** e a **cana-de-açúcar**.
- ⊙ No século XII os ingleses começaram a utilizar os moinhos para a **geração de energia** e já no século XIV os holandeses utilizaram os moinhos para **drenar a águas de suas terras**.
- ⊙ Até o século XIX a Dinamarca foi o primeiro país a utilizar os moinhos para gerar carga para bombas.
- ⊙ De 1900 – 1973 apenas Dinamarca e USA desenvolviam moinhos de vento para produção de energia.



# Energia Eólica

É a energia gerada através da força do vento captado por aerogeradores.



# Energia das marés

A energia das marés ou energia maremotriz, é uma forma de geração de eletricidade obtida a partir das **alterações de nível das marés**:

- Através de **barragens**: que aproveita a diferença de altura entre as marés alta e baixa.
- Através de **turbinas submersas**: que aproveitam as correntes marítimas.

# Energia das marés

→ Sistema de **barragens**: mais utilizado

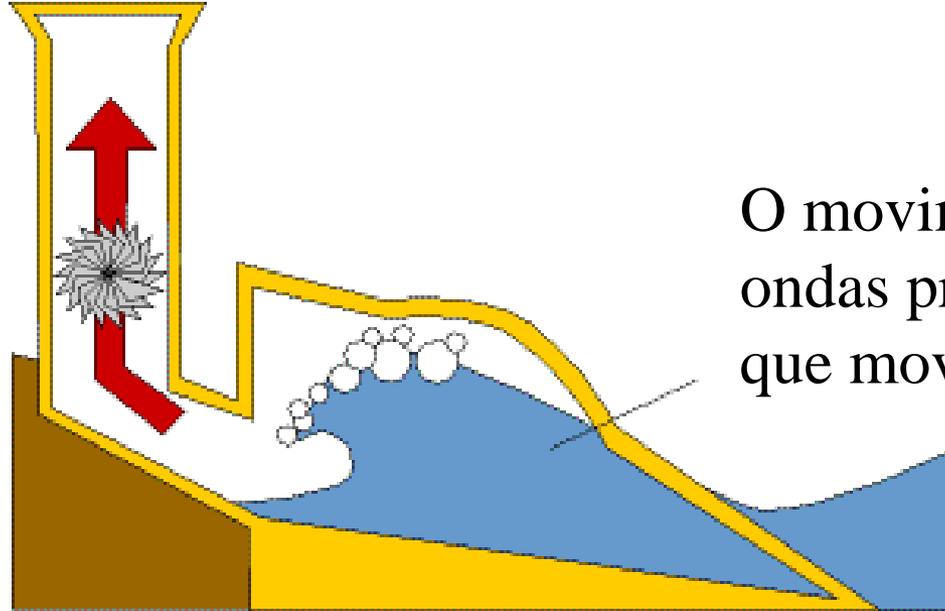
Construção de **diques** que captam a água durante a alta da maré.

Essa água armazenada é então liberada durante a baixa da maré, fazendo o ar passar por uma turbina que gera energia elétrica.

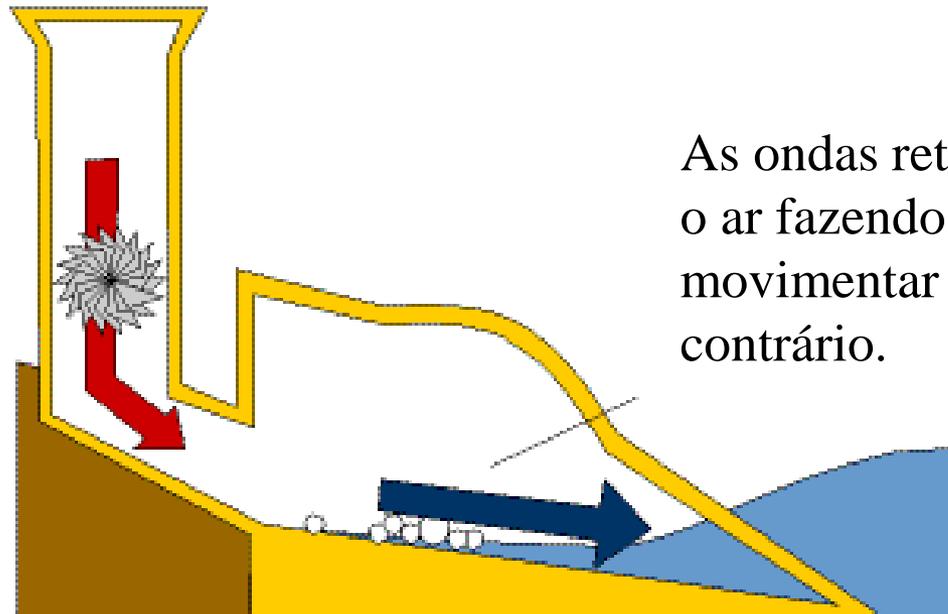


# Energia das marés

Sistema de **barragens**



O movimento das ondas pressiona o ar que move a turbina.



As ondas retornam. Sugam o ar fazendo a turbina movimentar no sentido contrário.

# Energia das marés

Sistema de **turbinas submersas**: Pécem, Ceará



# Energia das marés

→ 1967: primeiro grande projeto construído no Rio Rance, na França

Média anual das marés é de 8,4 metros de desnível

Construção de barragem de 710 m de comprimento



Estação de energia das marés La Rance (Norte de França)

# Energia das marés

## → Desafios

Restrição a poucas localidades pois o desnível das marés tem que ser superior a 7 metros.

Altos investimentos

Baixa eficiência (20%)

Impactos ambientais: flora e fauna

Riscos ocupacionais na construção: operações abaixo do nível do mar.



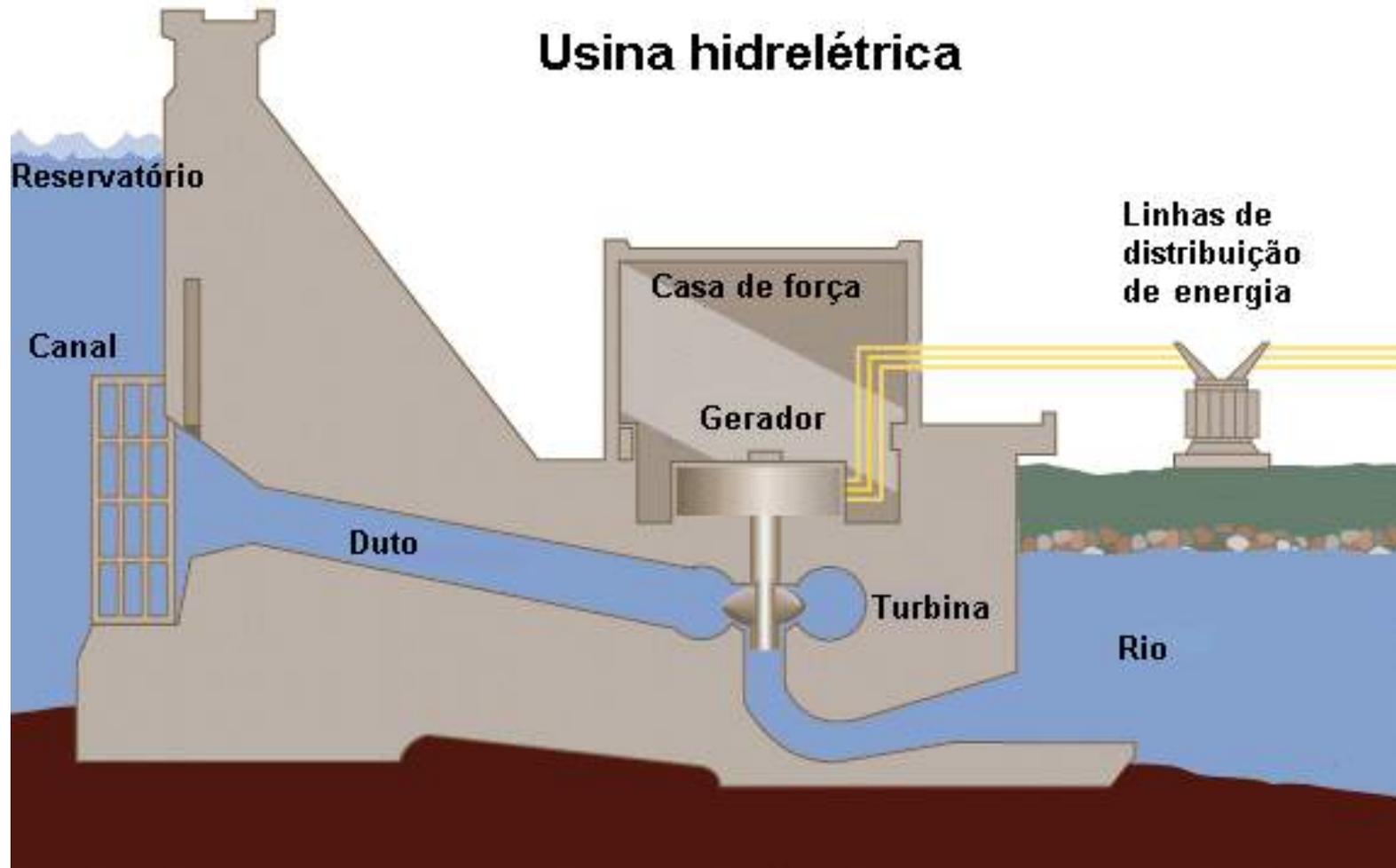
# Energia Hidrelétrica

É produzida por meio do aproveitamento do potencial hidráulico existente num rio, utilizando desníveis naturais ou artificiais através da construção de usinas em rios com altos volumes de água.

Representa 18% da produção de energia elétrica no mundo e cerca de 95% da produção de energia elétrica brasileira.

Exemplo: Itaipu , Ilha solteira, Furnas, etc.

# Energia Hidrelétrica



## Impactos

- inundação de áreas agricultáveis;
  - Alteração/perda da vegetação e da fauna terrestres e do rio;
  - Interferência na migração dos peixes;
  - Interferências no transporte de sedimentos;
  - Perdas de heranças históricas e culturais, alterações em atividades econômicas e usos tradicionais da terra;
  - Problemas de saúde pública, devido à deterioração ambiental (?);
  - Perda da biodiversidade, terrestre e aquática;
  - Efeitos sociais por realocação;

# Energia Solar

De certa forma qualquer tipo de energia é proveniente do sol direta ou indiretamente.

A energia das marés, eólica, da biomassa, por exemplo, são **formas indiretas de energia solar**, porque dependem de alguma forma do sol para existir.

Energia solar → proveniente diretamente do sol

- **Energia térmica** (calor gerado pela radiação)
- **Energia elétrica** (termoelétricos e fotovoltaicos)

# Energia Solar

- **Energia térmica (calor gerado pela radiação)**

**É a mais difundida**

Utilização de aquecedores solares para o **aquecimento da água** e posterior utilização em chuveiros (por exemplo).

→ Os concentradores captam a energia térmica solar em uma área relativamente grande e depois concentra em uma região muito menor aumentando consideravelmente a temperatura nessa região.

# Energia Solar

- **Energia elétrica**

Em meio a obtenção direta da energia solar (efeito termoelétrico), quando aquecido, provoca uma diferença de potencial entre as extremidades, gerando corrente elétrica – efeito fotovoltaico tendo excitação dos elétrons produzindo corrente elétrica.

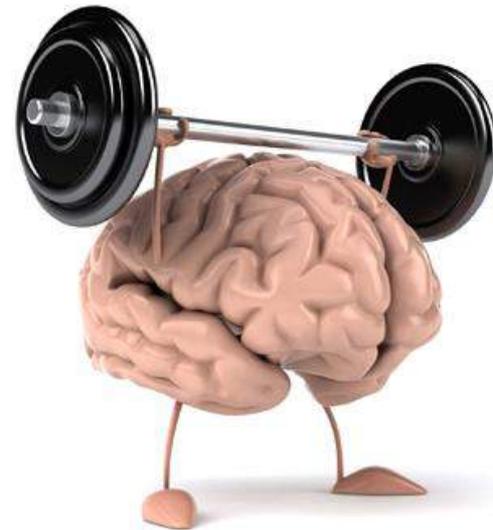
Baixo rendimento

Custo elevado de material

# Energia Solar

- **Desafio**

Todos esses sistemas tem um **grau de eficiência que ainda é baixo** se comparado a outros meios, exigindo grandes áreas de captação de luz solar.



# Energia Solar

- **Desvantagem**

Existe **variação** nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática (chuvas, neve), além de que durante a **noite não existe produção alguma**;

Locais em **latitudes médias e altas** (Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de **Inverno** devido à menor disponibilidade diária de energia solar;

As formas de **armazenamento** da energia solar são **pouco eficientes**

Os painéis solares têm um rendimento de apenas **25%**

# Energia Solar



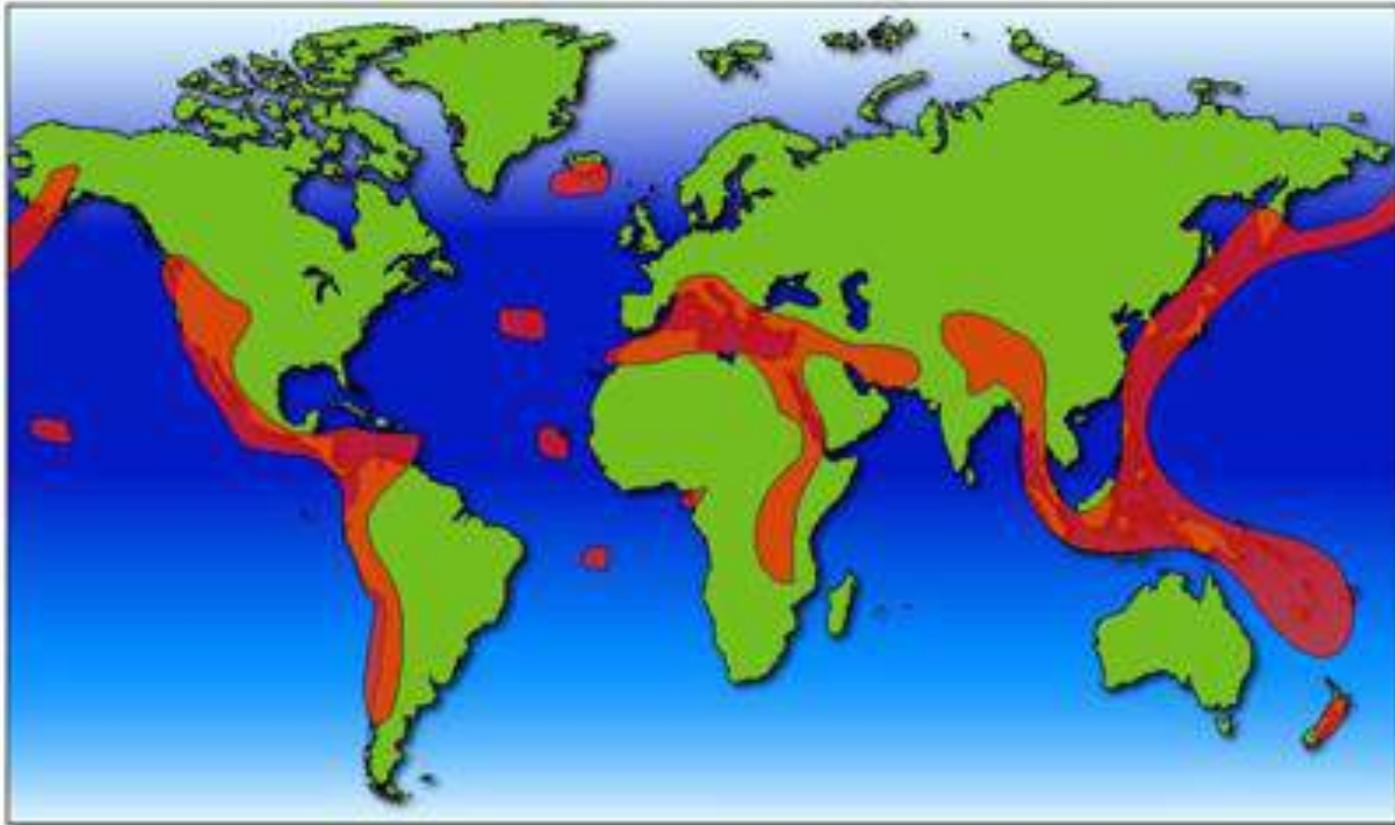
# Energia Geotérmica

## Definição

- ⊙ Energia geotérmica, também conhecida como geotermal, é aquela gerada através do **calor proveniente do interior da Terra**.
- ⊙ Considerada uma **fonte renovável e limpa**, pois gera baixos índices de poluição no meio ambiente.
- ⊙ Pode ser obtida através das **rochas secas quentes, rochas úmidas quentes e vapor quente**.
- ⊙ O calor da terra pode ser aproveitado para usos diretos, como o **aquecimento** de edifícios e estufas ou para a produção de **eletricidade** em centrais geotérmicas.
- ⊙ Em **Portugal**, existem alguns aproveitamentos diretos, como o caso da Central Geotérmica em São Miguel (Açores).

# Energia Geotérmica

MAPA REPRESENTANDO AS ZONAS DE MAIOR POTENCIAL GEOTÉRMICO

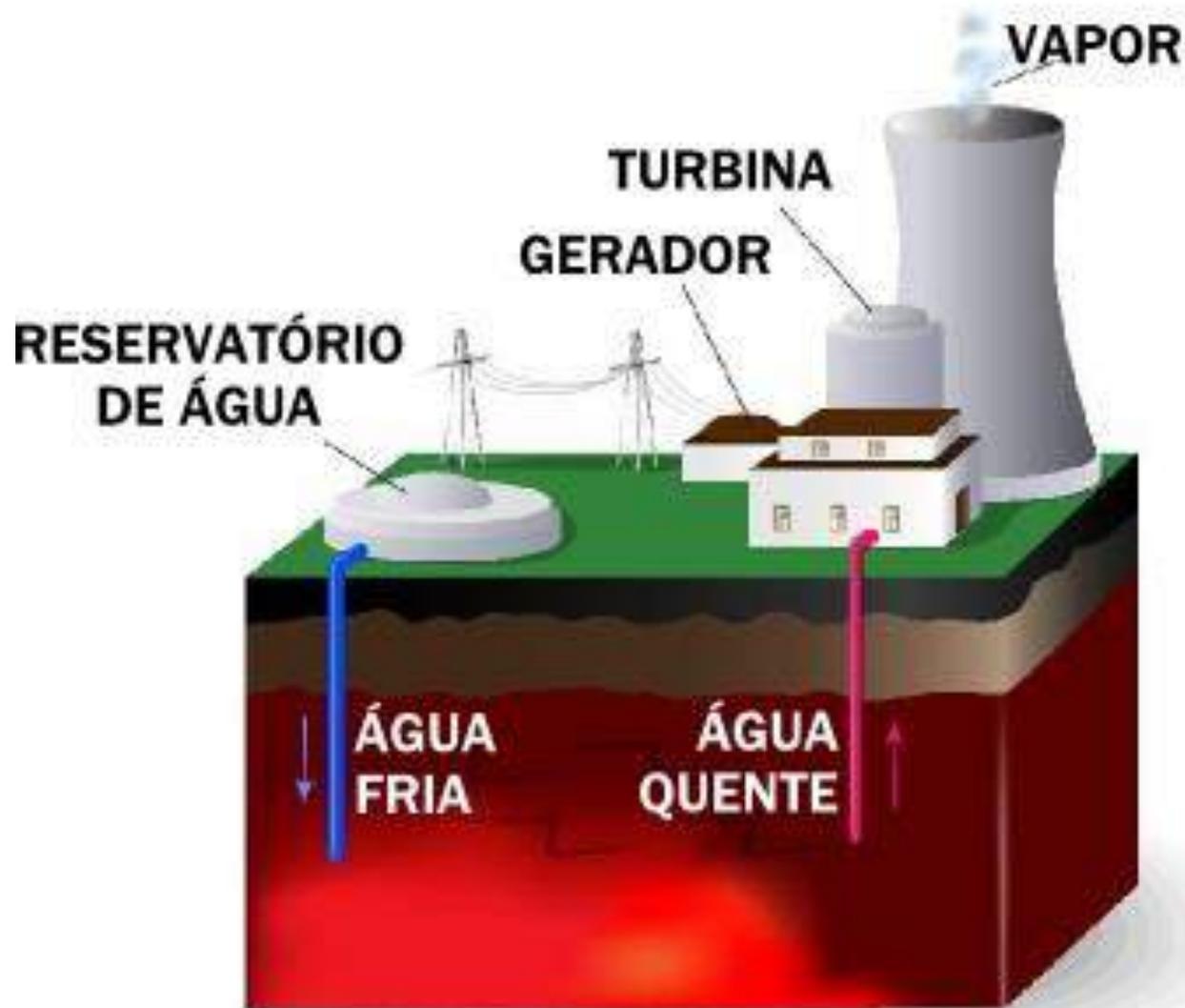


# Energia Geotérmica

## Ciclo Geotérmico

- ⦿ Abrem-se buracos fundos no chão até chegar aos **reservatórios de água e vapor**, estes são drenados até a superfície por meio de tubos e canos apropriados até a central elétrica geotérmica. Tal como uma central elétrica normal, **o vapor faz girar as lâminas da turbina como uma ventoinha**. **A energia mecânica da turbina é transformada em energia elétrica** através de um gerador.
- ⦿ A diferença dessas centrais elétricas é que não é necessário queimar um combustível para produzir eletricidade. Após passar pela turbina, o vapor é conduzido para um tanque onde será resfriado. A água que se forma será novamente canalizada para o reservatório onde será naturalmente aquecida pelas rochas quentes.

# Energia Geotérmica



# Energia Geotérmica

## Vantagens

- ⊙ Energia Limpa – Não necessita da queima de combustíveis para geração.
- ⊙ Não prejudica a terra – Menor relação Área/Megawatt; não há cabos de minas, túneis, covas abertas, pilhas de lixo ou derramamentos de óleo.

## Desvantagens

- ⊙ Alto custo de inicial de instalação
- ⊙ Alto custo de manutenção dos canos
- ⊙ Poluição sonora
- ⊙ Risco contaminação da água nas proximidades

# Conclusão

- As energias renováveis poluem menos o ambiente do que as energias não-renováveis;
- As várias fontes de energias renováveis, mesmo tendo infraestrutura cara, são uma grande aposta para o futuro.





# **MATÉRIA-PRIMA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL**

Iturama – MG

# INTRODUÇÃO



[Órgãos do Governo](#) [Acesso à Informação](#) [Legislação](#) [Acessibilidade](#) ⓘ

[Entrar](#)

 [Governo do Brasil](#)

O que você procura?



[Home](#) > [Notícias](#) > [Energia](#) > [2021](#) > [07](#) > [Brasil avança no setor de biocombustíveis](#)

ENTREVISTA

## Brasil avança no setor de biocombustíveis

Dados da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis apontam a vocação brasileira para a produção de energias renováveis

Publicado em 12/07/2021 19h07

Compartilhe: [f](#) [t](#)

# INTRODUÇÃO

## Produção e venda de Etanol total (2008 e 2018)



Fonte: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2018, ANP

## 2017 – 2019

Demanda etanol: aumento de 29%

Comercialização da gasolina: diminuição 13%

# INTRODUÇÃO

## Retração da economia brasileira:

- Consumo de derivados de petróleo  4,5% em 2016 comparado com 2015.
- Entre 2014 e 2015:  1,9%.

Fonte: ANP, 2017

## Consumo de etanol hidratado:

2015: 17,823 bilhões de litros (aumento de 37,2% sobre 2014)

Safra 2016/2017: Área: 9,1 milhões de ha  
Produção: 694 milhões de toneladas

# INTRODUÇÃO

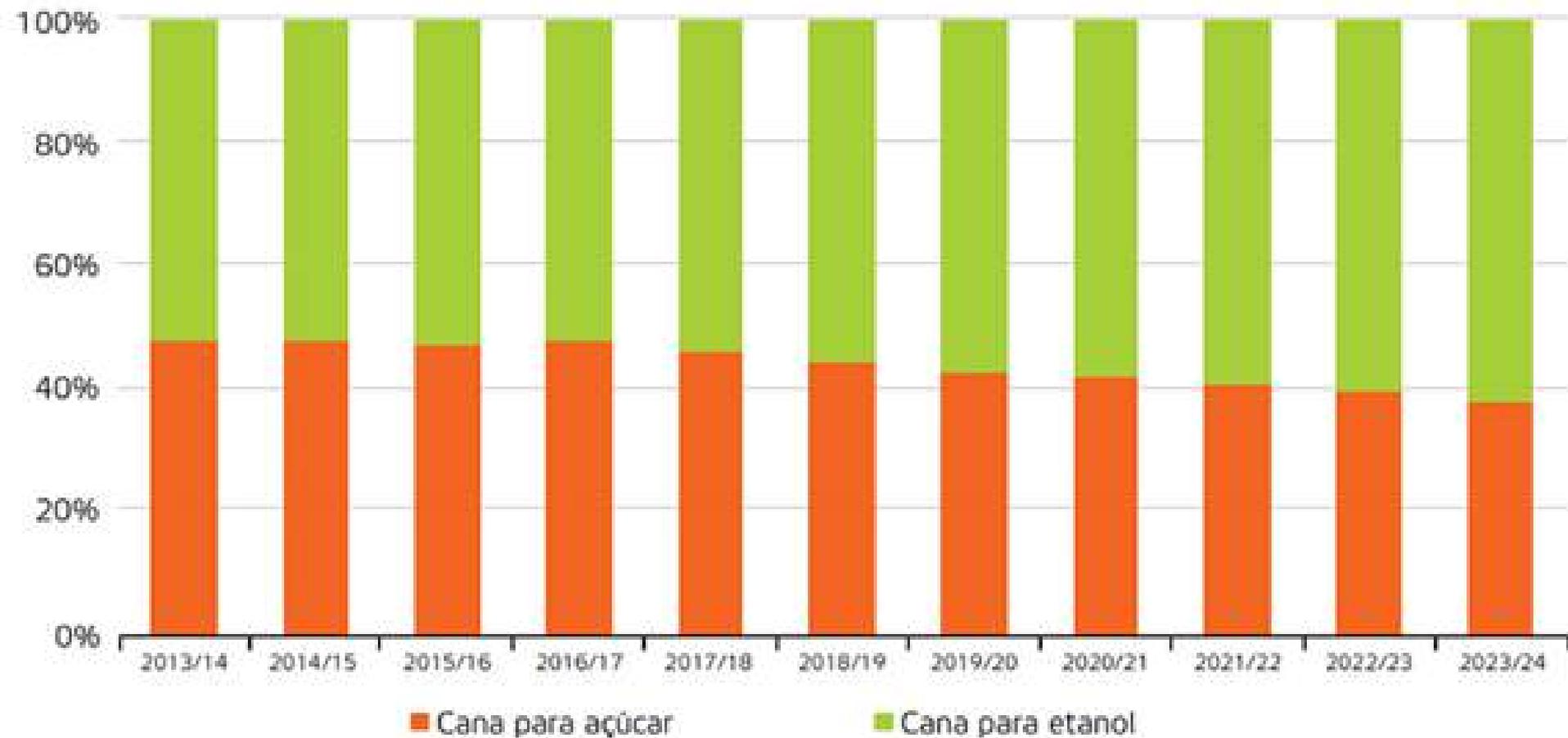
Em **2023/2024**, haverá a necessidade de o Brasil atingir uma área plantada de **10,5 milhões de hectares** e um esmagamento de cana-de-açúcar da ordem de **862 milhões de toneladas** para atender o crescimento do consumo e das exportações de açúcar e etanol.

### Produção, Área e Produtividade Brasileira de Cana-de-Açúcar



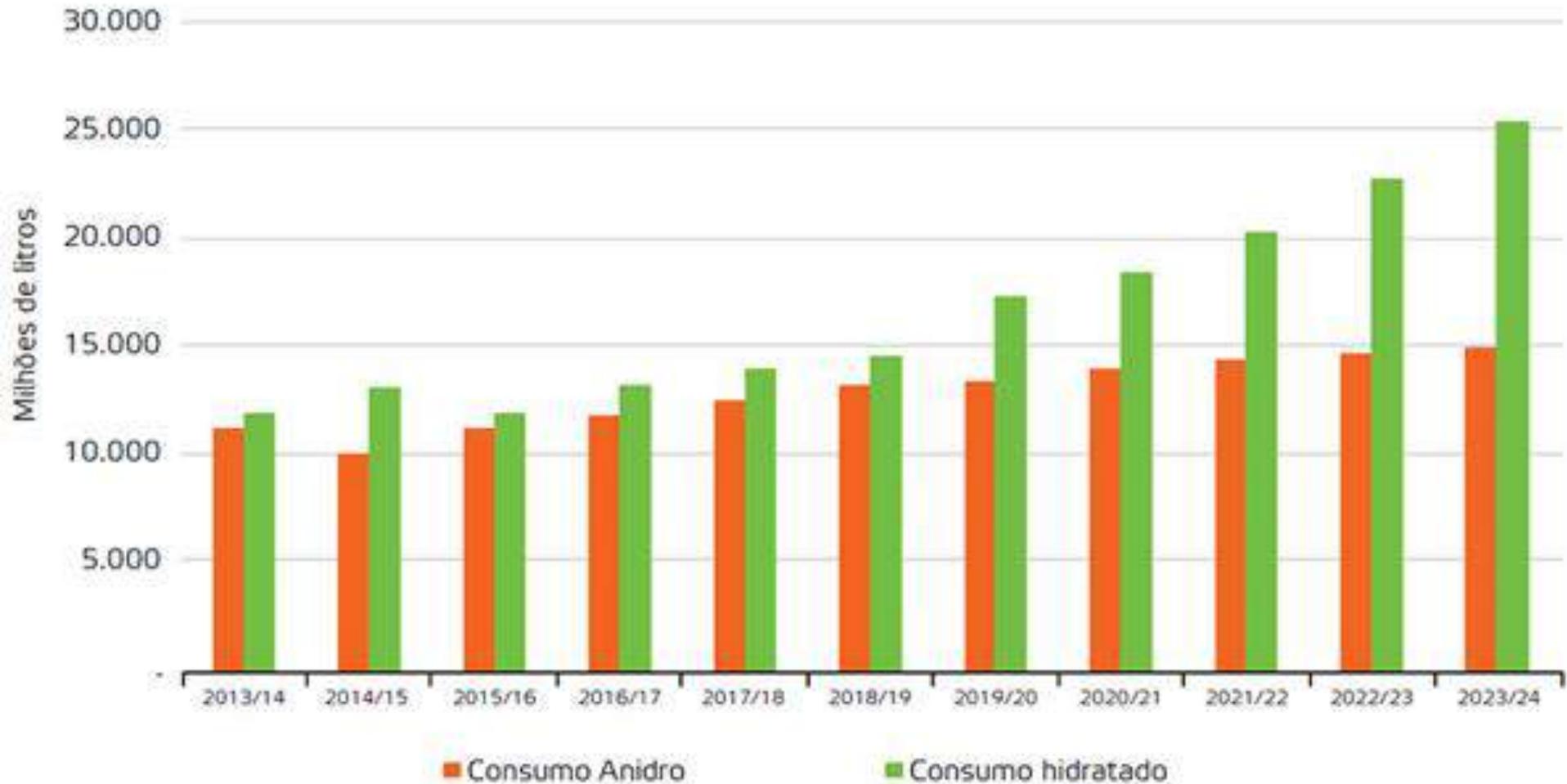
# INTRODUÇÃO

## Destino da cana-de-açúcar



# INTRODUÇÃO

## Consumo doméstico de Etanol Anidro e Hidratado



# INTRODUÇÃO

**Etanol anidro** é o principal tipo de etanol **exportado** pelo Brasil.

**Principal importador:** EUA (cerca da metade do etanol exportado pelo Brasil).

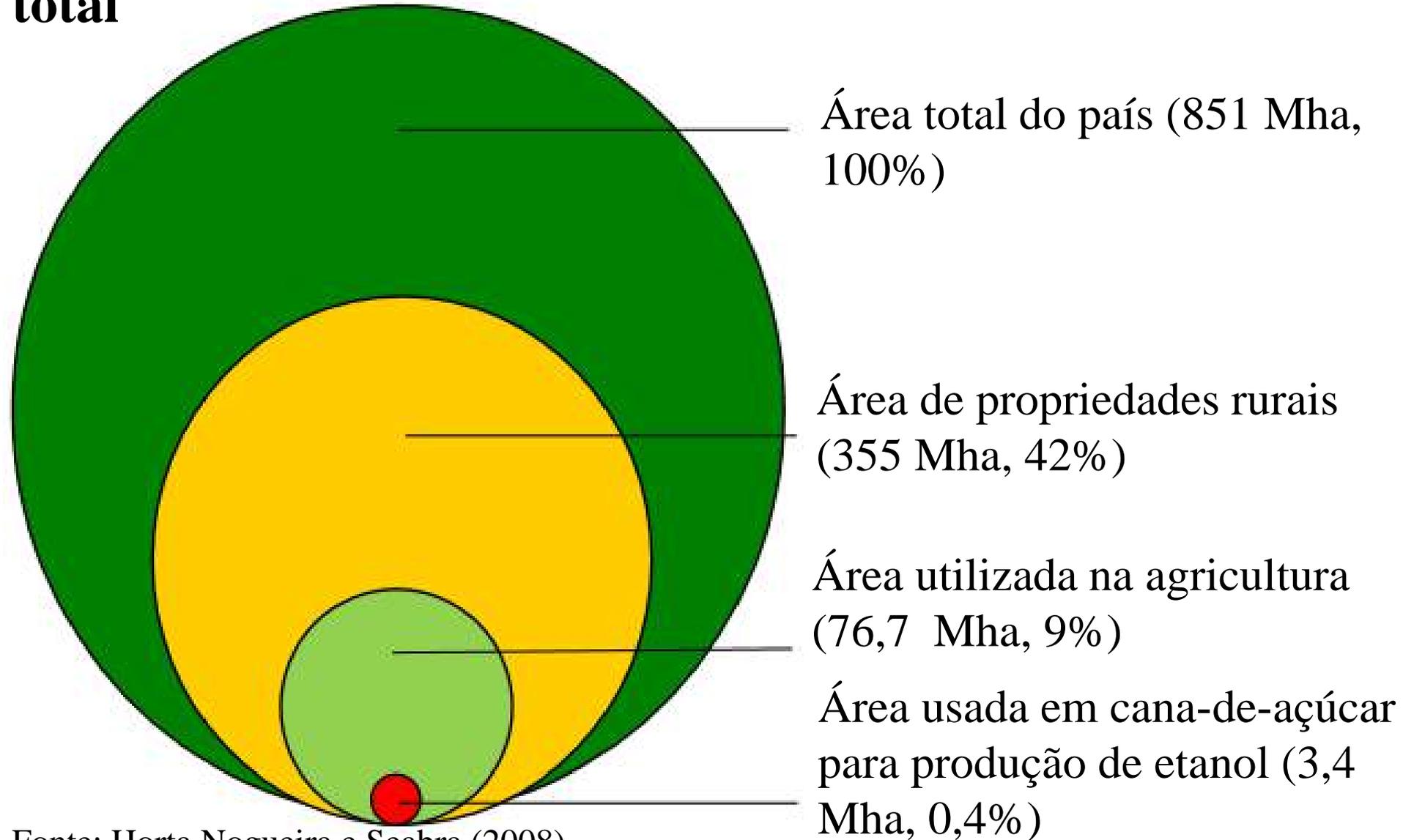
**Brasil e Estados Unidos:** produzem 90% do etanol do mundo.

Aumenta sua capacidade produtora visando um plano para diminuir a dependência energética em relação aos combustíveis fósseis.

→ **Brasil:** maior produtor mundial de cana-de-açúcar.

# INTRODUÇÃO

**Brasil: a cana-de-açúcar para etanol utiliza 0,4% da área total**



Fonte: Horta Nogueira e Seabra (2008)

# INTRODUÇÃO

Mais de **40 países** utilizam o etanol como combustível veicular principalmente misturado a gasolina.

O **Brasil** é o único país que utiliza **etanol hidratado** “puro” (E<sub>100</sub>) como combustível.

→ **Etanol hidratado**: etanol comum vendido nos postos 

Composição: 95,1 a 96% de etanol e o restante de água

→ **Etanol anidro**: misturado à gasolina 

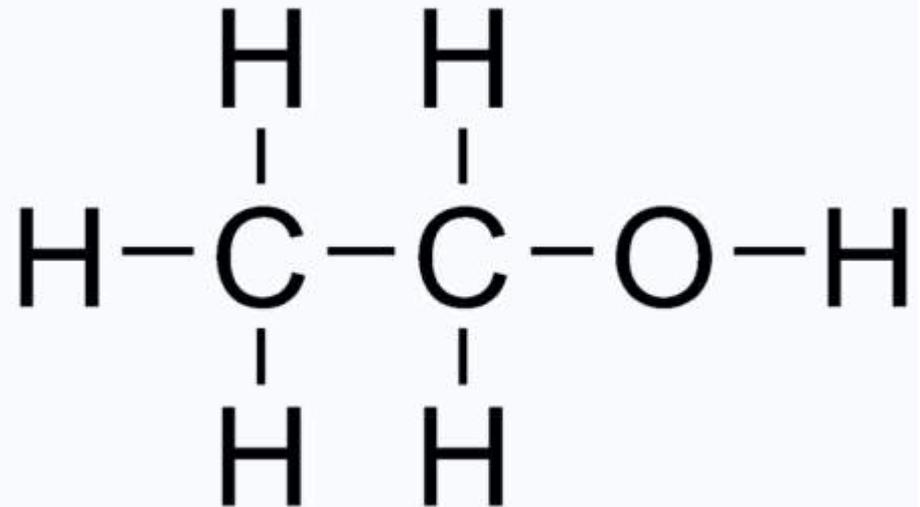
Composição: pelo menos 99,6% de etanol

# INTRODUÇÃO

O etanol anidro é misturado à gasolina para **baratear** o combustível e **reduzir a emissão de poluentes**.

**Brasil:** mistura na proporção de 20 a 25%.

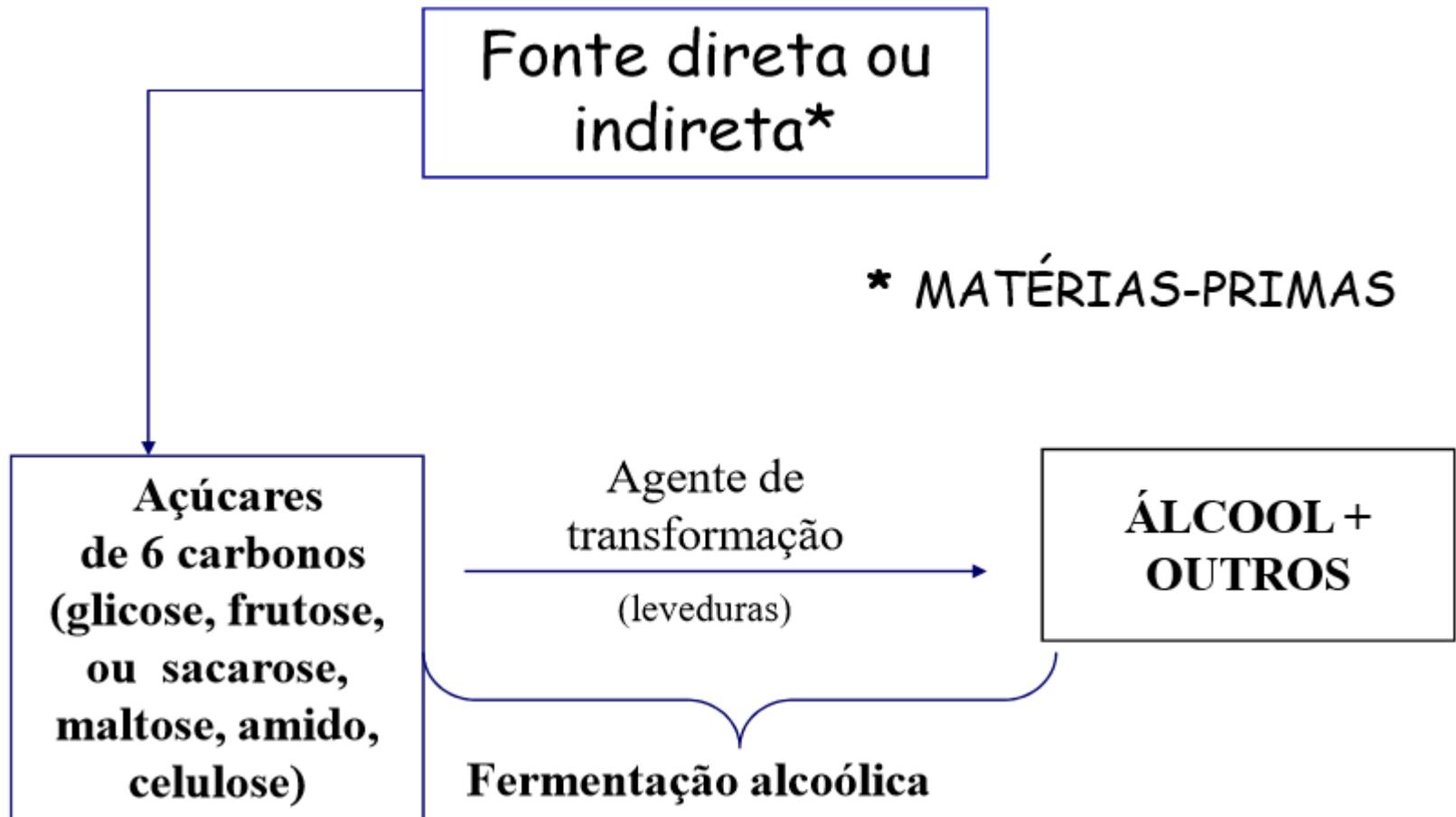
**Demais países:** 5% ou 15% de mistura.



Fórmula química do etanol

# INTRODUÇÃO

A característica mais importante na **matéria-prima** é que esta permite ser **transformada em álcool**, de forma mais simples, econômica e eficiente possível, através de um processo denominado **fermentação alcoólica**:



# INTRODUÇÃO

Para que aconteça esta reação de biotransformação, qual é o pré-requisito indispensável na matéria-prima ?!!?



# MATÉRIAS-PRIMAS

O etanol pode ser obtido de diferentes matérias-primas que contenham **açúcares/carboidratos** ou **polímeros de açúcar**:

- Cereais
- Frutas
- Tubérculos
- Cana-de-açúcar
- Sorgo sacarino
- Gramíneas



# MATÉRIAS-PRIMAS

## Requisitos da matéria-prima para produção de etanol

- 1) Teor de açúcar/carboidratos/glicídios (alto)
- 2) Preço de produção de açúcar/carboidratos/glicídios (baixo)
- 3) Preço de transformação do açúcar/carboidrato/glicídios (baixo)
- 4) Quantidade existente de matéria-prima (grande)
- 5) Facilidade de aquisição e transporte da MP (grande)
- 6) Balanço energético (positivo)

# MATÉRIAS-PRIMAS

Relembrando:



# MATÉRIAS-PRIMAS

Essas **matérias-primas** podem ser **divididas**, quanto ao **insumo básico** que elas contêm:

- **Açúcares**: cana-de-açúcar, melação, sorgo sacarino, frutas, beterraba, tupinambur, etc.

Os açúcares são **convertidos diretamente** em etanol via fermentação.

- **Amidos**: grãos (**amiláceos**: milho, trigo, cevada, arroz, etc.) e tubérculos (**feculentos**: mandioca, batata-doce, etc.)

Esses amidos são **convertidos** em **açúcares** via **hidrólise** e esses são **posteriormente fermentados**.

# MATÉRIAS-PRIMAS

- **Lignocelulósicos**: resíduos agroflorestais, gramíneas (capim-elefante), fração orgânica do lixo urbano, florestas plantadas, etc.

A **celulose** e a **hemicelulose** precisam ser **convertidas** em **açúcares** **via hidrólise**, processo mais complicado que do amido.

Após a hidrólise, o **caldo** precisa ser **destoxificado** para depois ser **fermentado**.

# MATÉRIAS-PRIMAS

As matérias-primas mais utilizadas comercialmente são:

- **Açúcares:** cana-de-açúcar, melação e beterraba.
- **Amido:** milho e trigo.



Dominam a produção de etanol no mundo (95%)

# MATÉRIAS-PRIMAS

Características importantes na **avaliação de alternativas**:

- Produtividade;
- Balanço energético total (campo e fábrica);
- Custo de produção;
- Requisitos de qualidade de solo e clima;
- Adequação à agricultura familiar;
- Resíduos como valor energético;
- Sazonalidade;
- Usos alternativos;
- Nível de difusão da cultura e nível tecnológico;
- Impactos ambientais.

## Cana-de-açúcar

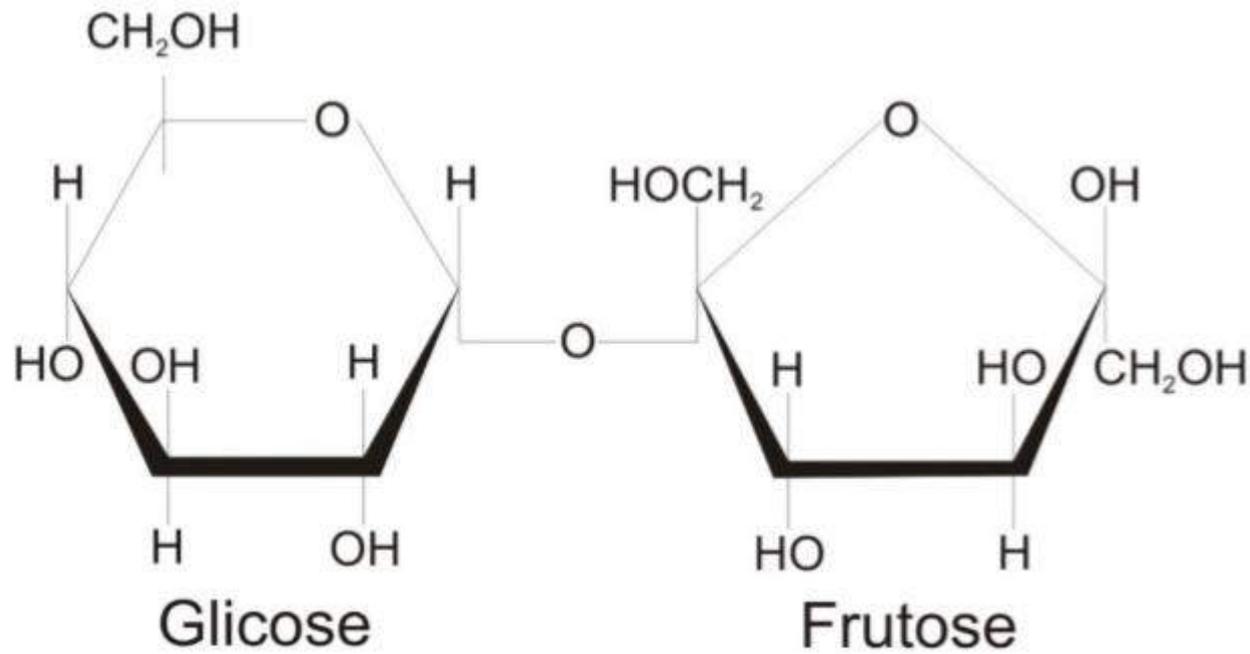
**Mais importante** matéria-prima para a produção de etanol:

- Extensão de seu cultivo no mundo ( mais de 100 países)
- Altas produtividades
- Balanço energético positivo (9:1)
- Baixo custo de produção



## Cana-de-açúcar

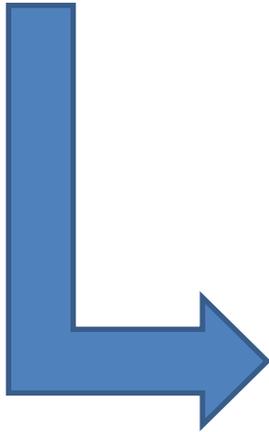
A **sacarose** é um açúcar que possui uma estrutura composta de **glicose** e **frutose** através de uma ligação glicosídica, formando um **dissacarídeo**.



Estrutura da sacarose

## Cana-de-açúcar

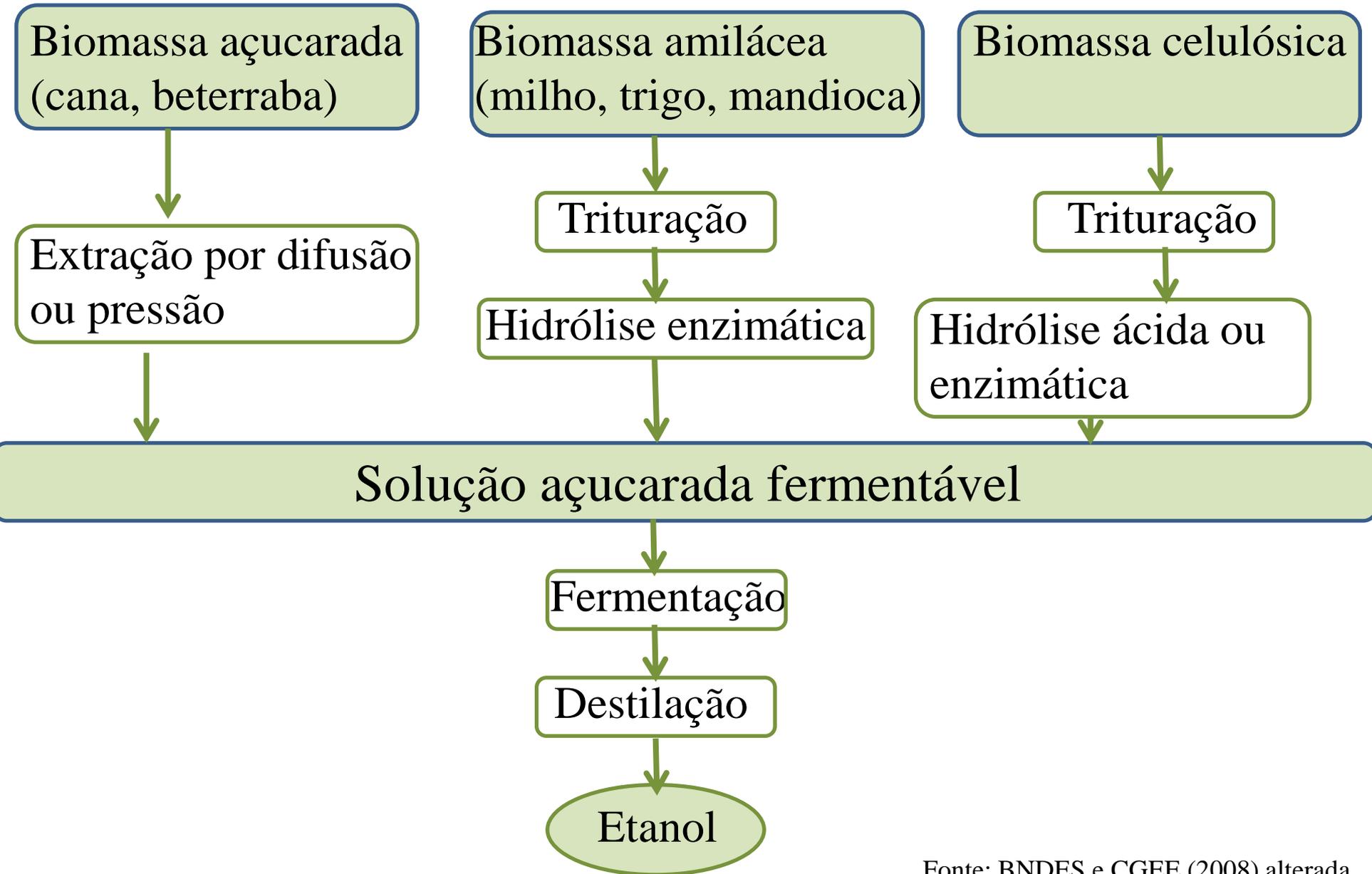
A produção de etanol por base de açúcar, como com a cana-de-açúcar, é mais simples do que com a produção por meio de materiais amiláceos (trigo, milho e celulósica).



Necessidade da transformação da matéria-prima em açúcares simples por ação enzimática.

# MATÉRIAS-PRIMAS

Diferentes rotas tecnológicas para a produção do etanol.



## Cana-de-açúcar

Diversos **estados brasileiros** não produzem etanol e/ou não produzem quantidades suficientes para suprir a demanda interna, dependendo da **importação de outros estados**.

→ **RS** produz apenas 2% do etanol que consome

A **cana-de-açúcar** é vista como uma cultura capaz de **suprir parte dessa demanda**.

A cana-de-açúcar apresenta **exigências edafoclimáticas** que **restringem** seu cultivo em **diversas regiões** do país.

## Milho

O milho é hoje a matéria-prima mais utilizada na produção do etanol (**EUA**).

O milho produz mais etanol por peso em comparação a cana-de-açúcar.

Cana-de-açúcar: 1 t = 85 a 90 litros de álcool

Milho: 1 t = mais de 400 litros de álcool

# MATÉRIAS-PRIMAS

**Milho:** é mais vantagem produzir etanol do milho???



**NÃO!!!!**

→ A vantagem da cana deve-se ao custo e à facilidade em quebrar suas moléculas de açúcar.

Fermentação do açúcar da cana: 10 a 12 horas

Fermentação do açúcar do milho: 38 a 45 horas

## **Atualidade: A produção de etanol de milho não para de crescer no Brasil**

- Safra 2015/2016: 141,05 milhões de litros de etanol
- Safra 2019/2020: 1,6 bilhão de litros de etanol

Safra 2019/2020 obteve resultados recordes.

Representou 4,5% da produção brasileira total de etanol (35,6 bilhões de litros)

Aumento de 100% em relação a safra 2018/2019

# MATÉRIAS-PRIMAS

**Atualidade: A produção de etanol de milho não para de crescer no Brasil**

O biocombustível é uma das saídas brasileiras diante dos **excedentes do grão** e dos **preços baixos pagos** no mercado.

Para as usinas de etanol, ele é a solução para **diminuir o tempo de ociosidade** dos **parques fabris** no período da entressafra.

→ Reduzir o preço do etanol na entressafra



**Atualidade: A produção de etanol de milho não para de crescer no Brasil**

2012: primeira usina

2019: 12 usinas no Brasil (MT e GO)

2017: surgimento de usinas exclusivas para o milho

2020: total de usinas igual a 15

# MATÉRIAS-PRIMAS

**Beterraba açucareira ou beterraba branca** (*Beta vulgaris*)

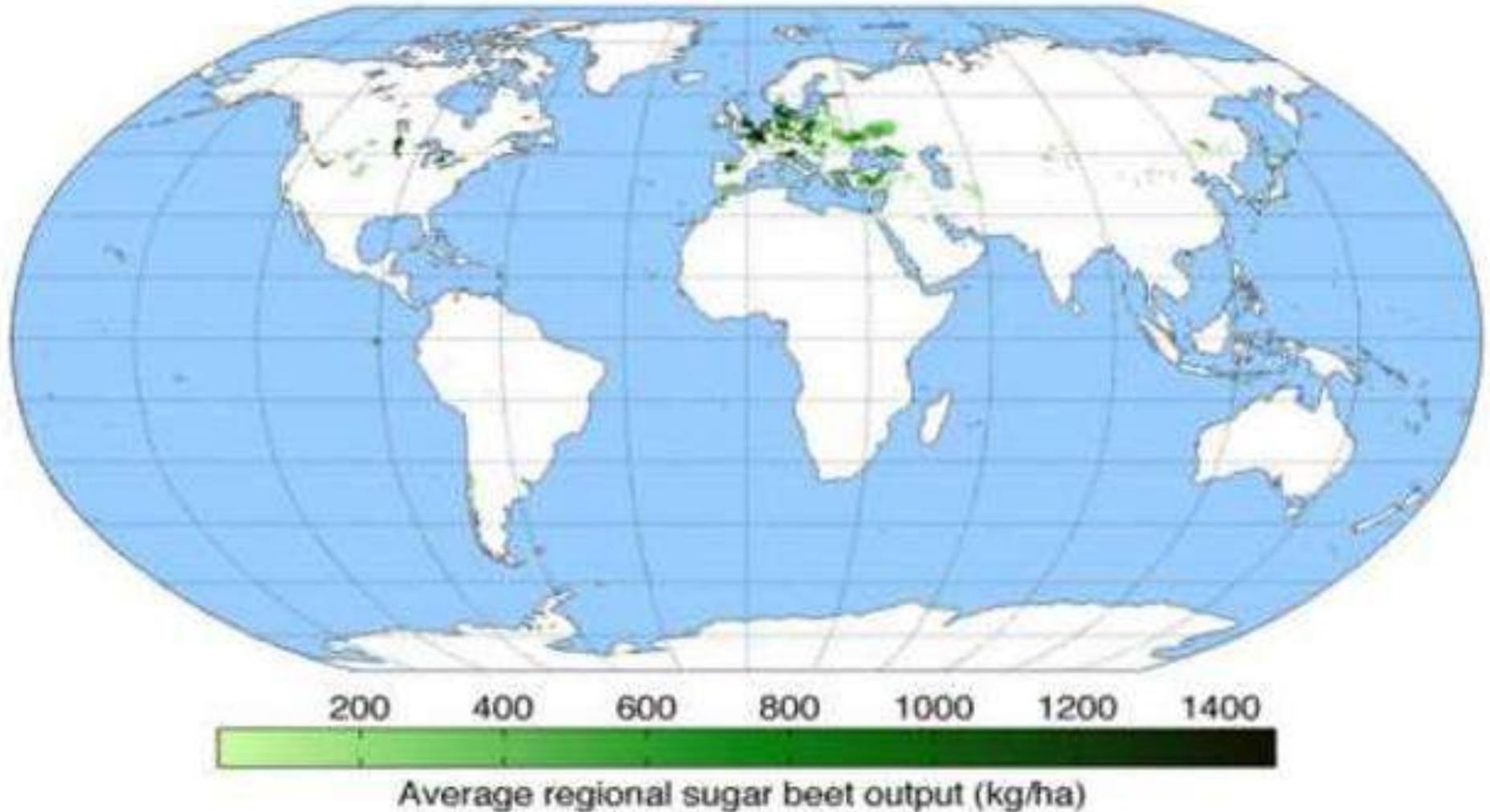
É cultivada principalmente em países de clima temperado para a produção de açúcar e etanol.

Na Europa é uma das principais matérias primas para produção de biocombustível (Norte da França).

No Brasil, foi introduzida em pesquisas no sul do país como uma opção às usinas de etanol para implementar no período de entressafra da cana-de-açúcar.

# MATÉRIAS-PRIMAS

Europa: clima propício para o cultivo da beterraba.



Distribuição mundial da produção de beterraba sacarina. (SALEM NEWS, 2010)

# MATÉRIAS-PRIMAS



Beterraba branca e vermelha

A beterraba branca é a **mesma espécie** da beterraba vermelha, conhecida no Brasil. A **diferença** entre as plantas é resultado de um **lento processo de seleção**.

Ao longo do tempo, as **variedades de mesa** ficaram mais vistosas e com paladar mais agradável.

As **variedades açucareiras** se tornaram mais claras e doces.

# MATÉRIAS-PRIMAS



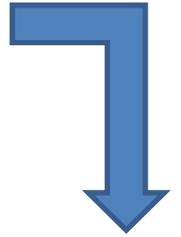
A beterraba branca é **branca** por dentro e ao cortar é possível ver alguns **anéis**, sendo o local que fica **armazenado o açúcar**.

É uma planta de **crescimento rápido** e bem adaptada ao clima **temperado**.

# MATÉRIAS-PRIMAS

**Beterraba açucareira ou beterraba branca (*Beta vulgaris*)**

O processo de obtenção do etanol a partir da beterraba açucareira é o mesmo que o etanol da cana-de-açúcar:



Beterraba é uma matéria-prima sacarínea ou açucarada, o etanol é produzido a partir da **sacarose**.



## **Beterraba açucareira ou beterraba branca (*Beta vulgaris*)**

Diferenças no processo são as etapas que antecedem a chegada da matéria-prima à usina.

- Preparo de solo até o transporte.
- O preparo da beterraba para que se tenha o melaço;
- Quantidade de etanol produzida por tonelada (1t = 90 a 100 litros de álcool).

# MATÉRIAS-PRIMAS



Colheitadeira de beterraba acompanhada de um caminhão que recolhe a beterraba (Coloradoguy.com, 2008).

# MATÉRIAS-PRIMAS

## **Beterraba açucareira ou beterraba branca (*Beta vulgaris*)**

Ao **chegar na usina**, a beterraba passa por um processo de **limpeza e fracionada** em fatias finas.

Essas fatias são **lavadas em água quente** em difusor para a **extração do açúcar**.

A partir de então, o processo se torna **análogo ao da cana-de-açúcar**.

→ A torta restante de processo de produção é utilizada como alimento para animais.

## Mandioca

A mandioca tem um **melhor desempenho** que a cana-de-açúcar, em relação à **produtividade por tonelada** na fabricação de etanol.

**Cana-de-açúcar:** 1 t com 140 Kg de açúcar total recuperável (ATR) produz 85 litros de etanol.

**Mandioca:** 1 t com 20% de amido produz 104 litros de álcool.



## Mandioca

Já na **produtividade**, a cana-de-açúcar apresenta-se como melhor opção:

Mandioca: 20 t ha<sup>-1</sup>

Cana-de-açúcar: 80 t ha<sup>-1</sup>

A mandioca pode ser mais uma **aliada** na produção de etanol, principalmente por seu **cultivo rudimentar e amplo**, que favorece as **pequenas propriedades**, a **agricultura familiar** e o **desenvolvimento de regiões** de solo com baixa produtividade.

## Mandioca

Mandioca: matéria-prima rica em **amido**



Na fabricação de etanol é necessário uma etapa de **conversão** do **amido** presente nas raízes em **açúcar** (glicose), para então promover a fermentação e a produção do álcool.

## Mandioca doce

Nova variedade descoberta na Amazônia e pode tornar o processo de produção de etanol mais **lucrativo**.

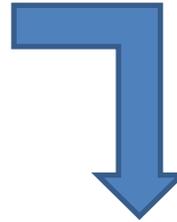
Tem grande quantidade de açúcares na raiz e menor quantidade de amido, **dispensando** a etapa de **hidrólise** do amido na produção de etanol.

Chama de **mandioca açucarada**:

Planta é moída, prensada e o caldo vai direto para a fermentação, reduzindo em torno de **30%** o consumo de energia.

## Mandioca doce

Tempo de processamento é menor:



Produção do etanol de mandioca comum leva em torno de **60** horas, o da mandioca doce dura **10** horas.

Assim, **novas pesquisas** estão sendo conduzidas objetivando introduzir essa variedade de mandioca no sistema de produção agrícola no Brasil.

## Sorgo sacarino

Porte alto, caracterizado por apresentar colmo doce como o da cana-de-açúcar.

→ Fonte de produção de etanol: Índia, China, Austrália e África do Sul.

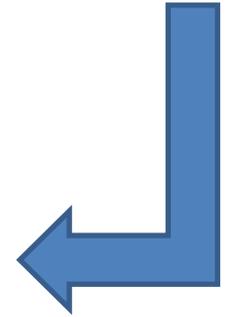
**Brasil:** regiões cultivadas pela cana-de-açúcar, o sorgo poderá ocupar as janelas da entressafra.

**Demais regiões:** sorgo poderá assumir papel de liderança como matéria-prima para produção de etanol.

## Sorgo sacarino

O **bagaço** produzido após a moagem e extração do caldo:

Cogeração de energia (bioenergia)  
Etanol de segunda geração



O sorgo sacarino se assemelha à cana-de-açúcar: armazena açúcares em colmos.

O **processo industrial** do sorgo para produção de etanol seria o **mesmo** utilizado nas usinas do país.

# MATÉRIAS-PRIMAS

**Sorgo sacarino: composição** da matéria-prima

→ Quantidade e composição de açúcares no caldo

- Sorgo: teor de **açúcares solúvel entre 15 e 21%** (próximas a cana)

**A diferença:**

A **cana** apresenta majoritariamente **sacarose** e o **sorgo** há concentração relativamente alta de **açúcares redutores** (glicose e frutose).

# MATÉRIAS-PRIMAS

## **Sorgo sacarino:** composição da matéria-prima

Essa diferença afeta o processo em duas formas:

- I) Na produção de **açúcar**, o sorgo terá um rendimento menor que o da **cana**, assim, deverá ser usada especialmente para a produção de **etanol**.
- II) Na produção de **etanol**, possivelmente haverá **maior risco de contaminação**, uma vez que as bactérias contaminantes do meio normalmente fermentam prioritariamente a **glicose**.

→ Cuidados adicionais com a contaminação do meio.

# MATÉRIAS-PRIMAS

**Sorgo sacarino:** diferença na **composição do bagaço** obtido a partir da extração do caldo.

- **Sorgo:** Teores de **lignina** abaixo de 12%
- **Cana:** Teores de **lignina** entre 20 e 22%

Relevante quando se considera a utilização do **etanol de 2<sup>o</sup> geração**.

A lignina **dificulta a conversão enzimática** em cadeias menores de açúcares, que podem ser fermentados a etanol.

Provavelmente mais susceptível à hidrólise.

## **Sorgo sacarino**

### **Vantagens**

- Alta resistência a seca;
- Adaptabilidade a solos menos férteis;
- Ciclo produtivo não definido (permite plantios em várias épocas do ano, podendo proporcionar duas safras);
- Mais tolerante a variações de temperatura.

## **Sorgo sacarino: oportunidades de melhorias para o sorgo sacarino**

- Aumentar produtividade agrícola pela **otimização do número de plantas por área**;
- Desenvolver variedades/híbridos **resistentes à broca, a herbicidas e ao tombamento**;
- Diminuir perdas na colheita;
- Desenvolver variedades/híbridos com **maior diâmetro de colmo**.

## Trigo

**França:** 35% do etanol francês usa o trigo como matéria-prima (2015).

→ Tendência é 50% do etanol vir do trigo.

→ A beterraba (corresponde a 70%) cairá para 35%.

→ O milho responderá pelos 15% restantes.

## Trigo

1 tonelada de trigo = 350 litros de etanol.

1 tonelada de milho = 400 litros de etanol.

1 tonelada de beterraba = 100 litros de etanol.

Diversificação da matéria-prima

## Materiais Celulósicos

São constituídos de celulose.

Apesar de estarem disponível em grande quantidade, por enquanto, não oferecem **condições econômicas** na produção de etanol.

Necessidade de passar por um processo complexo de **hidrólise ácida**.

Ex.: palha, madeira, resíduos agrícolas e de fábricas de papel.

# MATÉRIAS-PRIMAS

## Materiais Celulósicos

Os materiais celulósicos são compostos de lignina, hemicelulose e celulose em diferentes proporções.

**Lignina:** promover o suporte estrutural para a planta.

**Árvores** contêm **maior quantidade de lignina** do que **gramíneas**.

A **lignina** não possui açúcar, reveste as moléculas de celulose e hemicelulose, dificultando seu acesso.

## Materiais Celulósicos

As **moléculas de celulose** consistem de longas cadeias de moléculas de **glicose** ligadas entre si, assim como o amido.

As **hemicelulose** é também composta por longas cadeias de moléculas de açúcar, em **adição à glicose** (açúcar de 6 carbonos), apresenta **pentose** (açúcar de 5 carbonos).

# MATÉRIAS-PRIMAS

Produtividade para as diferentes matérias-primas.

<b>Matéria-Prima</b>	<b>Tipo de biomassa</b>	<b>Produtividade média da biomassa (t/ha)</b>	<b>Rendimento médio do etanol (l/t)</b>
Cana-de-açúcar	Açucareira	60,00 – 120,00	90,00
Milho	Amilácea	7,50 – 10,00	460,00
Beterraba	Açucareira	50,00 – 100,00	100,00

# MATÉRIAS-PRIMAS

Rendimento semelhante entre **beterraba** e **cana-de-açúcar**.

## **Desvantagem da beterraba:**

Necessidade de replântio anual por semente, enquanto que a cana-de-açúcar deve ser renovada, aproximadamente de 6 em 6 anos.

→ Custo de produção do etanol via beterraba seja mais elevado.



# MATÉRIAS-PRIMAS

Rendimento e produtividade de álcool das principais matérias-primas usadas no Brasil.

Cultura	Rendimento da lavoura (t/ha/ano)	Rendimento da industrial (L de álcool/t)	Produtividade de álcool (L/ha/ano)
Cana-de-açúcar	80	85	6800
Mandioca	15	180	2700
Milho	4,0*	420	1680
Milho	12**	420	4200

\*Produtividade média do Brasil, Agriannual –2014.

\*\* Produtividade média nos USA, USDA –2016.

\*\*\* Duas safras no ano

# MATÉRIAS-PRIMAS

Por que **cana-de-açúcar** é a matéria-prima **preferida**?

Matéria-prima  
(requisitos)

- 1) Teor de carboidratos (alto)
- 2) Custo de produção (baixo)
- 3) Custo de transformação do carboidrato (baixo)
- 4) Quantidade existente (grande)
- 5) Facilidade de aquisição e transporte (grande)
- 6) Balanço energético (positivo)

**Cana-de-açúcar**

- ✓ Alta produtividade (4,5)
- ✓ Constituição do caldo (teor de ATR) (1,2,3)
- ✓ Geração de bagaço (6)
- ✓ Condição edafo-climática favorável ao cultivo(2,4,5)
- ✓ Facilidade de cultivo e de colheita (2,4,5)
- ✓ Tradição na cultura da cana(5)



# **MATÉRIA-PRIMA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Iturama – MG



# Mistura de biodiesel ao diesel passa a ser de 13% a partir de hoje (1/3)

Publicado em 01/03/2021 18h08 | Atualizado em 01/03/2021 18h22

Compartilhe:   

## Evolução do percentual de teor de biodiesel presente no diesel fóssil no Brasil:

- 2003 - Facultativo
- Jan/2008 - 2%
- Jul/2008 - 3%
- Jul/2009 - 4%
- Jan/2010 - 5%
- Ago/2014 - 6%
- Nov/2014 - 7%
- Mar/2017 - 8%
- Mar/2018 - 10%
- Mar/2019 - 11%
- Mar/2020 - 12%
- Mar/2021 - 13%

Política

# Governo reduz percentual do biodiesel misturado ao óleo diesel

*Medida foi tomada após aumento internacional do custo do óleo de soja*



*Publicado em 13/04/2021 - 21:44 Por Pedro Rafael Vilela - Repórter da Agência Brasil - Brasília*

Segundo o próprio governo, a medida é uma resposta à valorização do custo do óleo de soja nos mercados brasileiro e internacional, combinada com a desvalorização cambial da moeda brasileira frente ao dólar, que tem impulsionado as exportações de soja e, por isso, encarecido o valor do biodiesel produzido nacionalmente.

# Introdução

<https://www.canalbioenergia.com.br/>

## **Brasil: 2º maior produtor de biodiesel**

- 70% da produção proveniente do óleo de soja
- 20% da produção proveniente de gorduras animais
- 10% da produção proveniente de outras fontes

Os percentuais de adição do biodiesel colocam o Brasil em **destaque no mercado internacional** do produto.

**Brasil + EUA:** ultrapassam os tradicionais produtores europeus (os primeiros a utilizarem o biocombustível em larga escala).

# Introdução

- O Brasil abre espaço para a **redução das importações** de óleo diesel;
- Favorece a agricultura familiar;
- Favorece o agronegócio

Incentivos à produção

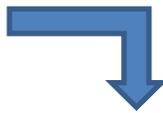
# Introdução

<https://g1.globo.com/>

**COP-25:** Hora da Ação (*Time for Action*)

Acelerar o combate às mudanças climáticas

O **biodiesel fez parte da proposta do Brasil** para a redução de GEEs desde 2015:

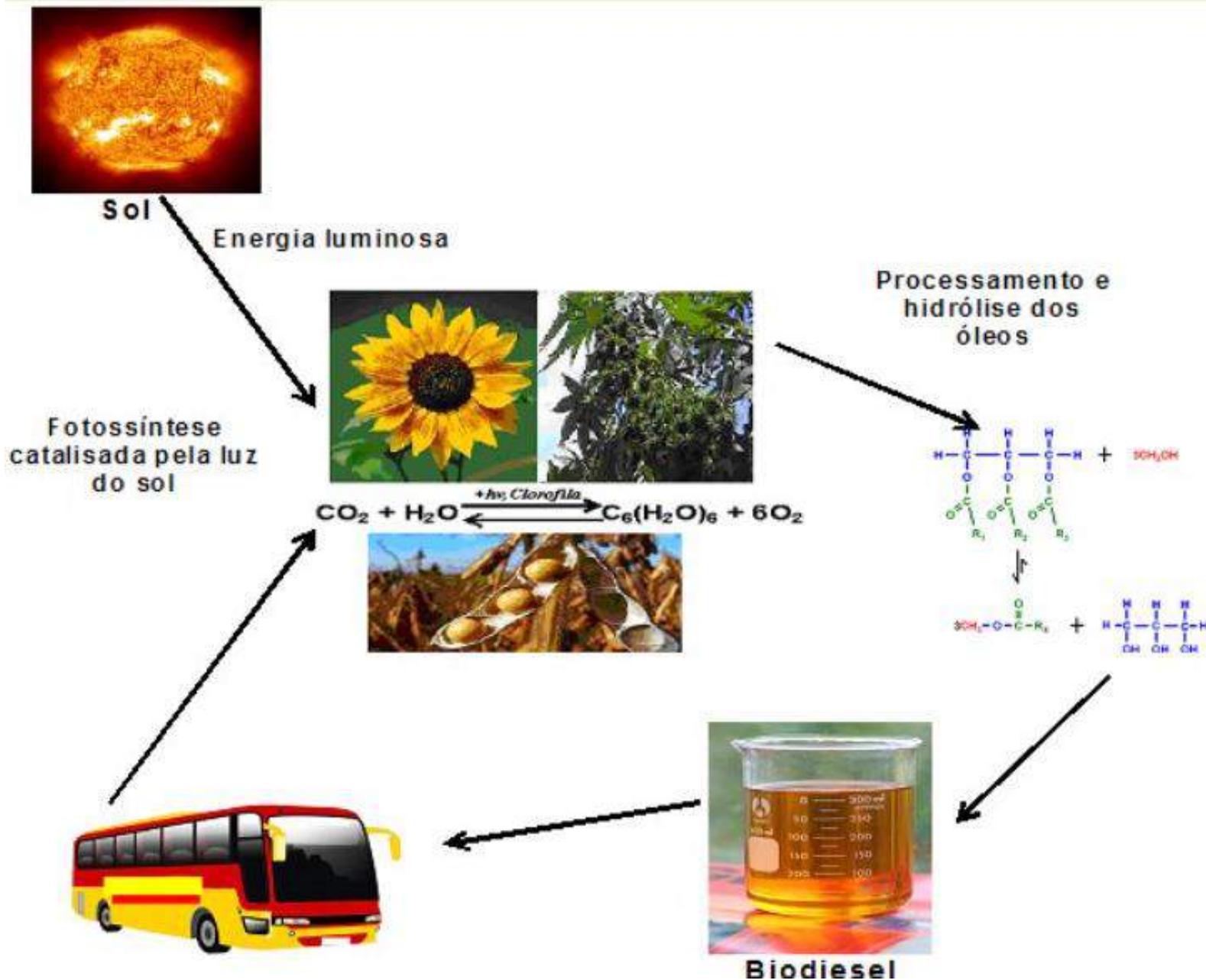


Diminuir a utilização de combustíveis fósseis;  
Melhorar a eficiência da nossa matriz energética;  
Melhorar a qualidade do ar.

O biodiesel é feito a partir de gorduras e óleos de origem vegetal ou animal (sebo).

→ **Reduz 70% de emissão de GEEs** em comparação ao diesel fóssil.

# Introdução



## Alternativas



### 1º Alternativa

“Aumento da produção de biodiesel a partir das matérias-primas já utilizadas”

### 2º Alternativa

“Estudar e adotar novas materias-primas para produção de biodiesel”

# 1º Alternativa

## Fontes atualmente utilizadas

1º - Soja - entre 70 e 85%



2º - Gordura animal - entre 10 e 25%



3º - Caroço de algodão – em torno de 4%



# 1º Alternativa

Fontes atualmente utilizadas:

## ➤ Soja

### Vantagens

- Cultura mecanizada
- Ciclo curto
- Fácil produção
- Alto teor de óleo (19%)
- Aproveitamento do farelo
- Subproduto – Lecitina - agente emulsificante – salsichas, maioneses e achocolatados.



### Desvantagens

- Compete com a produção de alimentos (??)

# 1º Alternativa

Fontes atualmente utilizadas:

Soja

Teor de óleo – 19%

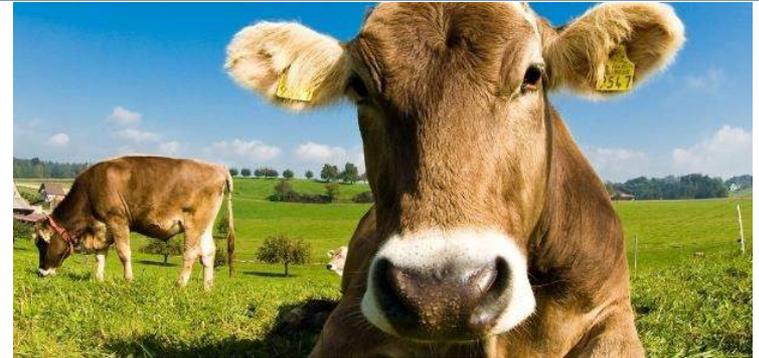
Produtividade média de grãos (safra 2020/2021) – 3.517 kg ha<sup>-1</sup>

Produtividade média de óleo – 420 kg ha<sup>-1</sup>



# 1º Alternativa

Fontes atualmente utilizadas:



## Gordura animal

Principalmente **sebo bovino**

- Um animal com 500 kg – 17 kg de óleo

## Outras fontes de gordura animal:

- **Gordura suína** – 1 kg de banha – 750 ml de biodiesel
- **Gordura de frango** – abate de 250 mil frangos/dia – 20 mil litros de óleo
- **Óleo de peixe** – 1 kg de tilápia – 0,105 kg de óleo

# 1º Alternativa

Fontes atualmente utilizadas:

## ➤ Gordura animal

### Vantagens

- Maior rentabilidade da atividade
- Destino para o resíduo
- Menor contaminação

### Desvantagens

- O óleo após ser filtrado tem aplicação para outros fins industriais – **maior valor**
- Solidificado em temperatura ambiente
- Formação de sabões ao invés de biodiesel (3% de ácidos graxos são toleráveis)

# 1º Alternativa

Fontes atualmente utilizadas:

## ➤ **Caroço de algodão**

### Vantagens

- Subproduto da extração do óleo: alimentação animal
- Teor de óleo: 14 – 25%
- Maior rentabilidade

### Desvantagens

- O óleo pode ser utilizado alimentação humana – maior valor

# 1º Alternativa

Fonte: CONAB

30/07/2021

<https://www.biodieselbr.com/>

Fontes atualmente utilizadas:

## Caroço de algodão

Teor de óleo médio por caroço – 16% e 26%

Produtividade média de caroço (safra 2020/2021) – 2.342 kg ha<sup>-1</sup>

Produtividade média de óleo – 411 kg ha<sup>-1</sup>



# 1º Alternativa

Fontes atualmente utilizadas:  
Caroço de algodão – Lubbock - TX



## 2º Alternativa

“Estudar e adotar novas matérias-primas para produção de biodiesel”



# 1. Dendê

*Elaeis Guineensis* L.

Condições ideais de cultivo – PA, AM, AP e BA

Pará – maior produtor – 80% da área

Produtividade – 10 a 12 x maior que a soja

### **Subproduto:**

- Cachos vazios – rico em potássio
- Torta – 15% de proteína
- Casca – alto poder calorífico



Deve ser processado rapidamente – deterioração do óleo

# 1. Dendê

## Entraves:

- Falta de linhas de crédito
- Alto custo de mão-de-obra (colheita manual)



# 1. Dendê

Teor de óleo – 22%

Produtividade de óleo:

- 5000 kg ha<sup>-1</sup> (Embrapa)
- 3700 kg ha<sup>-1</sup> (Lima et al., 2002)



## 2º Alternativa

### 1. Dendê

Fazenda da Agropalma – maior produtora de óleo de dendê da América Latina.



## 2º Alternativa

### 1. Dendê

Fazenda da Agropalma – maior produtora de óleo de dendê da América Latina



## 2º Alternativa

### 1. Dendê

Fazenda da Agropalma – maior produtora de óleo de dendê da América Latina



# 2. Coco

*Cocos nucifera*

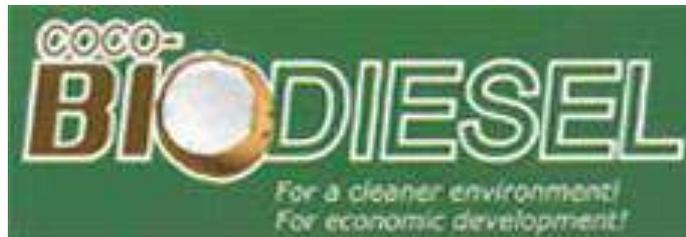
Duas variedades cultivadas no Brasil:

- Coqueiro-gigante – inicio da produção - 3 a 4 anos
- Coqueiro-anão – inicio da produção – 5 a 7 anos

Maior produtor – continente asiático – Indonésia, Filipinas e Chile

No Brasil – **Bahia** – maior produtor (coqueiro-gigante)

**Sudeste** – coqueiro-anão



### 2. Coco

Produtividade de óleo – 1300 a 2000 kg ha<sup>-1</sup>

#### **Coco anão**

Altura – 10-12 m

Início flolesc. – 5-7 anos

150 a 200 frutos/planta/ano

20000 a 24000 fruto/ha

Polpa – 200 g/fruto

#### **Coco gigante**

Altura – 20 -30 m

Início flolesc. – 2-3 anos

80 frutos/planta/ano

8500 a 11500 frutos/ha

Polpa – 400 – 500 g/fruto



### 2. Coco



**Mirante de Gunga - AL**



### 3. Babaçu

*Orbignya speciosa*

Planta **originária** da **floresta amazônica** e **mata atlântica** do Brasil

Sustento de muitas famílias – 300 mil famílias

**Subproduto** da extração do óleo - sabão, glicerina e óleo comestível.

Muito utilizada na culinária local

Folhas – alimentação animal

Casca – Carvão de alta qualidade



### 3. Babaçu

Teor de óleo – 60 – 68%

Produtividade de frutos – 2,0 t/ha

Produtividade de óleo – 85 kg ha<sup>-1</sup>



### 3. Babaçu



### 4. Macaúba

*Acrocomia aculeata*

Polpa – usada para fazer suco, sorvete, bolos, pães e doces

Óleo da polpa – indústria de cosmético (R\$ 23,00 litro)

Folhas - confecção de redes e linhas de pescaria

Madeira – construção de casas e outras obras

Óleo – sabão, sabonete, margarina e cosméticos



### 4. Macaúba

Produtividade de óleo – de 2.000 a 5.000 kg/ha (EMBRAPA)



# 2º Alternativa



### 5. Buriti

*Mauritia flexuosa*

Apresenta dioicidia

Produz de 5 a 7 cachos por ano, cada um com 400 a 500 frutos

Os frutos amadurecem em aproximadamente 1 ano

Aplicação na culinária, artesanato, construções de casas



### 5. Buriti

Produtividade de óleo – 3000 a 3600 kg/ha



# 5. Buriti

Frutos de Buriti



# 6. Baru ou Cumbaru

*Dipteryx alata*

Natural do cerrado

Casca do fruto muito dura – substitui pedra brita em calçamentos

Casca – também pode ser usada como carvão

Teor de proteína -26%



### 6. Baru ou Cumbaru

Produtividade de grãos – 142 a 2.395 kg/ha

Média – 1.269 kg/ha

Teor de óleo - 38%

Produtividade de óleo – 482 kg/ha



### 6. Baru ou Cumbaru



# 7. Girassol

*Helianthus annuus L.*

Óleo de excelente qualidade para Biodiesel

Espécie rustica, com adaptabilidade às condições edafoclimáticas pouco favoráveis.

Não requer manejo especializado

Recomendado para regiões com safrinha, podendo ser utilizado após soja, aproveitando as últimas chuvas.

Suscetível a doenças – hospedeira de 35 m. fitopatogênicos

# 7. Girassol

Fácil extração por prensagem

Pode ser utilizado para produção de silagem

Adubação verde

Ciclagem de nutrientes

Aumento da Matéria orgânica

Alimentação humana

# 7. Girassol

Teor de óleo – 44%

Produtividade de grãos – 1570 kg/ha

Produtividade de óleo – 691 kg/ha



# 2º Alternativa



### 8. Canola

*Brassica napus* L. var. *oleífera*

Canadian Oil Low Acid – Ácido erúcido

Excelente alternativa para **inverno**.

Em rotação de culturas



Reduz a ocorrência de doenças

Óleo - 40% a 46% de óleo

Proteína – 34% a 40%

Elevada quantidade de ômega 3, Vitamina E o menor teor de **gordura saturada** entre todos os óleos.



# 8. Canola

Alta lucratividade

Fácil comercialização

RS, GO e PR – principais produtores

O Brasil compra a produção de canola do Paraguai



# 8. Canola

Produtividade de grãos - 2.300 kg ha<sup>-1</sup>

Teor de óleo – 43%

Produtividade de óleo – 989 kg/ha



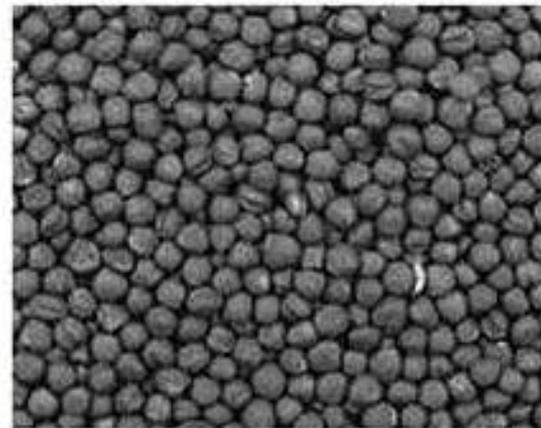
# 8. Canola



**Figura 1. Campo de canola**



**Figura 2. Flor da canola**



**Figura 3. Sementes de canola**

## 8. Canola



# 9. Mamona

*Ricinus communis* L.

Fácil cultivo, baixo custo e tolerância a deficiência hídrica (ideal para o Semiárido Nordestino)

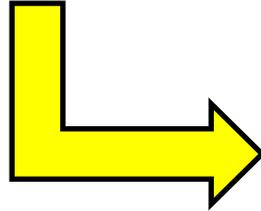
600 mil hectares aptos – Agricultura familiar

Usos do óleo de mamona:

- ✓ Lubrificante de turbinas
- ✓ Fabricação de resinas
- ✓ Tecidos
- ✓ Adesivos
- ✓ Cosméticos
- ✓ Fios
- ✓ Tubos plásticos
- ✓ Tintas – automóveis e impressoras
- ✓ Telecomunicações
- ✓ Biomedicina

# 9. Mamona

Subproduto: torta (tóxica)



- Adubo orgânico
- Controle de nematoides

No Brasil...

- Bahia: Estado maior produtor (92% da produção nacional)
- Área cultivada – 160 mil hectares
- 3º maior produtor e exportador (12% do mercado mundial)
- Principais compradores – China, EUA, Alemanha, França e Japão

<https://g1.globo.com/>

Estudos indicam que existem 3,3 milhões de hectares aptos para cultivo.

### **9. Mamona**

#### **Cultivar**

Produtividade de grãos - 495 kg ha<sup>-1</sup>

Teor de óleo – 48%

Produtividade de óleo – 238 kg/ha

#### **Cultivar híbrida**

Produtividade de grãos – 6.000 kg/ha

Teor de óleo – 50%

Produtividade de óleo – 3.000 kg/ha

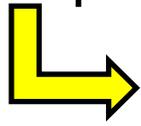
### 9. Mamona



# 10. Amendoim

*Arachis hypogaea*

Cultivado principalmente no **sudeste**



Época das águas – reforma de canavial

Época das secas – reforma de pastagens

### Utilização:

- ✓ Culinária
- ✓ Conservas de alimentos enlatados
- ✓ Produtos medicinais
- ✓ Margarina
- ✓ Sabão
- ✓ Sabonete
- ✓ Creme

Torta:

- Utilizada para alimentação animal

# 10. Amendoim

Produtividade de grãos – 3.081 kg/ha

Teor de óleo – 42%

Produtividade de óleo – 1.294 kg/ha



# 10. Amendoim



# 11. Pinhão-manso

*Jatropha Curcas* L.

Teor de óleo – 50 a 52%

### **Utilização:**

Lubrificante de motores diesel

Sabão

Tinta

### **Torta**

Fertilizante rico em N, P, K e M.O. → recuperação de solos

**Sementes** – podem ser armazenadas por um longo período sem deterioração do óleo por aumento da acidez livre.

# 11. Pinhão-manso

Produtividade de óleo – 1.200 kg/ha (EMBRAPA)



# 11. Pinhão-manso

Utilização de maturadores



# 11. Pinhão-manso



# 11. Pinhão-manso



# 12. Nabo Forrageiro

*Raphanus Sativus*

Rápido crescimento inicial

Capacidade de **reciclar nutrientes** – Principalmente N e P

Produção razoável em **solos fracos** e com problemas de **acidez**.

**Excelente para plantio direto**

Óleo ainda pouco explorado

Tolerante a seca e a geada: opção de cultivo para outono e inverno

# 12. Nabo Forrageiro

Produtividade de grãos – 475 kg/ha

Teor de óleo – 37%

Produtividade de óleo – 176 kg/ha



# 12. Nabo Forrageiro



# 13. Gergelim

*Sesamum indicum*

**Tolerância a seca:** potencial de produção no Norte e Centro-Oeste

Fácil cultivo

Em muitos países é cultivado em **consórcio** com algodão, sorgo, amendoim, milho e feijão.

Cultivado em 71 países – Índia e Myanmar são os maiores produtores.

Brasil – produtividade de 750 kg ha<sup>-1</sup>

Maioria dos cultivares apresenta **deiscência**

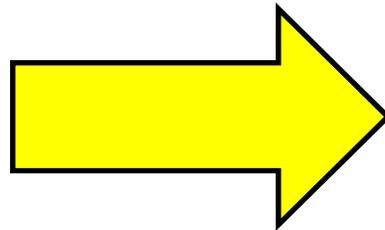
# 13. Gergelim

Rico em óleo e proteínas

Óleo rico em ác. graxos insaturados – Ac. Oleico e Ac. linoleico

Também contém:

- Sesamol
- Sesamina
- Sesamolina
- Gama tocoferol



- Elevada qualidade
- Estabilidade química

- **Torta** – rica em proteínas e baixo teor de fibras – alimentação humana e animal
- Aplicação na **indústria** farmacêutica, cosmética e óleo-química

### 13. Gergelim

Produtividade de grãos

Sequeiro – 1000 kg/ha

Irrigado – 2000kg/ha

Teor de óleo – 50%

Produtividade de óleo

Sequeiro – 500 kg/ha

Irrigado – 1000 kg/ha



# 13. Gergelim



# 14. Crambe

*Crambe Abyssinica* hochst

Ciclo curto (90 dias)

Cultura mecanizada

Alta tolerância a **seca** e ao **frio**

Óleo – alto teor de ácido erucico – aplicações em indústrias de lubrificantes, polímeros e plásticos.

Baixa incidência de pragas

Torta: alimentação animal



# 14. Crambe

Produtividade de grãos – 1.000 a 1.500 kg/ha

Teor de óleo – 36 a 38%

Produtividade de óleo – 463 kg/ha



# 14. Crambe



# 15. Cana-de-açúcar

Engenharia genética: concentrar triglicerídeos no lugar de açúcares.

Introgressão de genes

Teor de óleo – 1,5% (Poderá atingir 20%)

Aumento da eficiência fotossintética em 30%



# 16. Borra de café

1 kg de bora de café – 12 ml de biodiesel

