



# Universidade de São Paulo – USP

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq

Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

## LAN 0300 – Açúcar, Fermentações e Bebidas

Importância da agroindústria sucroenergética.  
Importância da indústria açucareira.



Prof. Antonio Sampaio Baptista



# CANA-DE-AÇÚCAR: INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA

1. Introdução
2. Setor sucroenergético
3. A origem da cana e o histórico no Brasil
4. A importância econômica
5. Produção de açúcar e o mercado
6. Considerações finais





# CANA-DE-AÇÚCAR: INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA

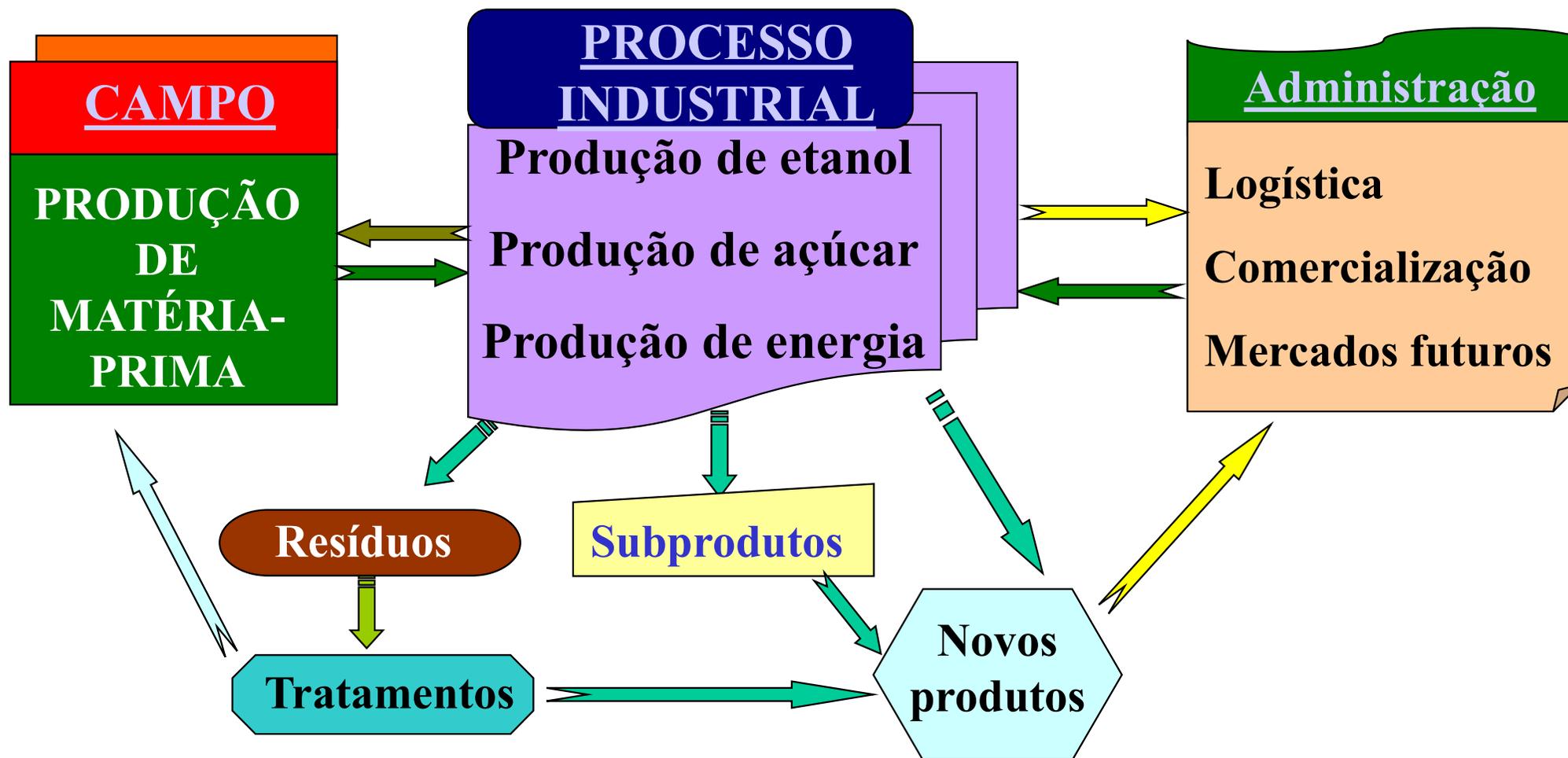


Figura 1 -Organograma simplificado da cadeia sucroenergética



## 2 Considerações gerais



- Origem da cana
- Quando a cana chegou ao Brasil: Martim Afonso de Souza - 1532.
- Produção exclusiva de açúcar e rapadura: 1532 - 1920
- Cana para a produção de álcool combustível: 1923
- Criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA): década de 30 do século passado



## 2 Considerações gerais



- Crise do petróleo - 1975: origem do Proalcool - Programa Nacional do Álcool
- Desenvolvimento do motor a álcool - 1979.
- Início das vendas de carros Flex-fuel no Brasil: 2003
- Venda de carro Total flex em DEZ/2021: 94,92%
- - Rede de distribuição de combustível alternativo: + de 42600 postos de distribuição em todo o Brasil;
- Desenvolvimento em biotecnologia: novas variedades de cana-de-açúcar;
- Matriz energética mais renovável do mundo.



## 2 Considerações gerais



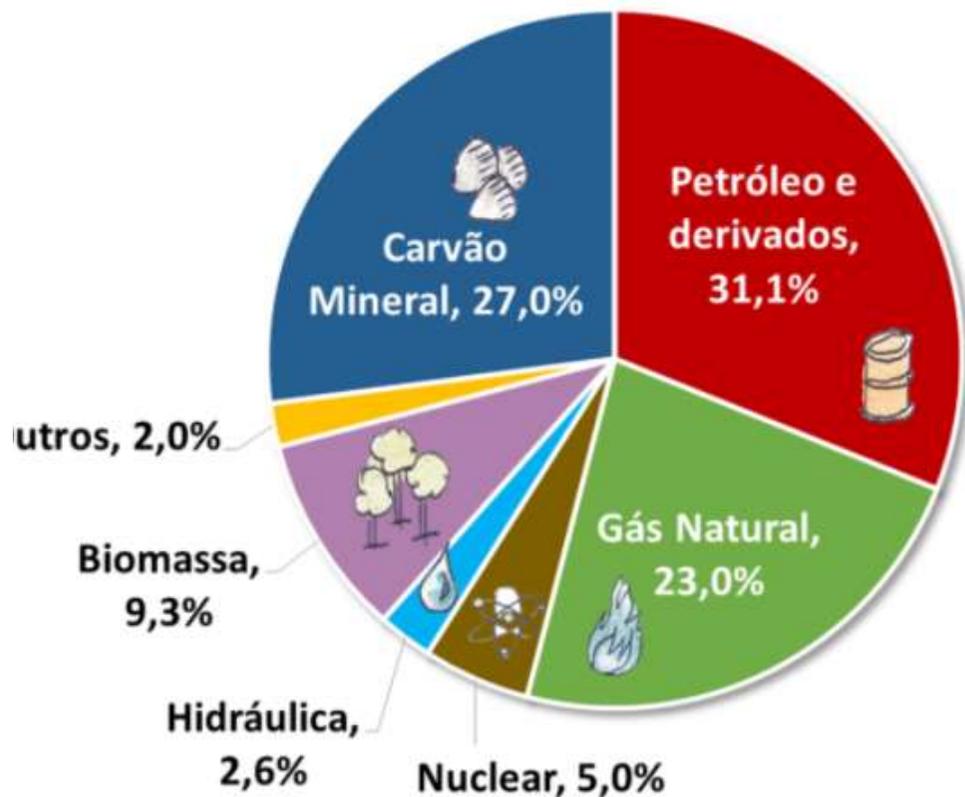
- Produção atual de açúcar: 33,5 milhões t, sendo 8,4 milhões de t destinadas ao mercado interno e 25,1 milhões t para exportação).
- Produção atual de etanol (2022/23): 28,25 bilhões de litros. Etanol anidro (12,031 bilhões de litros) e etanol hidratado (16,219 bilhões de litros).
- ✓ Brasil: em torno de 1,0 milhão de empregos diretos e indiretos.

## 2 - Panorama geral

# Matriz energética –Mundo e Brasil

### Matriz energética Mundial

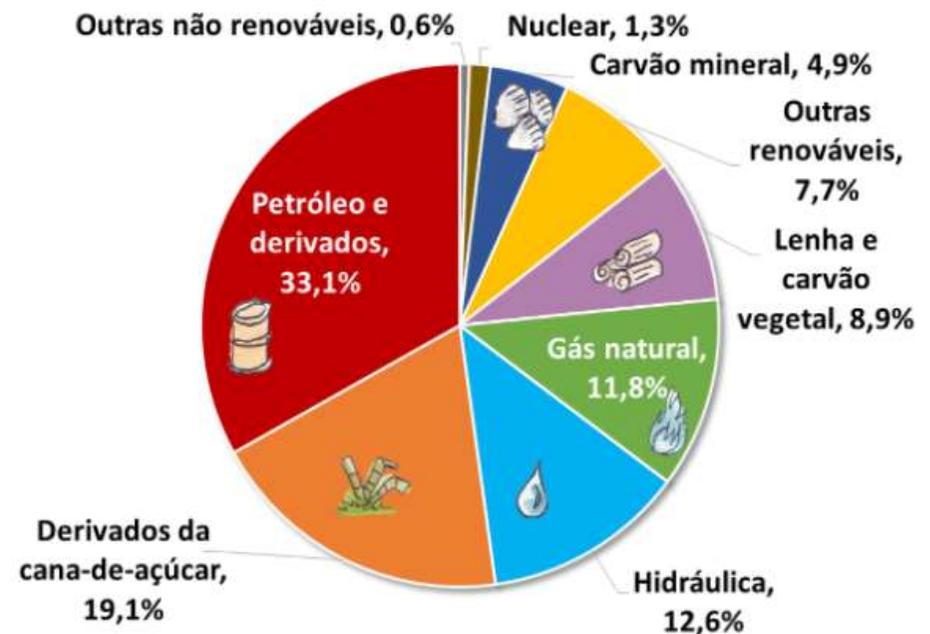
11,9% - Fontes renováveis



Matriz Energética Mundial 2019 (IEA, 2021)

### Matriz energética do Brasil

48,3% - Fontes renováveis

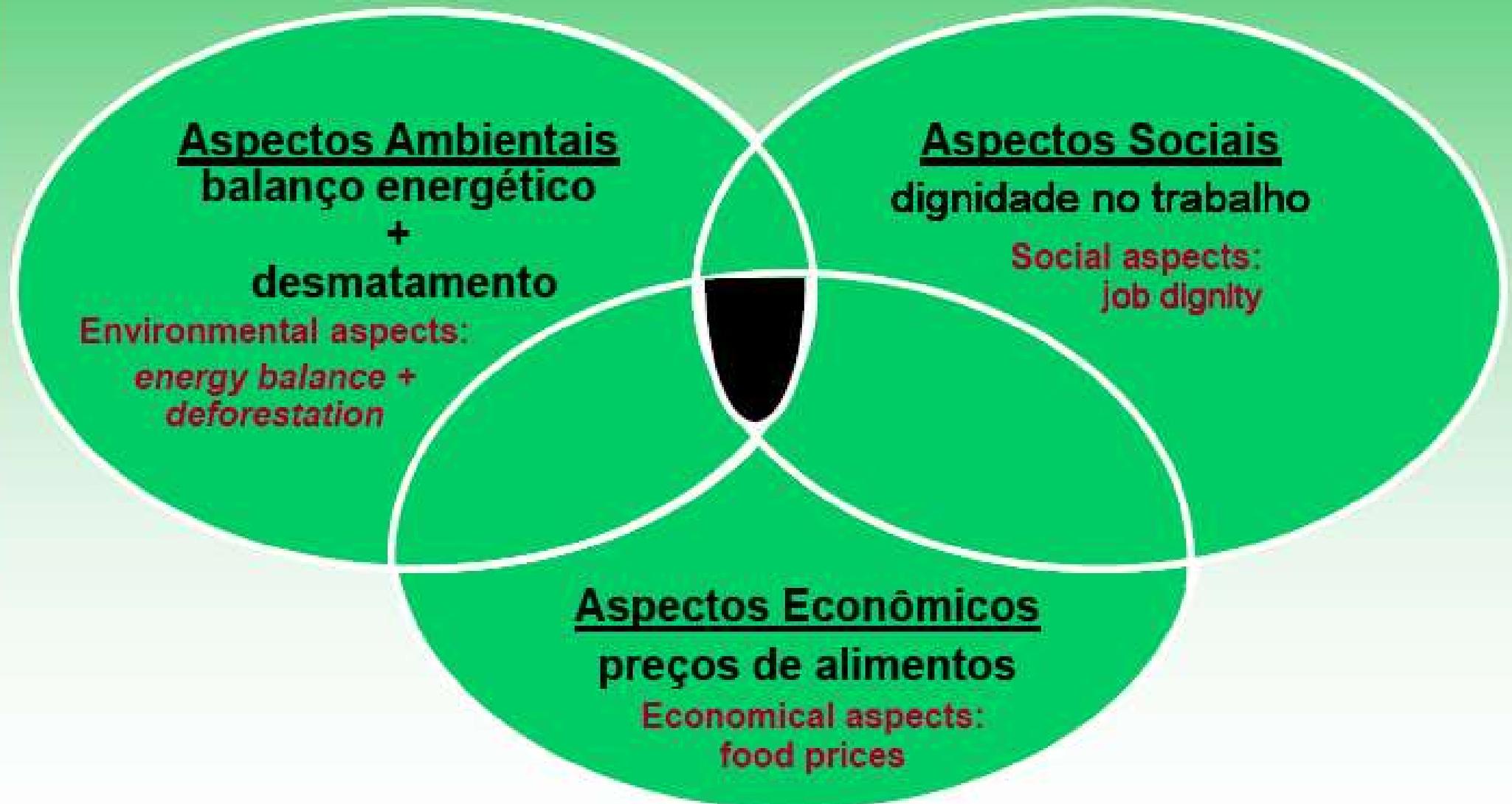


Matriz Energética Brasileira 2020 (BEN, 2021)

**A cana-de-açúcar passou a ser a 2ª principal fonte de energia em 2015.**

# Desafios atuais da SUSTENTABILIDADE

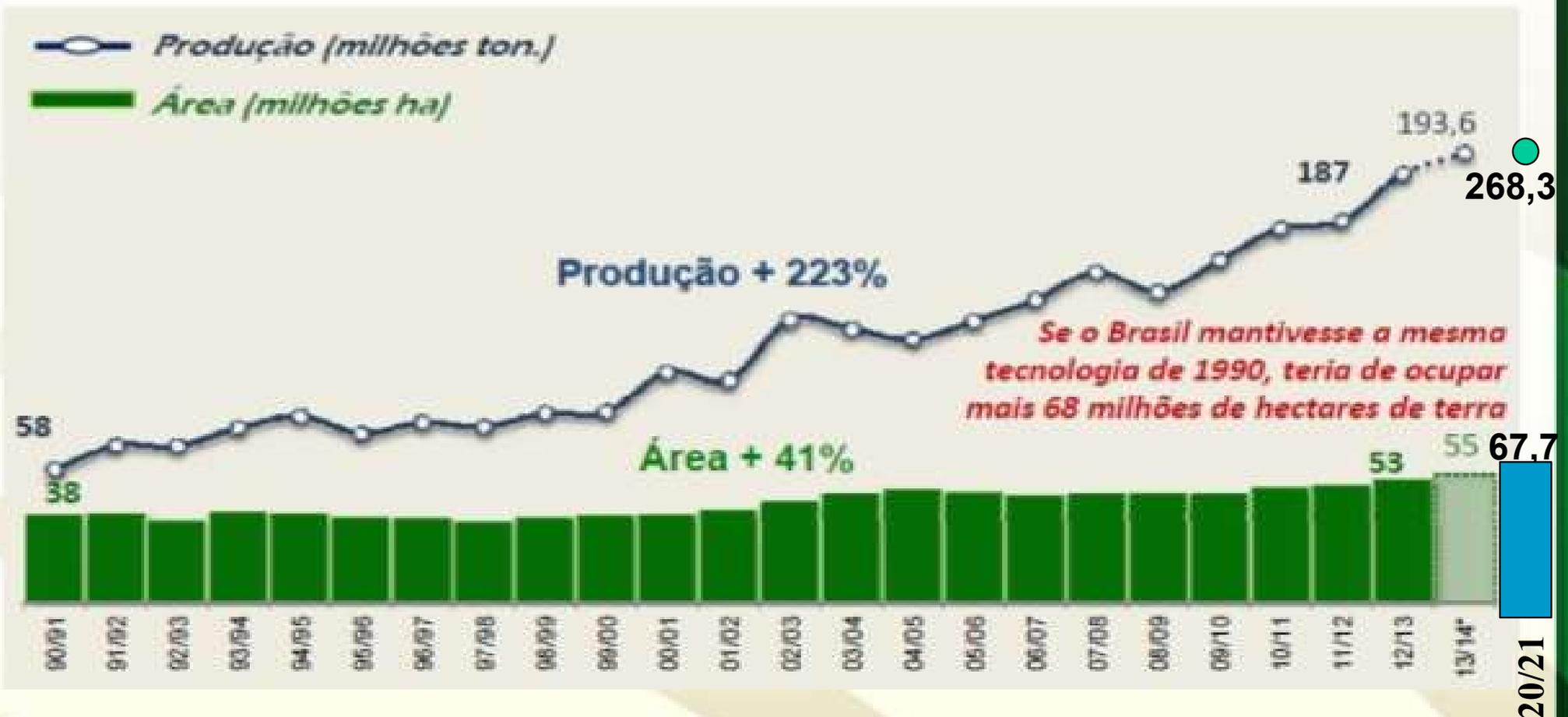
## SUSTAINABILITY'S CURRENT CHALLENGES



# SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

## SOCIAL SUSTAINABILITY

### BRASIL: PRODUÇÃO E ÁREA DE GRÃOS



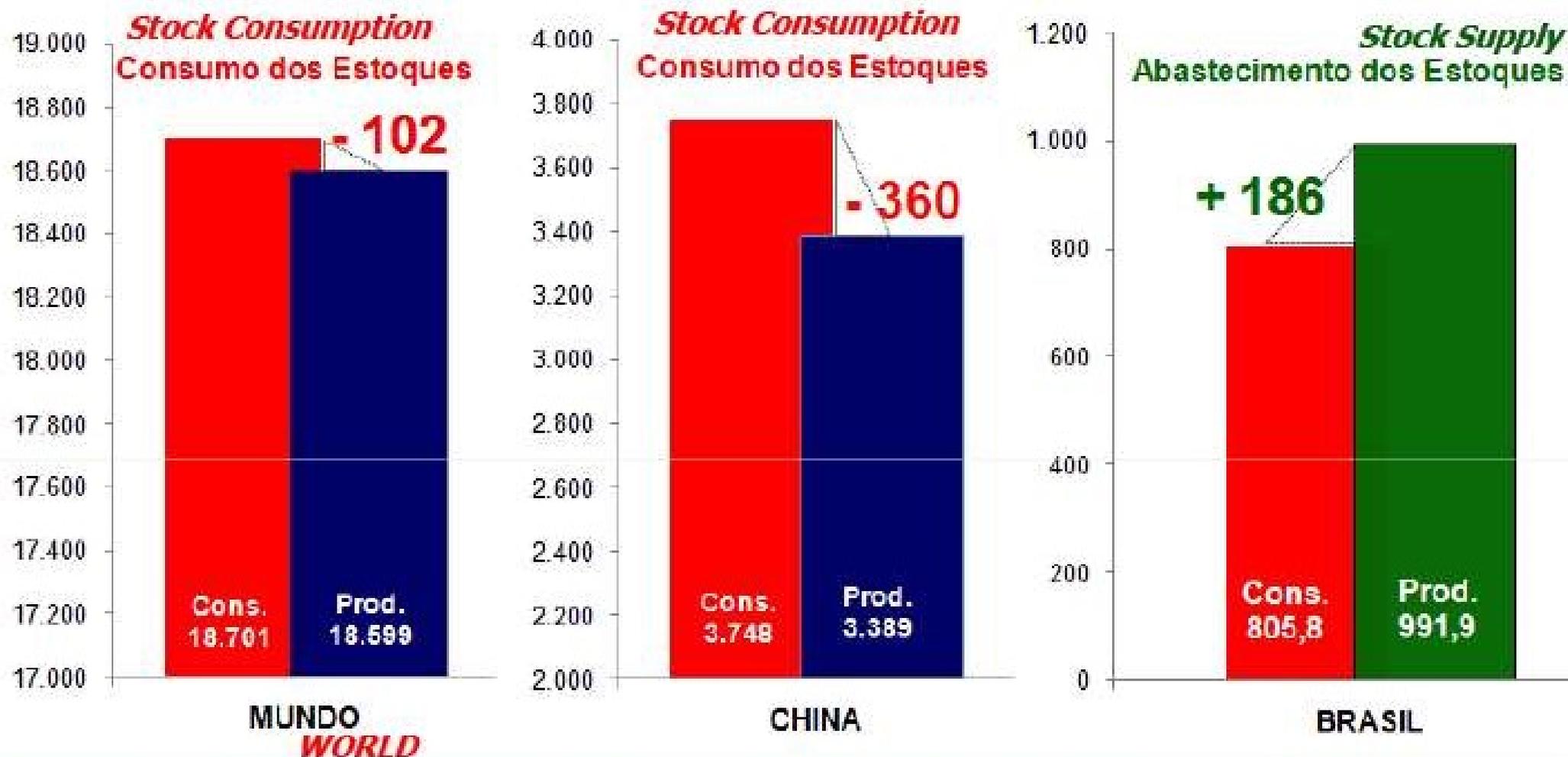
Fonte: Rodrigues, 2014 e Conab, 2021.

# Produção com sustentabilidade

Divisão Territorial - milhões de ha		% área total	% área agricultável
Área Total	851	100%	---
Área Agricultável	340	40%	100%
Área de lavouras (anual/perene)	72,0	8,5%	21,2%
Soja	21,3	2,5%	6,3%
Milho	14,6	1,7%	4,3%
Cana	7,6	0,9%	2,2%
Cana para etanol	3,7	0,4%	1,1%
Café	2,1	0,2%	0,6%
Laranja	0,9	0,1%	0,3%
Área de pastagens	172	20,2%	50,6%
<b>ÁREA DISPONÍVEL</b>	<b>96</b>	<b>11,3%</b>	<b>28,2%</b>

# Produção x Consumo Mundial de Grãos: total do período 2000/01 a 2008/09

World Grain Production x Consumption: total from 2000/01 to 2008/09



***O Brasil produz excedentes para abastecer os estoques mundiais***

*(em milhões de toneladas)*

***Brazil produces surplus to supply world stocks (in million tons)***

Elaboração: GV Agro

Fonte: USDA - Nota: \* soja, milho, trigo, cevada, aveia e arroz / Roberto Rodrigues

# A produção de etanol de cana-de-açúcar não causa desmatamento

Sugarcane ethanol production does not cause deforestation

2

*Condições climáticas inadequadas ao cultivo da cana e ausência de logística para escoamento da produção*

Climatic conditions that are inadequate for the culture of sugarcane and lack of logistics for product flow make the amazonic region unsuitable for ethanol production.

2.500 Km

The expansion of the sector will continue in the center-south region of Brazil, specially in degraded or low-productive pasture areas.

Amazon Rain Forest

2.000 Km

Sugarcane

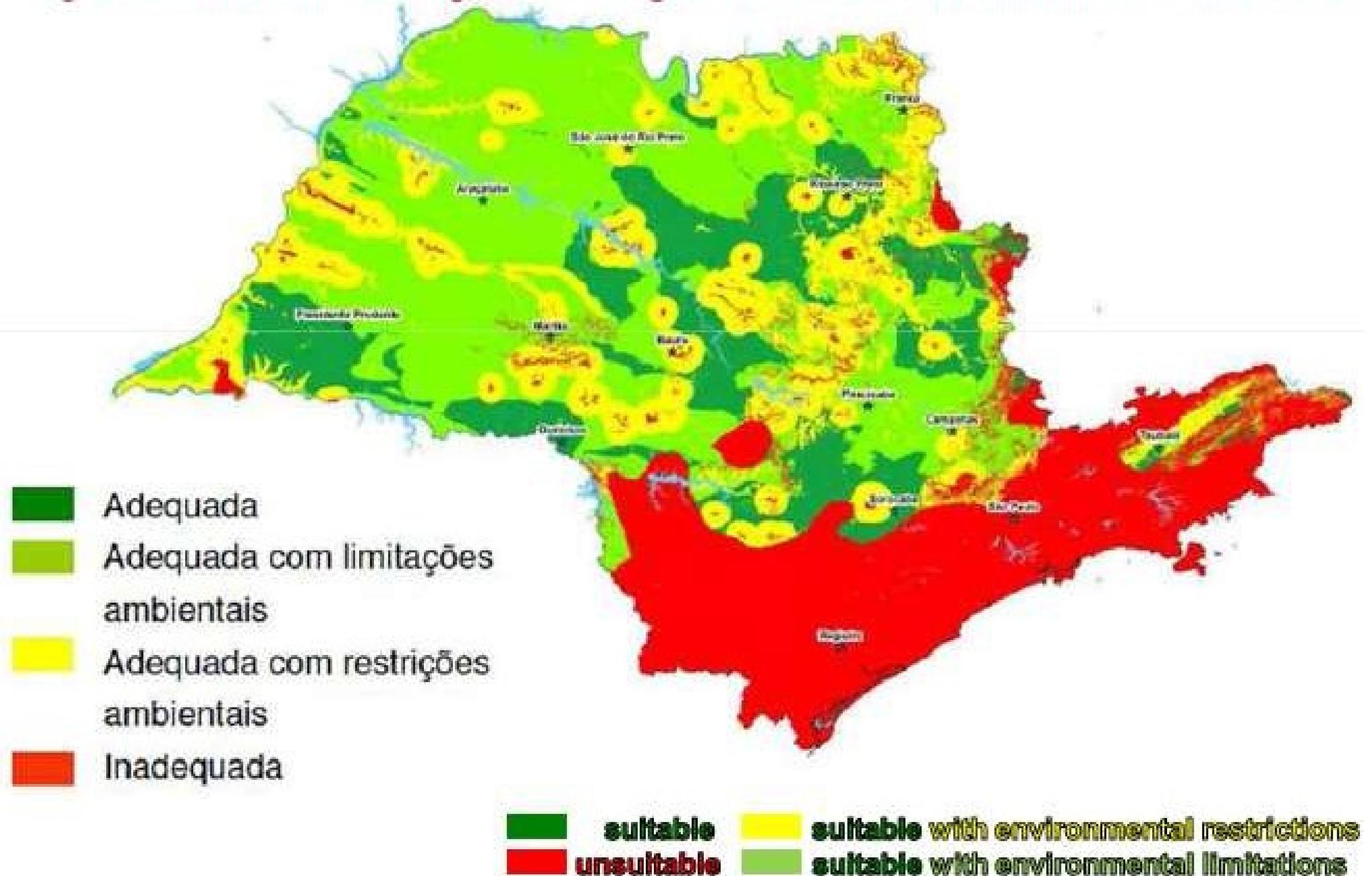
1

*87% da produção de cana-de-açúcar*

87% of sugarcane production.

# Zonamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo

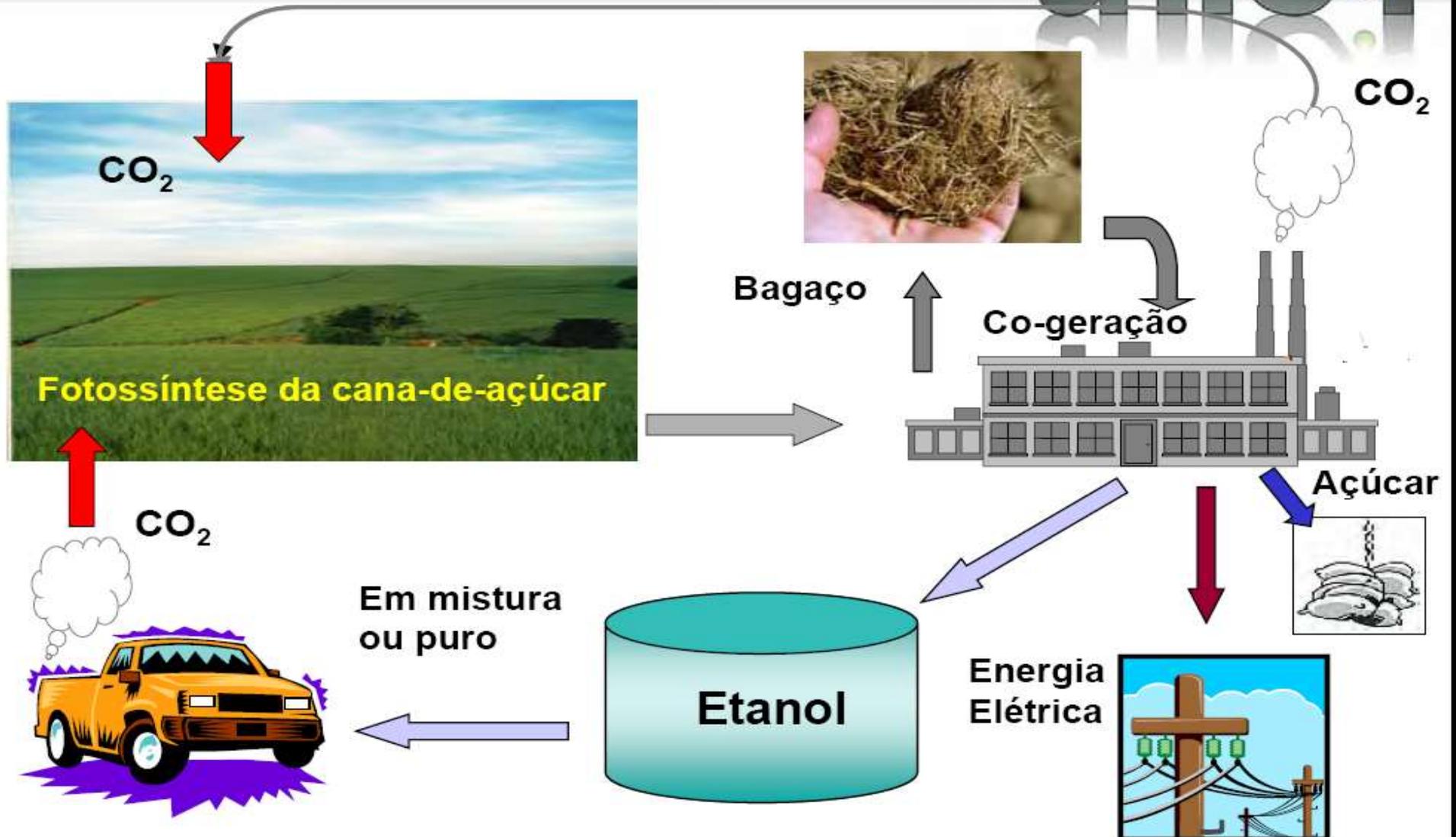
Agro-environmental zoning for the sugar-alcohol sector in the state of São Paulo



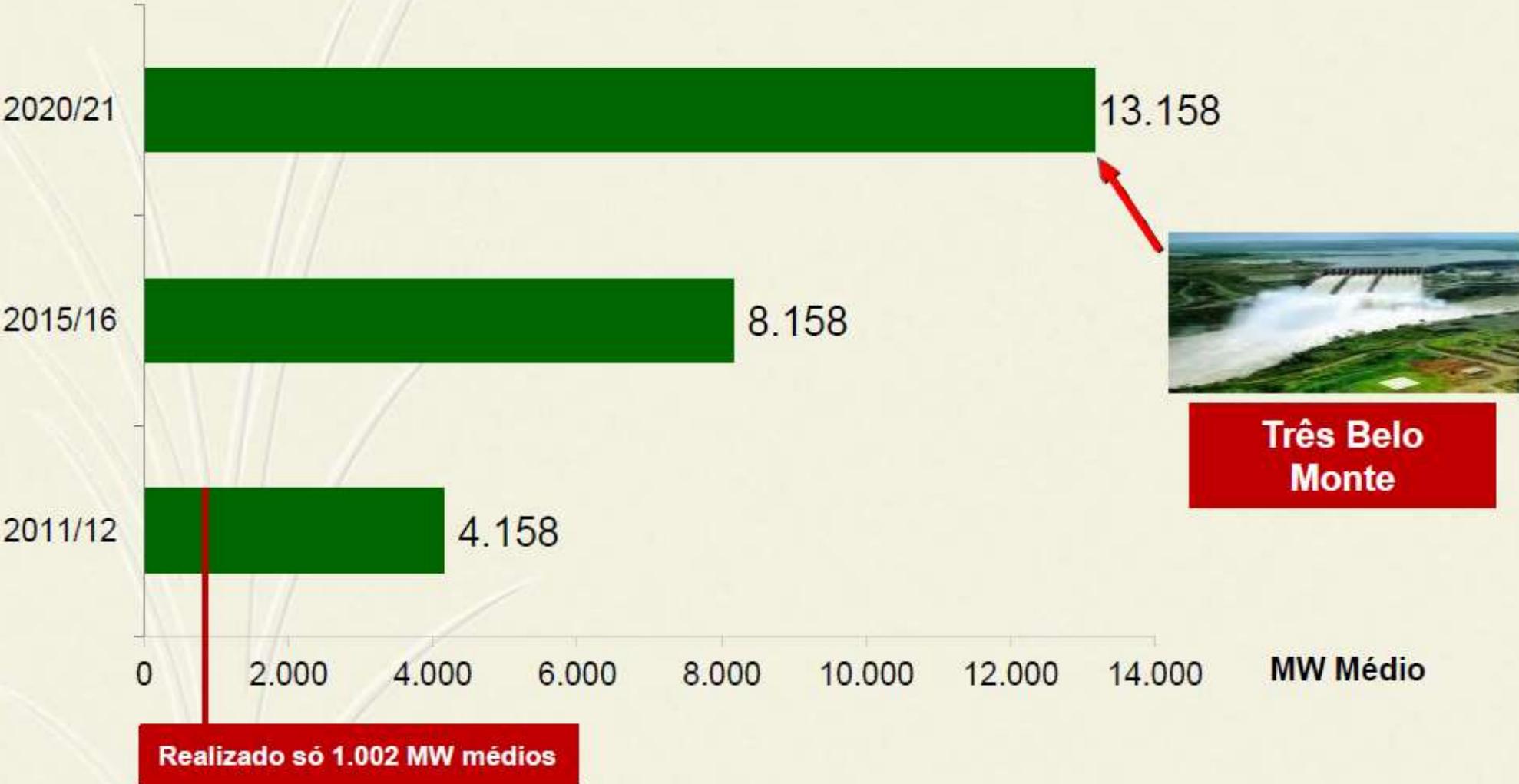
# Cana: uma máquina de absorver Carbono

## CICLO DE CARBONO DA CANA

UNICA



# BIOELETRICIDADE: POTENCIAL PARA VENDA DE EXCEDENTES



Notas: 1 t de cana produz 250 kg de bagaço e 204 de palha e pontas, 1 t de cana (bagaço + palha) gera 199,9 KWH para exportação, Poder Calorífico Inferior (PCI) da palha = 1,7 PCI do bagaço, Fator de capacidade = 0,5 (Koblitz), utilizando caldeira de 65 bar. Considera-se, em 2008/09, a utilização de 75% do bagaço disponível e 5% da palha disponível e, a partir de 2015/16, a utilização de 75% do bagaço disponível e 70% da palha disponível. Até 2010 foi considerada a energia comercializada nos Leilões de Energia no Ambiente de Contratação Regulado, em 2011 foi considerado um incremento de 1600 MW, e a partir de 2012 incremento de 2000 MW por ano. Fonte: UNICA, Cogen, Koblitz (2009).

## 2 Distribuição da cana-de-açúcar no mundo

**Tabela 2 - Principais países produtores de cana-de-açúcar**

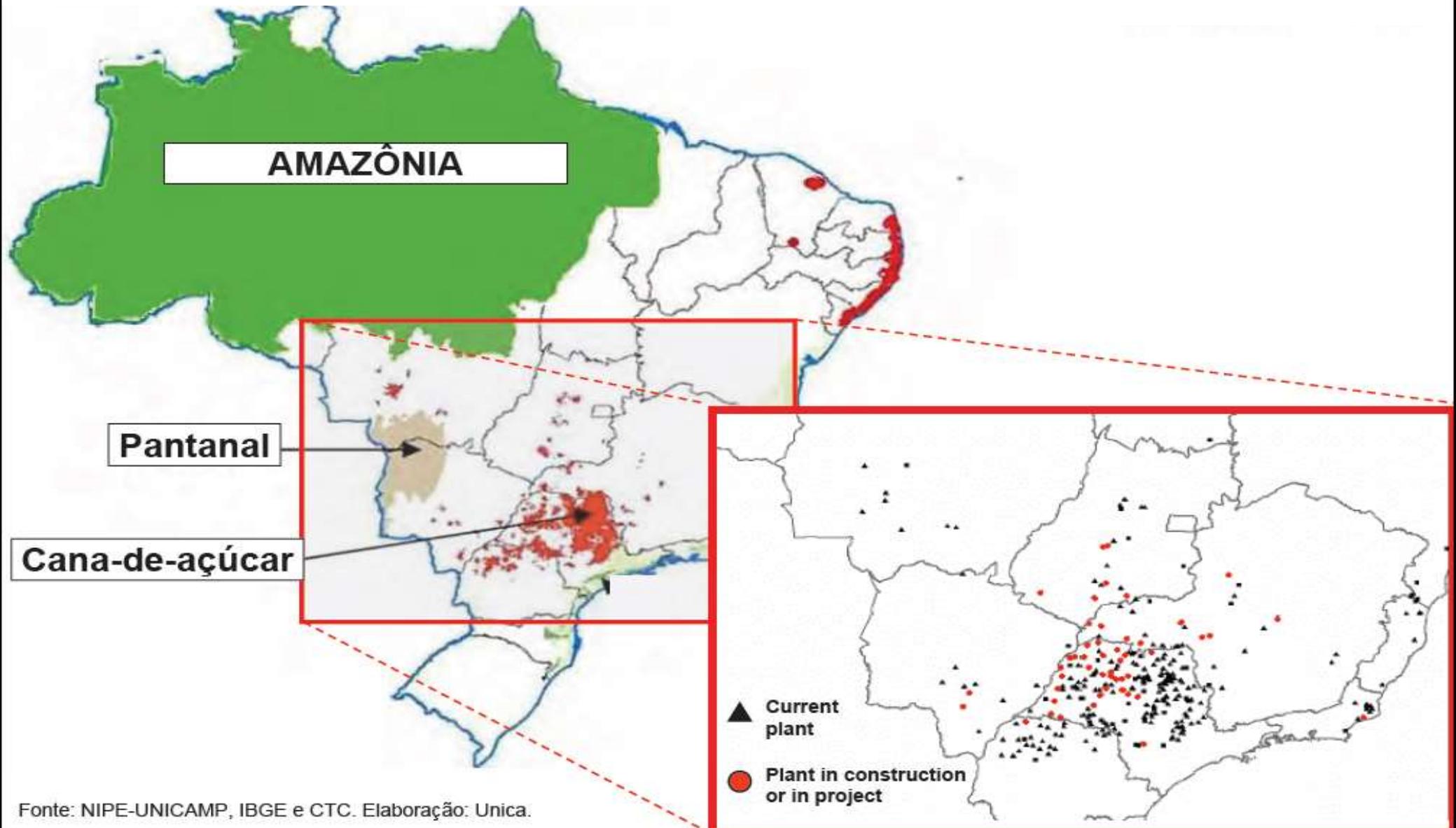
País	Prod. (milhões de t)	% part.	Área plantada milhões de ha	% part.	
<b>Brasil</b>	<b>(656,00*)</b>	<b>33,00</b>	<b>8,76*</b>	<b>(7,9*)</b>	<b>30,52</b>
Índia	335,52	21,54	4,90		22,96
China	106,32	6,82	1,23		5,59
Tailândia	64,37	4,13	1,01		4,59
Paquistão	54,75	3,51	1,03		4,68
México	50,68	3,25	0,68		3,09
<b>Colômbia</b>	<b>40,00</b>	<b>2,56</b>	<b>0,45</b>		<b>2,05</b>
Austrália	36,00	2,31	0,42		1,91
Outros	335,95	21,56	4,72		21,47
<b>Total</b>	<b>1.557,66</b>	<b>100,00</b>	<b>21,98</b>		<b>100,00</b>

Datagro: 2017; Unica, 2011; Udop, 2010.

\*Estimativa para a safra 2020/2021

## 5.3 Localização de usinas no Brasil

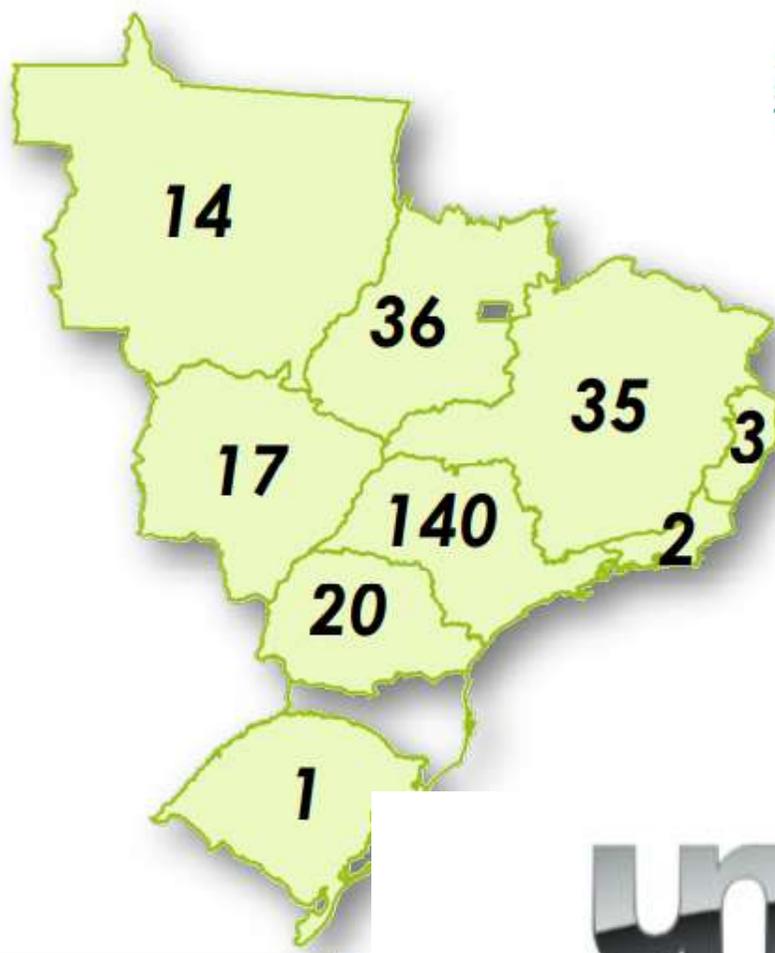
### BRASIL: LOCALIZAÇÃO DAS USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL



# SETOR SUCROENERGÉTICO

## UNIDADES EM OPERAÇÃO

UNICA



### SAFRA 2021/2022

- ❑ **268** unidades processaram cana na região Centro-Sul, sendo que **5** unidades fabricam etanol de cana e de milho
- ❑ **6** unidades com produção exclusiva de etanol de milho
- ❑ **64** unidades com produção exclusiva de etanol de cana-de-açúcar
- ❑ **25,8%** da produção de etanol realizada por empresas dedicadas ao biocombustível com cana-de-açúcar
- ❑ **12,6%** da produção de etanol realizada utilizando milho como matéria-prima
- ❑ **16,1%** foi a participação das destilarias na moagem de cana-de-açúcar

UNICA

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR

ETANOL • AÇÚCAR • ENERGIA

SÃO PAULO • BRASIL



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## ETANOL DE MILHO NO CENTRO-SUL

UNICA



Produção de etanol de milho (milhões de litros)



Produção na safra 2021/22 até 01/12

UF	Volume (milhões litros)	
GO	262,3	12%
MT	1.982,5	88%
<b>Total</b>	<b>2.100</b>	Safra 21/22
	<b>1.522</b>	Safra 20/21

Fonte: UNICA. Nota: \*estimativa para o total da safra



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## VENDAS DE AÇÚCAR PARA O MERCADO INTERNO CENTRO-SUL



Período	2020	2021	Var (%)
Jan a Novembro	8.313	7.936	-4,54%

Fonte: SARCANA. Elaboração: UNICA.



# SETOR SUCROENERGÉTICO



Tabela 1 – Produção brasileira de açúcar

Unidade Geográfica	Produção (Em mil t)			(%)
	2018/19	2019/20	2020/21(1)	
Centro-Oeste	2.984,7	2.917,5	4.820,1	65,2
Norte	59,6	67,9	68,4	0,7
Sul	2.096,2	2.197,4	2.590,0	17,9
Sudeste	21.427,0	21.771,8	31.234,1	43,5
Nordeste	2.470,8	2.841,1	3.131,8	10,2
<b>Brasil</b>	<b>29.038,3</b>	<b>29.795,7</b>	<b>41.844,5</b>	<b>40,4</b>

Fonte: Conab, (2020a) e Conab (2020b).

Tabela 3 - Produção de açúcar por Unidade da Federação

REGIÃO/UF	Açúcar (mil t)	
	Safra 2018/19	Safra 2019/20
<b>NORTE</b>	<b>59,6</b>	<b>64,6</b>
AM	12,5	12,6
PA	47,0	52,0
<b>NORDESTE</b>	<b>2.470,8</b>	<b>2.602,3</b>
MA	21,8	23,1
PI	78,4	83,7
RN	118,2	115,8
PB	117,5	150,5
PE	732,8	793,0
AL	1.194,8	1.256,2
SE	99,3	75,6
BA	108,0	104,3
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>2.984,7</b>	<b>3.278,3</b>
MT	370,5	311,4
MS	944,3	1.086,7
GO	1.670,0	1.880,2
<b>SUDESTE</b>	<b>21.427,0</b>	<b>23.544,2</b>
MG	3.063,3	3.311,6
ES	146,9	137,0
RJ	21,2	33,3
SP	18.195,5	20.062,3
<b>SUL</b>	<b>2.096,2</b>	<b>2.307,3</b>
PR	2.096,2	2.307,3
<b>NORTE/NORDESTE</b>	<b>2.530,4</b>	<b>2.666,9</b>
<b>CENTRO-SUL</b>	<b>26.507,9</b>	<b>29.129,7</b>
<b>BRASIL</b>	<b>29.038,3</b>	<b>31.796,6</b>

Fonte: Conab.  
Nota: Estimativa em maio/2019.

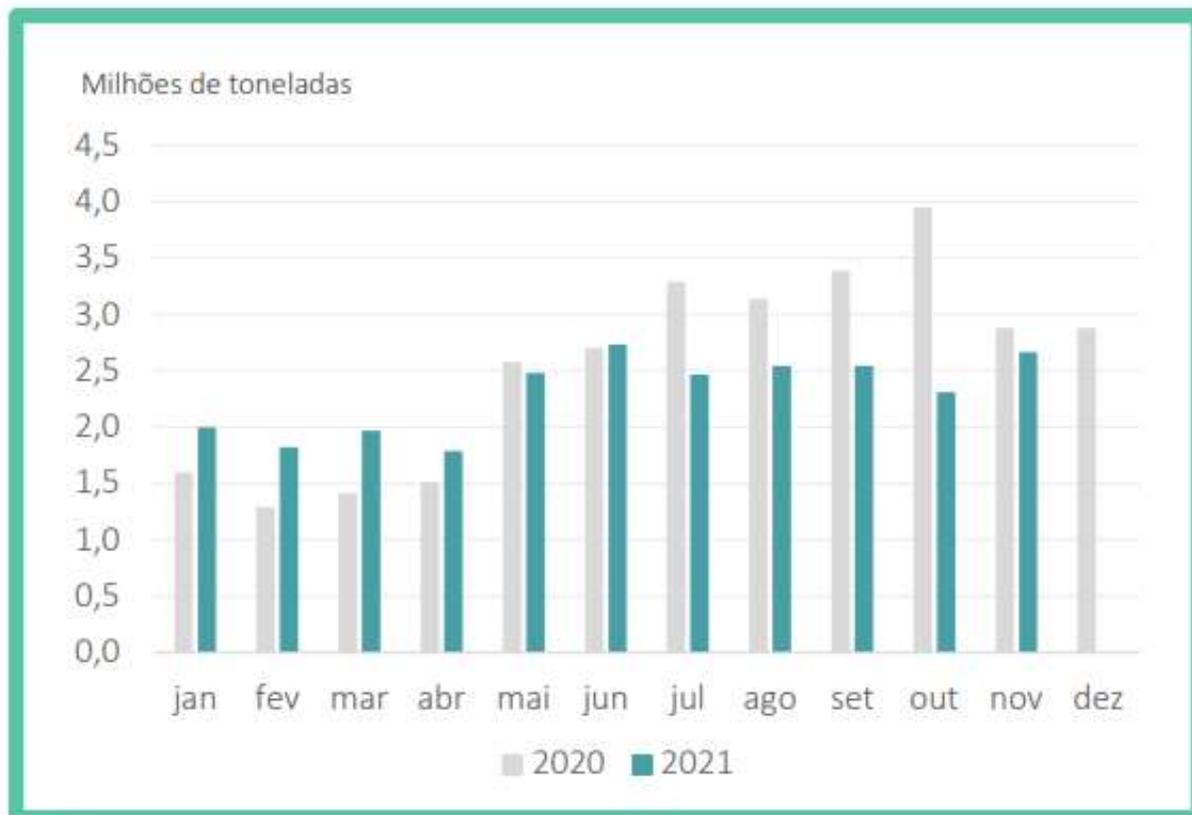


# SETOR SUCROENERGÉTICO



## EXPORTAÇÃO DE AÇÚCAR

BRASIL



Acumulado de janeiro a novembro

	2020	2021	Var.
Qtd <sup>1</sup>	27,75	25,31	-8,8%
Valor <sup>2</sup>	7,88	8,43	+7,0%

<sup>1</sup>MT; <sup>2</sup> bilhões US\$

Principais destinos da exportação de açúcar em 2021

País	Participação
China	15,9%
Argélia	8,4%
Bangladesh	6,8%
Nigéria	6,7%
Malásia	5,2%
Outros	57,0%

Fonte: SECEX. Elaboração UNICA.

UNICA



# SETOR SUCROENERGÉTICO



**Tabela 2 – Principais destinos das exportações brasileiras de açúcar (Mil US\$)**

Países	2016	2017	2018	2019	2020
China	823.058	134.496	217.434	390.299	1.290.813
Argélia	707.533	876.838	677.965	633.661	668.946
Bangladesh	666.436	1.081.573	527.889	473.684	627.834
Índia	884.353	924.546	541.287	230.262	482.565
Indonésia	585.969	360.243	42.641	-	466.130
Nigéria	552.093	548.656	384.275	418.014	437.775
Marrocos	364.130	443.944	284.983	207.944	401.198
Malásia	502.907	651.317	305.273	82.440	383.602
Arábia Saudita	442.348	559.394	425.445	402.246	374.432
Iraque	303.603	555.302	335.856	269.383	345.311
<b>Selecionados</b>	<b>5.832.429</b>	<b>6.136.309</b>	<b>3.743.049</b>	<b>3.107.933</b>	<b>5.478.608</b>
Outros	4.602.426	5.275.618	2.782.000	2.071.207	3.265.575
<b>Mundo</b>	<b>10.434.855</b>	<b>11.411.927</b>	<b>6.525.049</b>	<b>5.179.140</b>	<b>8.744.183</b>

Fonte: MDIC/Mapa/Agrostat, (2021).



# SETOR SUCROENERGÉTICO



Tabela – Consumo mundial de açúcar (Mil t)

Países	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21(1)
Índia	26.500	27.500	27.000	28.500
União Europeia	18.600	18.600	18.300	18.300
China	15.700	15.800	15.400	15.800
Estados Unidos	10.930	10.932	11.100	11.068
Brasil	10.600	10.600	10.650	10.020
Indonésia	6.375	7.055	7.353	7.762
Rússia	6.113	6.016	6.100	5.607
Paquistão	5.300	5.400	5.600	5.650
México	4.512	4.317	4.349	4.318
Egito	3.050	3.100	3.250	3.185
<b>Selecionados</b>	<b>107.680</b>	<b>109.320</b>	<b>109.102</b>	<b>110.210</b>
Outros	66.007	63.050	61.123	63.550
<b>Mundo</b>	<b>173.687</b>	<b>172.370</b>	<b>170.225</b>	<b>173.760</b>

19,86 kg

11,28 kg

33,53 kg

47,62 kg

63,5 %

Fonte: MDIC/Mapa/Agrostat, (2021).



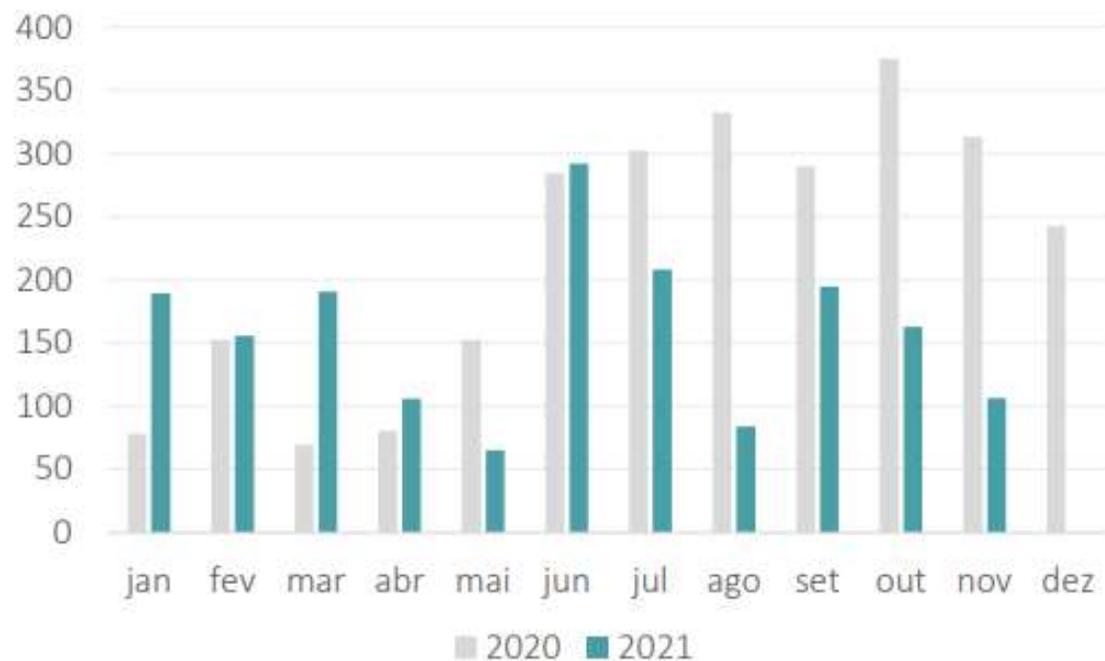
# SETOR SUCROENERGÉTICO



## EXPORTAÇÃO DE ETANOL

BRASIL

Milhões de litros



Acumulado de janeiro a novembro

	2020	2021	Var.
Volume <sup>1</sup>	2,43	1,76	-28%
Valor <sup>2</sup>	1.081	933	-14%

<sup>1</sup> bilhão de litros; <sup>2</sup> milhões US\$

Principais destinos da exportação de etanol em 2021

País	Participação
Coréia do Sul	39,8%
Estados Unidos	22,8%
Países Baixos	5,1%
Nigéria	4,6%
Índia	4,1%
Outros	23,6%

Fonte: SECEX. Elaboração UNICA.

UNICA

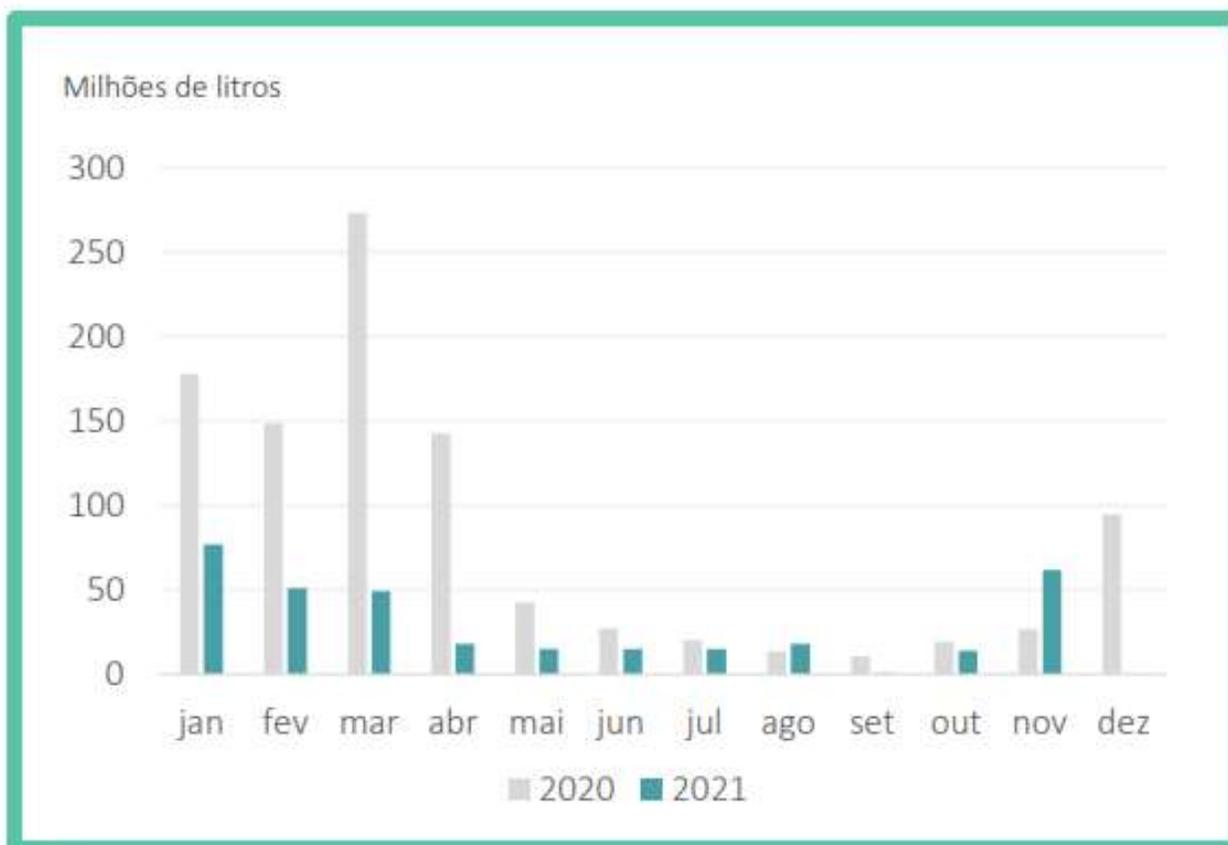


# SETOR SUCROENERGÉTICO



## IMPORTAÇÃO DE ETANOL

BRASIL



Acumulado de janeiro a novembro

	2020	2021	Var.
Volume <sup>1</sup>	901,3	332,4	-63%
Valor <sup>2</sup>	376	174	-54%

<sup>1</sup>milhões de litros; <sup>2</sup>milhões US\$

Principais origens da importação de etanol em 2021

País	Participação
Estados Unidos	51,6%
Paraguai	48,3%
Outros	0,1%

Fonte: SECEX. Elaboração UNICA.

UNICA



# SETOR SUCROENERGÉTICO

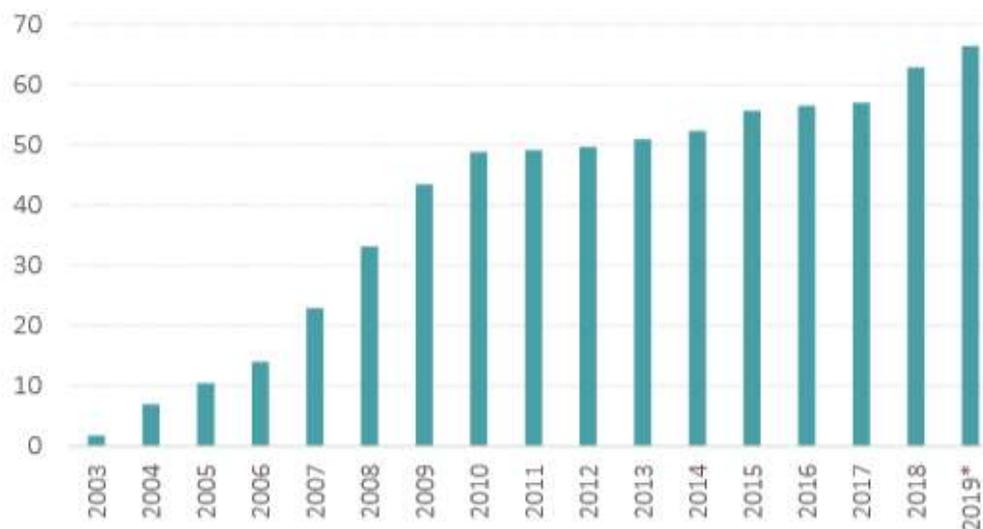


## ECONOMIA DO CONSUMIDOR COM USO DE ETANOL



Economia acumulada gerada pelo uso do etanol no Brasil

R\$ bilhões



Economia gerada pelo uso de etanol aos consumidores brasileiros:

 R\$ **66** bilhões desde 2003

 R\$ **3,4** bilhões em 2019

Fonte: Elaborado a partir dos dados de consumo e dos preços médios da gasolina C e do etanol hidratado publicados pela ANP. Nota: valores a preços de nov/2019, deflacionados pela IPCA; valores incluem o benefício econômico associado ao uso de etanol anidro como aditivo na gasolina. 2019\* - valor calculado com os dados disponíveis de janeiro a outubro.

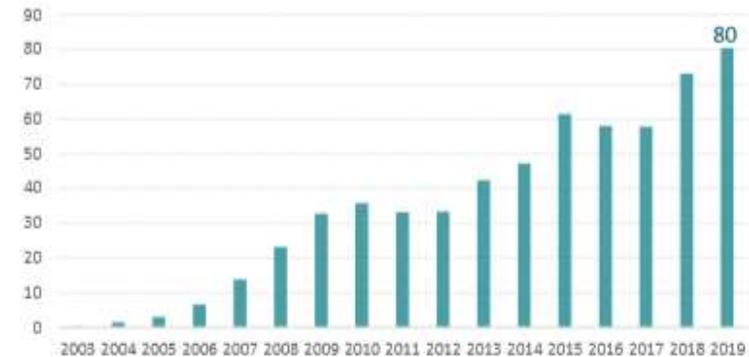
## BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO ETANOL

- Desde o lançamento dos veículos *flex fuel*, redução das emissões de GEE decorrentes do consumo de etanol atingiu **603 milhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub>**.



Equivalente a plantar mais **4 bilhões de árvores<sup>2</sup>** nativas nos próximos 20 anos

Emissões evitadas (t CO<sub>2eq</sub>) – por ano



Em 2019, o Brasil evitará a emissão de **80 milhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub>**

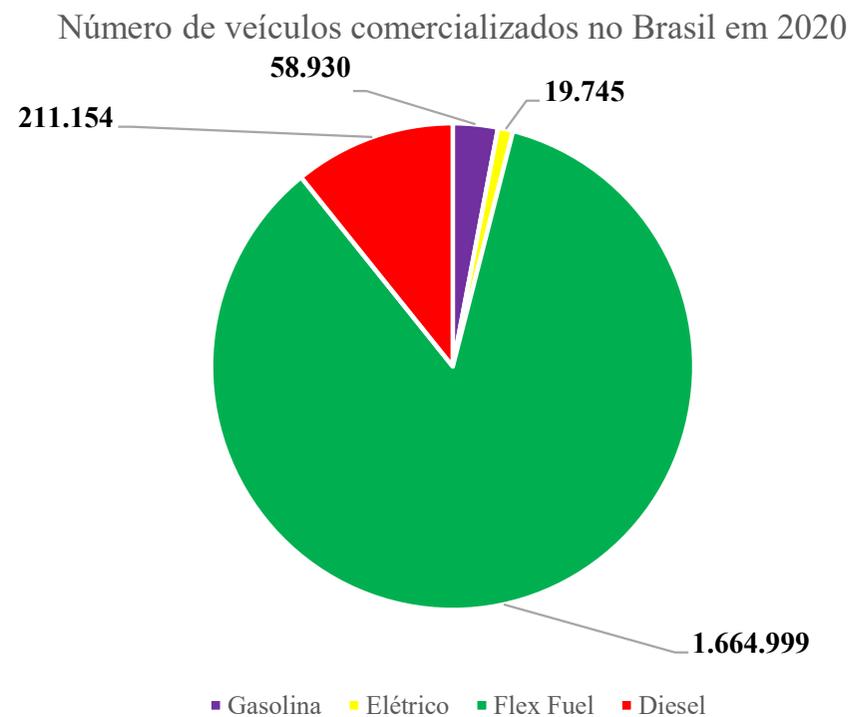
Fonte: UNICA. <sup>1</sup> - A metodologia usada para o cálculo leva em conta, entre outros fatores, ciclo de vida do etanol, tamanho e reposição de frota de automóveis leves (ANFAVEA) e a participação do etanol (anidro e hidratado) na matriz energética de transportes; <sup>2</sup> - A correspondência entre a emissão evitada pelo uso do etanol e aquela que seria obtida pelo plantio de árvores nativas é estabelecida pelo fator de 7,14 árvores/tonelada CO<sub>2</sub>. Esse fator foi obtido do estudo "Estimativa de Biomassa e Carbono em Áreas restauradas com Plantio de Essências Nativas", de J.S.Lacerda e colaboradores, de 05/11/2009, publicação on-line do Centro de Métodos Quantitativos do Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agronomia Luis de Queiroz, USP.



## Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil (ciclo Otto) por tipo de combustível



Ano de 2020		
Categoria	Número de veículos	%
Gasolina	58.930	3,01
Elétrico	19.745	1,01
<b>Flex Fuel</b>	<b>1.664.999</b>	<b>85,17</b>
Diesel	211.154	10,80
<b>Total</b>	<b>1.954.828</b>	100,00



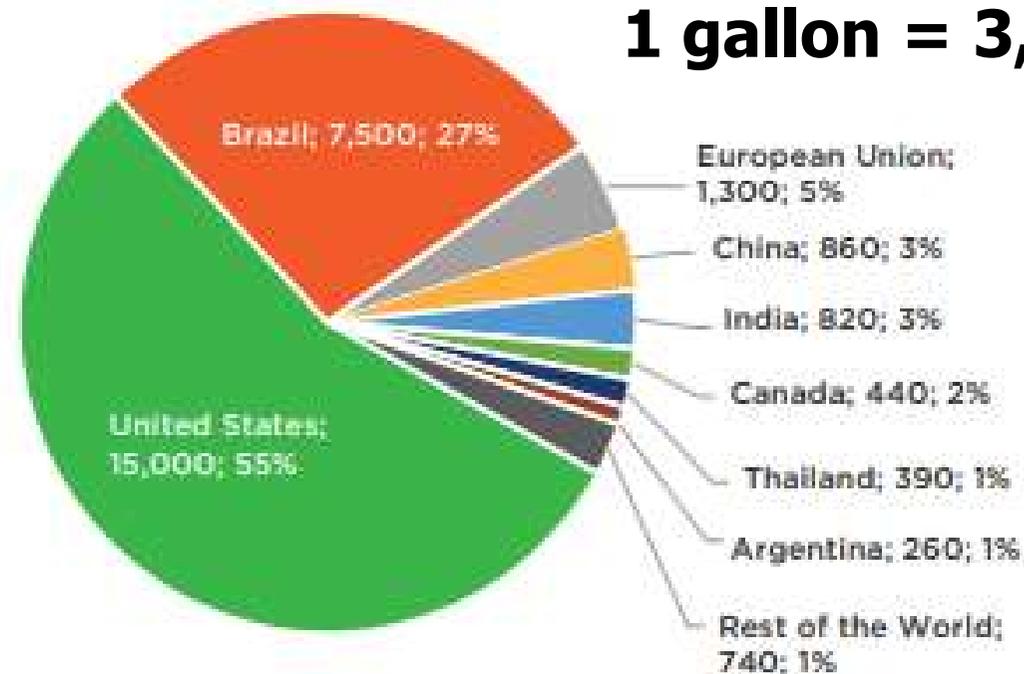


# ETANOL - CENÁRIO MUNIDAL



## 2021 GLOBAL FUEL ETHANOL PRODUCTION

*Region; million gallons; share of global production*



*Sources: RFA analysis of public and private data sources*

**Figure N - Global Ethanol Production by Country or Region**

Fonte <https://www.statista.com/statistics/281606/ethanol-production-in-selected-countries/> (2022).

# RENOVABIO E O MERCADO DE CBIOS

UNICA



## RenovaBio Objetivos e Instrumentos



**Lei 13.576/2017**

**RenovaBio: Política Nacional de Biocombustíveis**



- **REDUÇÃO DAS EMISSÕES**, alinhadas com compromisso brasileiro no Acordo de Paris.
- **MAIOR PREVISIBILIDADE** sobre o papel dos biocombustíveis na matriz – vital para indução de novos investimentos
- **EXPANSÃO** da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética

**Metas de  
Descarbonização**

**Certificação da Produção  
Eficiente de Biocombustíveis**



novaB



ANP, 2019.

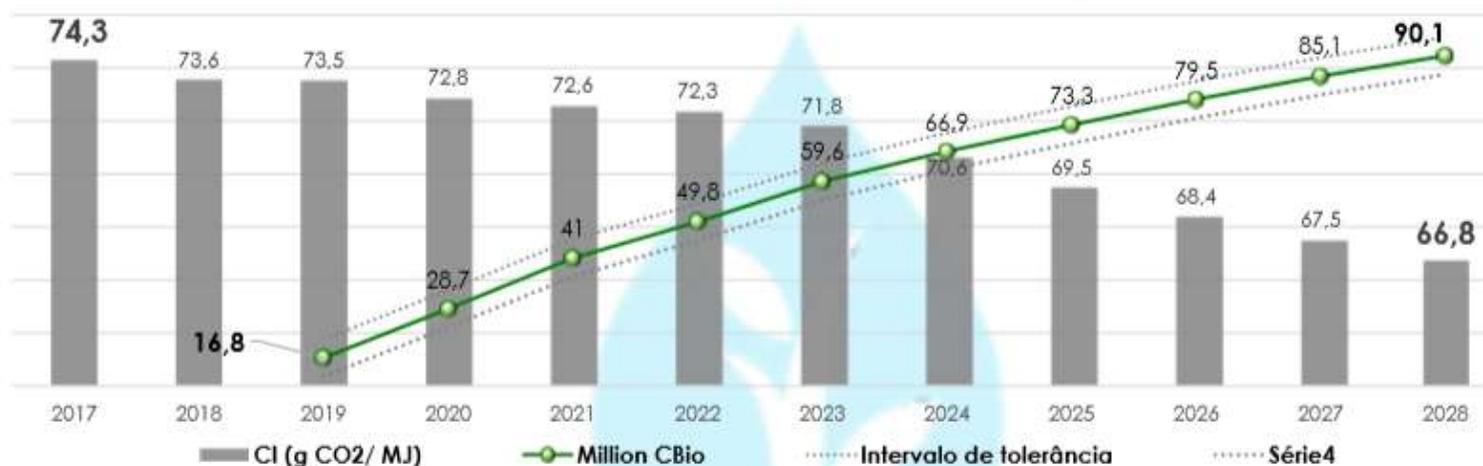




# RENOVABIO



## Redução da Intensidade de Carbono Aprovada pelo CNPE



### Resolução CNPE nº 5/2018

- Estabelece meta nacional de redução da Intensidade de Carbono (IC) da matriz de transportes do Brasil (g CO<sub>2</sub> / MJ) – 10,1 % (10 anos)
- Meta convertida em CBIOS – total a ser individualizado entre distribuidoras (Resolução ANP nº 791/2019)

### Resolução CNPE nº 15/2019

- Acrescentou ano de 2029 (95,9 milhões de CBIOS). Redução da Intensidade de Carbono (IC) em – 10,2 % (10 anos) ANP, 2019.





# • RENOVABIO



## BALANÇO DO MERCADO DE CBIOS

	2020	2021*
Meta ( <i>milhões de Cbios</i> )	14,90	25,22
Novas emissões ( <i>milhões de Cbios</i> )	18,51	29,15
Preço médio ( <i>R\$ / Cbios</i> )	43,43	37,70
CBios aposentados ( <i>milhões de Cbios</i> )	14,61	19,86
CBios comercializados ( <i>milhões de Cbios</i> )	14,90	27,70
Parte obrigada	14,87	27,32
Parte não obrigada	0,03	0,38
<b>Estoque para ano seguinte (<i>milhões de CBios</i>)</b>	<b>3,90</b>	mais de <b>8,00</b>
<b>Receita bruta com CBios (<i>R\$ MM</i>) - emissor</b>	<b>647</b>	<b>1.044</b>
Impostos	148	239
Receita usina + custos	499	805

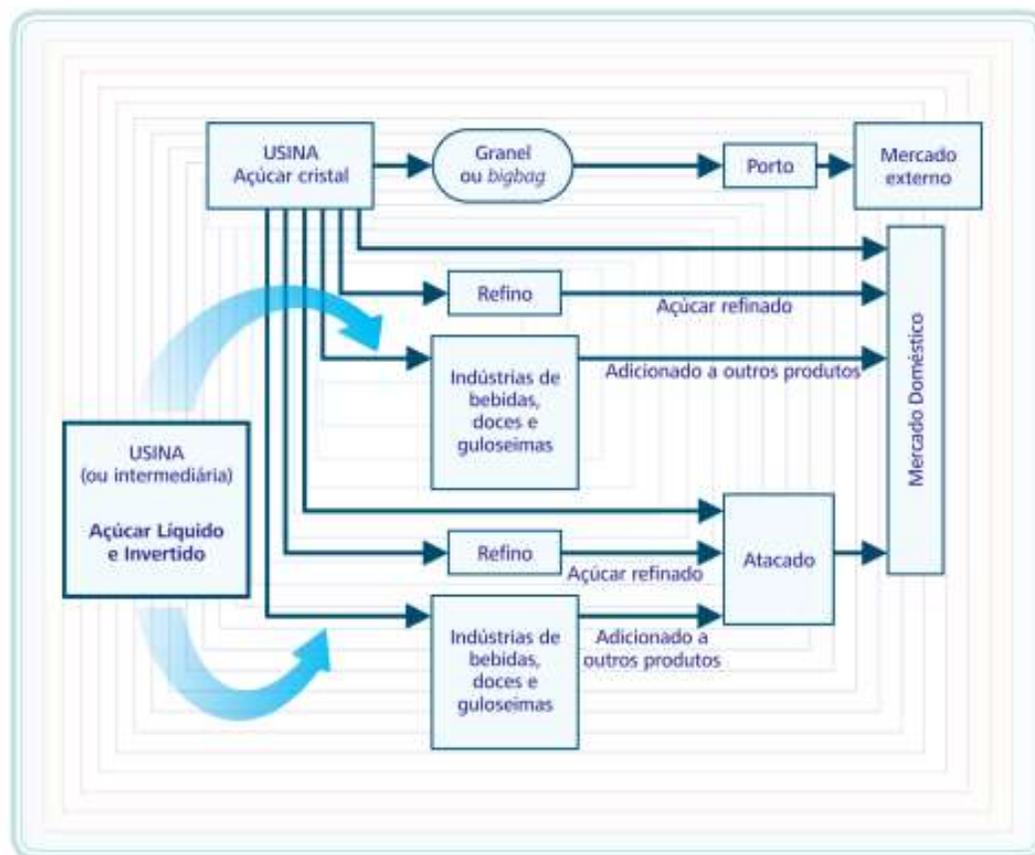
2022

39,32  
milhões  
de CBios

Na maior parte das usinas, mais da metade da receita líquida gerada está sendo direcionada ao pagamento dos fornecedores de cana-de-açúcar

# Açúcares na indústria de alimentos

O processo de fabricação de açúcar visa, de forma resumida, à extração do caldo contido na cana, seu preparo e “concentração”, culminando com os vários tipos de açúcares conhecidos, como: demerara, mascavo, cristal, refinado, líquido, VHP, etc.





# Açúcares na indústria de alimentos



Importância dos açúcares na indústria de alimentos





# Açúcares na indústria de alimentos

---



## Aplicação dos açúcares na indústria de alimentos

Nas aplicações industriais, os açúcares mais usados são o açúcar cristal, o açúcar refinado, o açúcar líquido, o açúcar invertido e o açúcar glacê.

O açúcar cristal é usado como agente de corpo e, principalmente, como adoçante na indústria alimentícia em geral, destacando-se bebidas, balas, biscoitos, chocolates, etc.



# Açúcares na indústria de alimentos

---



## Aplicação dos açúcares na indústria de alimentos

O açúcar refinado possui o mais elevado grau de pureza entre os açúcares e, por isso, é especial para processos de fabricação de alimentos que exijam elevada pureza;

O açúcar refinado líquido é obtido do refino do açúcar. É um produto claro, límpido, isento de odor e aroma; apresenta uma concentração de 65% a 68% de sólidos solúveis, sendo especial para processos que exijam elevada pureza;

É o adoçante mais prático para a maioria das aplicações industriais alimentícias, como sorvetes, massas, bebidas, sucos, panificadoras, indústrias farmacêuticas ou em processos químicos onde se utiliza sacarose (detergentes, tintas, plásticos, colas, etc.).



# Açúcares na indústria de alimentos

---



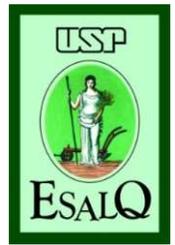
## Aplicação dos açúcares na indústria de alimentos

O açúcar invertido, na verdade, é um xarope feito a partir do açúcar comum, a sacarose, submetido ao aquecimento na presença de alguma substância ácida;

É bastante empregado em indústrias alimentícias onde a coloração não interfere na qualidade do produto final, como panificação, geléias, sorvetes, laticínios, frutas, cristalizadas, bebidas carbonatadas, sucos, recheios, licores, biscoitos, balas, caramelos, etc.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS



- A indústria sucroenergética tem importante participação na economia do país, sendo responsável por cerca de 2% do PIB e a geração de mais de 1 milhão de empregos diretos e indiretos;
- O principais produtos da indústria sucroenergética são o açúcar, o etanol e bioeletricidade. Contudo, pode ser obtidos outros produtos de interesse da industrial de alimentos, tais como os probióticos, os prebióticos, ácidos orgânicos, embalagens biodegradáveis;



## CONSIDERAÇÕES FINAIS



- A indústria sucroenergética está intimamente ligada a indústria de alimentos na fabricação de bebidas alcoólicas, bebidas carbonatadas, bolos, doces, biscoitos, cookies, aromatizantes, aminoácidos, bebidas lácteas e outros alimentos.