



**Universidade de São Paulo – USP**

---

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq

Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

**TECNOLOGIA DO ÁLCOOL - LAN 685**

**Álcool carburante e cenário mundial**

**Prof. Antonio Sampaio Baptista**



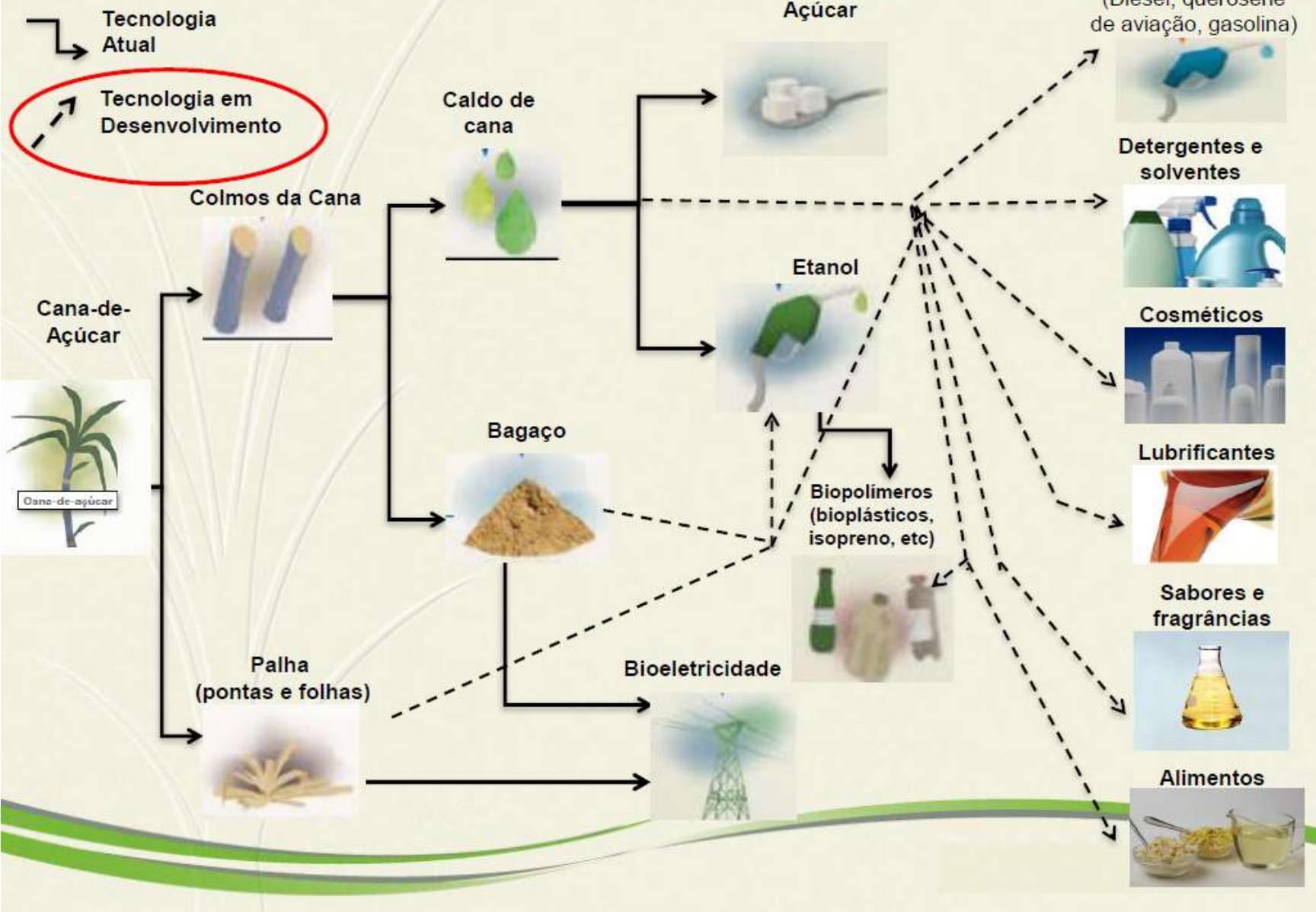
# CANA-DE-AÇÚCAR: INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA

---



1. Introdução
2. Setor sucroenergético
3. Principais produtos da cana-de-açúcar
4. O que vem pela frente
5. Cana necessária para suprir a demanda
6. Meta de consumo de biocombustíveis nos USA
7. Importância da cana na matriz energética do Brasil
8. Economia de baixo carbono
9. *Bioeletricidade*
10. *Retrato da década*
11. *Ações prioritária : RENOVABIO 2030*
12. Considerações finais

# PRINCIPAIS PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR





# SETOR SUCROENERGÉTICO



- Estrutura produtiva: 382 unidades produtoras;
- PIB: US\$ 40 bilhões por ano;
- Geração de empregos: 840 mil empregos diretos no setor;
- Participação na matriz energética brasileira: 18 %;
- Produção de cana: 626,93 (estimativa 2019/2020);
- Produção de açúcar: 29,283 milhões de toneladas
- Produção de etanol: 34,56 bilhões de litros
- Produção de bioeletricidade. 11.410,00 MW

# SETOR SUCROENERGÉTICO



Tabela 1. Safra 2019/2020: posição ACUMULADA entre 1º de abril até 1 de fevereiro de 2020

Produtos	Centro-Sul			São Paulo			Demais Estados			
	2018/2019	2019/2020	Var. (%)	2018/2019	2019/2020	Var. (%)	2018/2019	2019/2020	Var. (%)	
Cana-de-açúcar <sup>1</sup>	563.632	578.814	↑ 2,69%	329.425	338.628	↑ 2,79%	234.207	240.185	↑ 2,55%	
Açúcar <sup>1</sup>	26.359	26.485	↑ 0,48%	18.087	18.358	↑ 1,50%	8.272	8.127	↓ -1,75%	
Etanol anidro <sup>2</sup>	9.188	9.885	↑ 7,59%	5.246	5.769	↑ 9,98%	3.942	4.116	↑ 4,41%	
Etanol hidratado <sup>2</sup>	21.106	22.422	↑ 6,24%	10.520	10.540	↑ 0,19%	10.586	11.882	↑ 12,25%	
Etanol total <sup>2</sup>	30.294	32.308	↑ 6,65%	15.766	16.309	↑ 3,45%	14.528	15.998	↑ 10,12%	
ATR <sup>1</sup>	78.067	80.566	↑ 3,20%	45.791	47.025	↑ 2,70%	32.276	33.541	↑ 3,92%	
ATR/ tonelada de cana <sup>3</sup>	138,51	139,19	↑ 0,49%	139,00	138,87	↓ -0,10%	137,81	139,65	↑ 1,33%	
Mix (%)	açúcar	35,44%	34,50%	↓	41,46%	40,97%	↓	26,90%	25,43%	↓
	etanol	64,56%	65,50%	↑	58,54%	59,03%	↑	73,10%	74,57%	↑
Litros etanol/ tonelada de cana	52,66	53,68	↑ 1,94%	47,86	48,16	↑ 0,64%	59,41	61,45	↑ 3,44%	
Kg açúcar/ tonelada de cana	46,77	45,76	↓ -2,16%	54,91	54,21	↓ -1,26%	35,32	33,84	↓ -4,20%	



UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR

ETANOL • AÇÚCAR • ENERGIA

SÃO PAULO • BRASIL



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## UNIDADES EM OPERAÇÃO

UNICA



## SAFRA 2019/2020

- ☐ **263** unidades processaram cana na região Centro-Sul, sendo que **8** unidades fabricam etanol de cana e de milho
- ☐ **2** unidades com produção exclusiva de etanol de milho



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## EXPECTATIVA DA SAFRA 2019/2020 – Nº FINAIS

	FINAL		Var (%)
	2018/2019	2019/2020	
<b>MOAGEM</b>			
Cana-de-açúcar (mil toneladas)	573.169	<b>590.000</b>	2,9%
<b>PRODUÇÃO</b>			
Açúcar (mil toneladas)	26.510	<b>26.700</b>	0,7%
Etanol anidro (milhões de litros)	9.141	9.720	6,3%
Etanol hidratado (milhões de litros)	21.812	23.417	7,4%
Etanol total (milhões de litros)	30.953	<b>33.137</b>	7,1%
<b>QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA</b>			
ATR (mil toneladas)	79.028	81.715	3,4%
Kg de ATR/ tonelada de cana	137,88	<b>138,50</b>	0,4%
<b>MIX DE PRODUÇÃO</b>			
Açúcar (%)	35,21	34,29	↓
Etanol (%)	64,79	65,71	↑





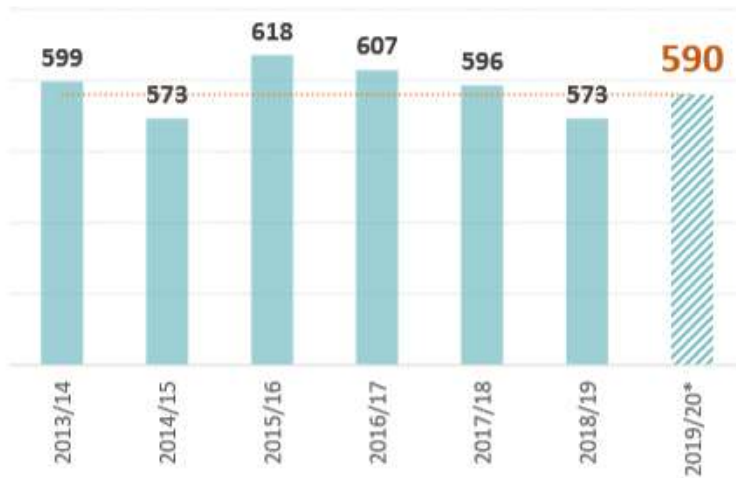
# SETOR SUCROENERGÉTICO



## HISTÓRIO DE PRODUÇÃO E MOAGEM NO CENTRO-SUL

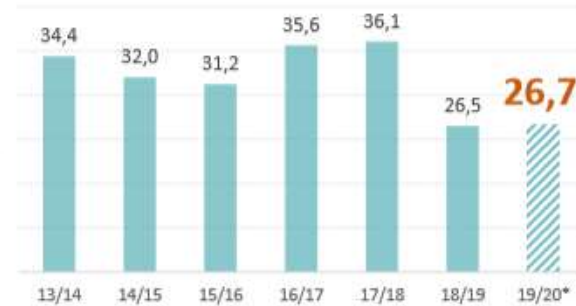


Moagem (milhões de toneladas)

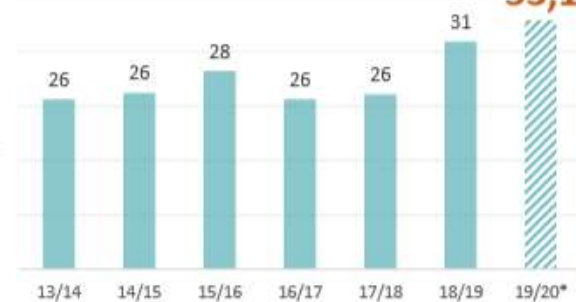


Fonte: UNICA. Nota: \*estimativa

Açúcar (milhões de toneladas)



Etanol (bilhões de litros)







# SETOR SUCROENERGÉTICO



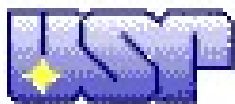
## ETANOL DE MILHO NO CENTRO-SUL



Produção na safra 2019/20 até **01/12**

UF	Volume (milhões litros)	
PR	25,3	3%
GO	152,3	17%
MT	702,8	80%
Total	<b>880,3</b>	Safra 19/20
	<b>436,3</b>	Safra 18/19

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



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## VENDAS DE AÇÚCAR PARA O MERCADO INTERNO

### CENTRO-SUL

Mil toneladas

1.000

950

900

850

800

750

700

650

600

550

500

ABR

MAI

JUN

JUL

AGO

SET

OUT

NOV

DEZ

JAN

FEV

MAR

Período

2018/2019

2019/2020

Var (%)

Abril a Novembro

6.012

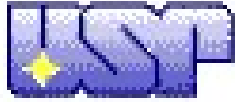
6.055

+0,7%

■ 2018/2019

■ 2019/2020

Fonte: SANCANA, Elaboração: UNICA.



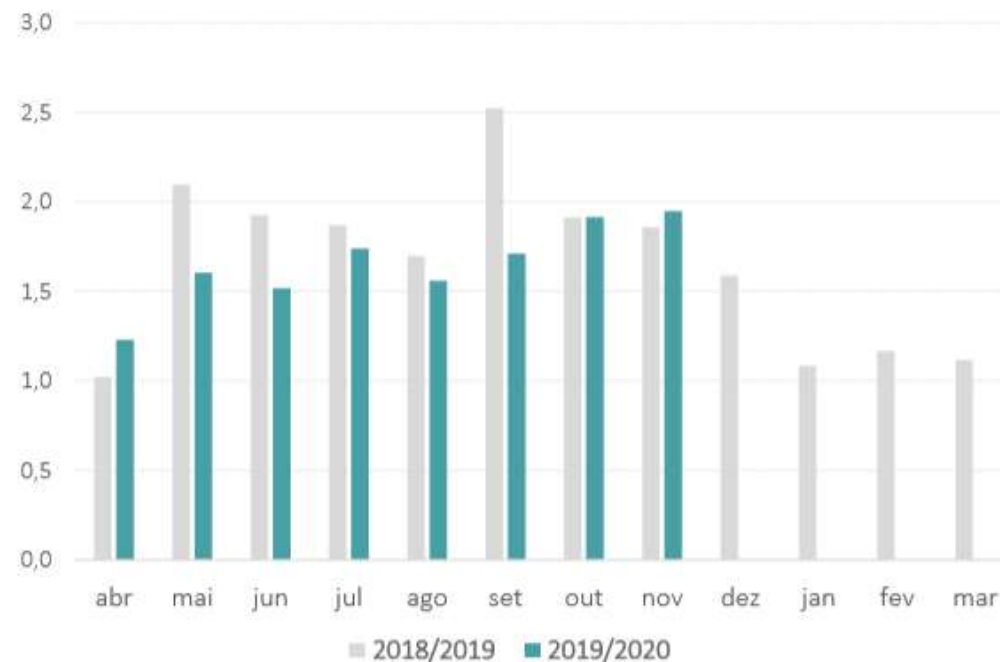
# SETOR SUCROENERGÉTICO



## EXPORTAÇÃO DE AÇÚCAR

### BRASIL

Milhões de toneladas



Fonte: SECEX. Elaboração UNICA.

Acumulado de abril a novembro

	2018/19	2019/20	Var.
Qtd <sup>1</sup>	14,90	13,22	-11%
Valor <sup>2</sup>	4,41	3,85	-13%

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

Principais destinos da exportação de açúcar  
Safra 2019/2020

País	Participação
Argélia	12,0%
China	9,1%
Bangladesh	8,3%
Nigéria	8,0%
Arábia Saudita	7,7%
Outros	54,8%



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## EXPORTAÇÃO DE ETANOL

### BRASIL

Milhões de litros



Fonte: SECEX. Elaboração UNICA.

UNICA

Acumulado de abril a novembro

	2018/19	2019/20	Var.
Volume <sup>1</sup>	1,32	1,43	+8%
Valor <sup>2</sup>	684,5	729,4	+7%

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

Principais destinos da exportação de etanol  
Safrá 2019/2020

País	Participação
Estados Unidos	66,3%
Coréia do Sul	25,2%
Japão	2,1%
Países Baixos	1,6%
Nigéria	0,9%
Outros	3,0%



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## SALDO COMERCIAL DO ETANOL - BRASIL



Acumulado de abril a novembro (*milhões de litros*)

	2018/19	2019/20	Var.
Exportação	1.321	1.430	+8,3%
Importação	936,1	866,0	-7,5%
Saldo comercial	384,9	564,4	+46,6%

EXPECTATIVA PARA SAFRA 2019/2020 (abril/19 a março/20)

- ✓ Exportação: 1,6 bilhão de litros (+21%)
- ✓ Importação: 1,25 bilhão de litros (-16%)

Acumulado de abril a novembro (*milhões de US\$*)

	2018/19	2019/20	Var.
Exportação	684,5	729,4	+6,5%
Importação	392,0	364,0	-7,1%
Saldo comercial	292,5	365,3	+24,8%

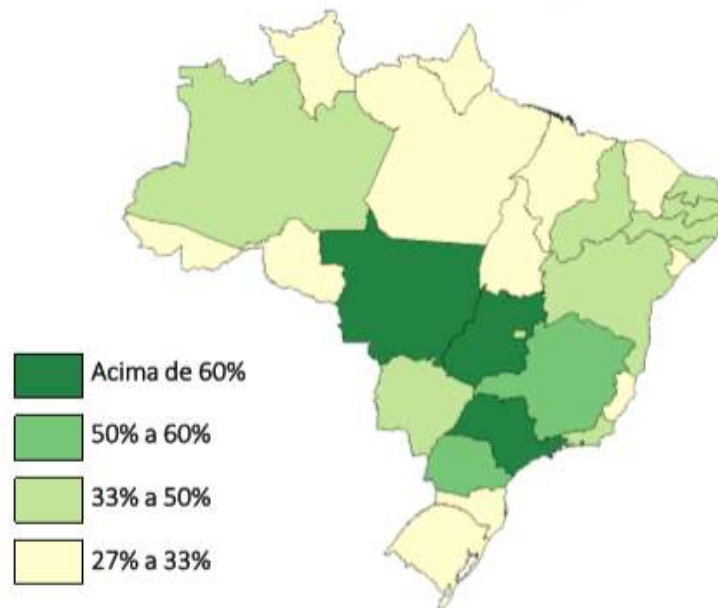


# SETOR SUCROENERGÉTICO



## PARTICIPAÇÃO DE ETANOL NO CICLO OTTO

Participação do etanol (anidro + hidratado) no consumo do ciclo Otto – registrado *abril a outubro da safra 2019/2020*



Fonte: ANP. Elaboração UNICA. Dados de abril até outubro de 2019

UNICA

48,3%



- Participação média no **Brasil** do consumo de **etanol** (anidro + hidratado) no ciclo Otto na safra **2019/2020** até o momento
- É o maior valor dos últimos **10 anos**



# SETOR SUCROENERGÉTICO



## BALANÇO DO CICLO OTTO NO BRASIL



*Projeção para o final da safra 2019/2020*

	2018/2019	2019/2020	Variação	
	Consolidado	Expectativa	bilhões litros	%
<b>Gasolina A</b> (bi litros)	<b>27,3</b>	<b>27,9</b>	0,6	2,2%
<b>Etanol anidro</b> (bi litros)	<b>10,1</b>	<b>10,3</b>	0,2	2,0%
<b>Etanol hidratado</b> (bi litros)	<b>20,7</b>	<b>23,2</b>	2,5	12,1%
<i>bi litros em gas. eq.</i>	<i>14,5</i>	<i>16,2</i>	<i>1,7</i>	<i>11,7%</i>
<b>Ciclo Otto</b> (bi litros – gas. eq.)	<b>51,9</b>	<b>54,5</b>	<b>2,6</b>	<b>5,0%</b>

Oferta de etanol disponível para o mercado interno carburante na próxima entressafra é igual ao volume comercializado pelas unidades produtoras do Centro-Sul na entressafra passada



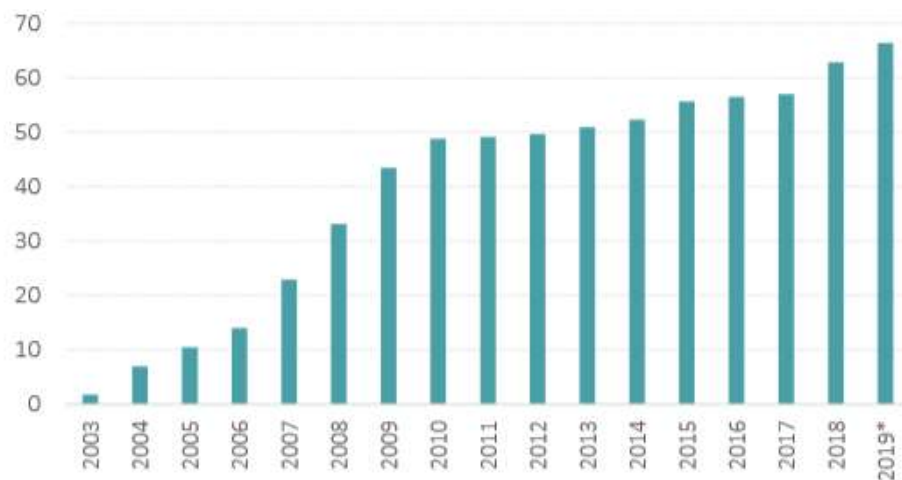
# SETOR SUCROENERGÉTICO



## 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 pelo 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.





# SETOR SUCROENERGÉTICO



## BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO ETANOL

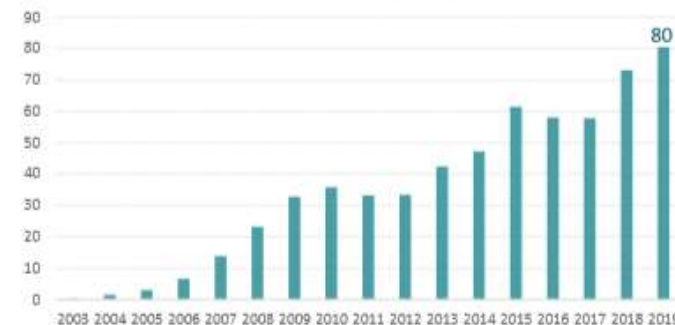
UNICA

- 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><sup>1</sup>**.



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 (ANPAVEA) 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 da 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

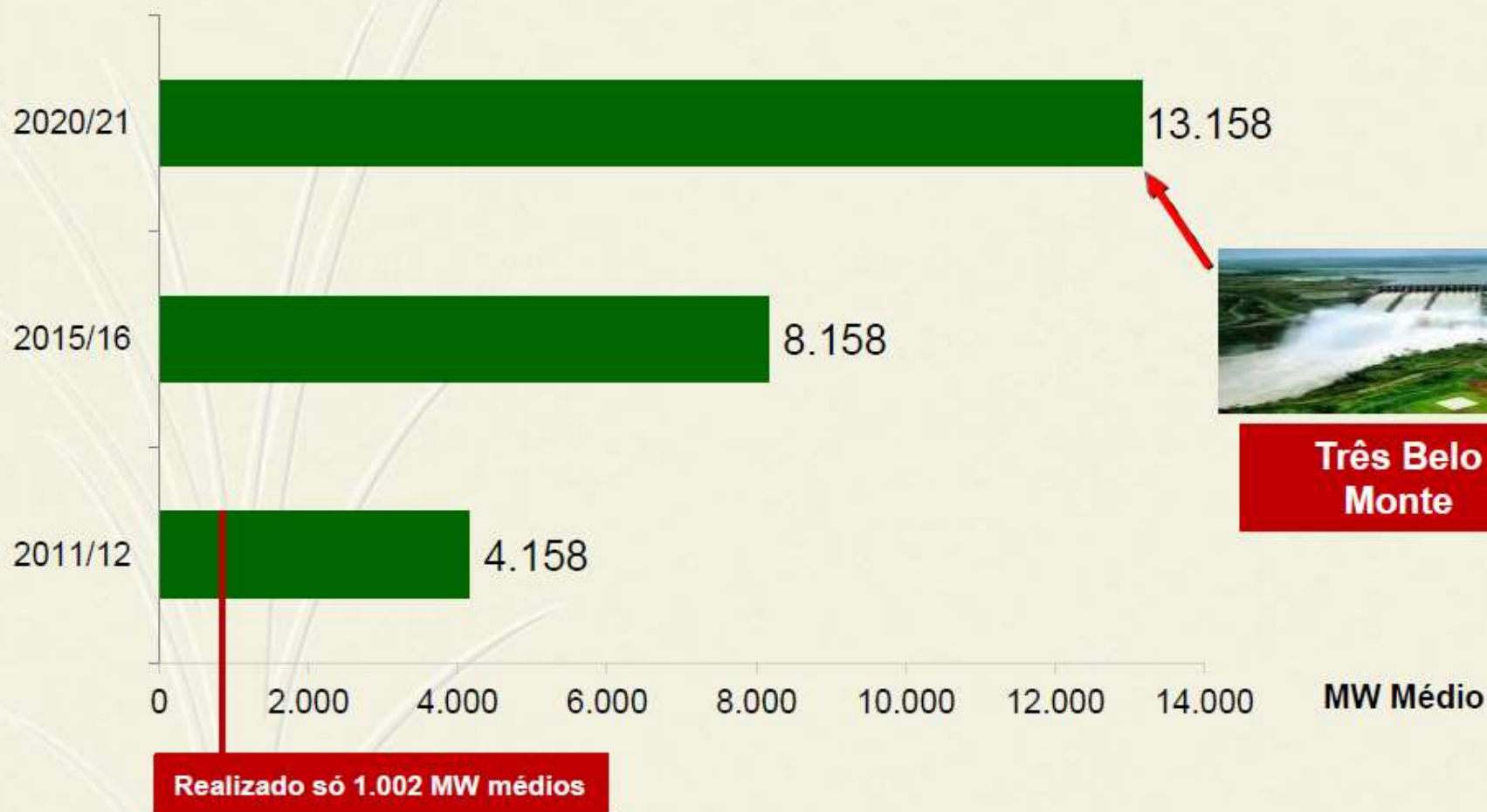


*Para o ano de 2019 valores atualizados até o mês 12*

ANO	ELÉTRICO	ETANOL	FLEX	GASOLINA	TOTAL
2007		107	2.003.090	245.660	2.248.857
2008		84	2.329.247	217.021	2.546.352
2009		70	2.652.298	221.709	2.874.077
2010		50	2.876.173	280.704	3.156.927
2011		51	2.848.071	376.998	3.225.120
2012	117	52	3.162.874	273.913	3.436.956
2013	491	0	3.169.111	189.112	3.358.714
2014	855	0	2.940.508	184.840	3.126.203
2015	845	0	2.194.020	136.059	2.330.924
2016	1.091	0	1.750.750	80.493	1.832.334
2017	3.296	0	1.927.187	68.900	1.999.383
2018	4.034	0	2.168.182	81.934	2.254.150
2019	11.847	0	2.328.661	73.853	2.414.361

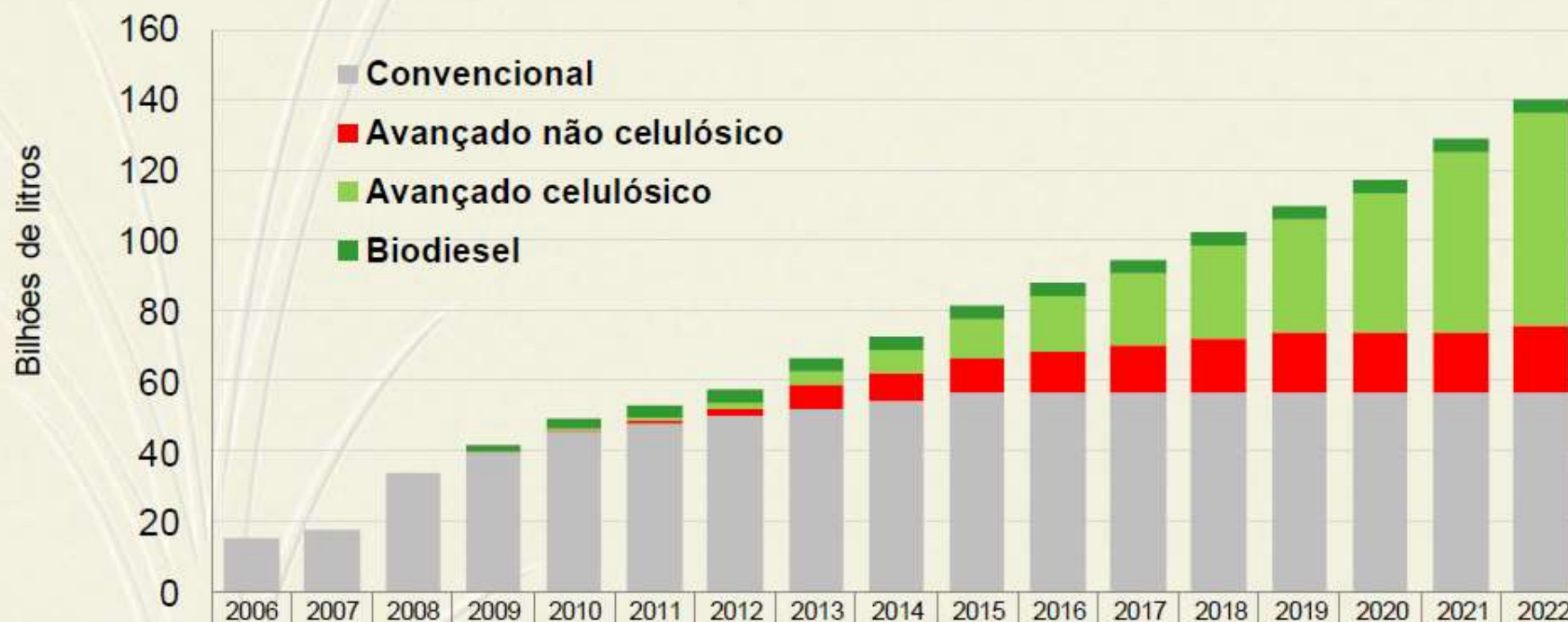
Nota: ciclo Otto não inclui veículos movidos a diesel.

## BIOELETRICIDADE: POTENCIAL PARA VENDA DE EXCEDENTES

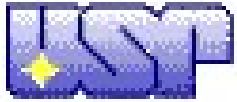


Notas: 1 t de cana produz 250 kg de bagaço e 204 de palha e pontas, 1 t de cana (bagaço + palha) gera 199,9 KWh para exportação, Poder Calorífico Inferior (PCI) da palha = 1,7 PCI do bagaço, Fator de capacidade = 0,5 (Koblitz), utilizando caldeira de 65 bar. Considera-se, em 2008/09, a utilização de 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).

# METAS DE CONSUMO DE BIOCOMBUSTÍVEL NOS EUA



	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Biodiesel				1,89	2,46	3,03	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79
Avançado celulósico					0,38	0,95	1,89	3,79	6,62	11,36	16,09	20,82	26,50	32,18	39,75	51,10	60,57
Avançado não celulósico				0,38	0,76	1,14	1,89	6,62	7,57	9,46	11,36	13,25	15,14	17,03	17,03	17,03	18,93
Convencional	15,14	17,79	34,07	39,75	45,42	47,70	49,97	52,24	54,51	56,78	56,78	56,78	56,78	56,78	56,78	56,78	56,78



# Relação de países e seus mandatos vigentes

---

## AMÉRICAS

Argentina – 5% de etanol

**Brasil – 27% de etanol**

Canadá – 5% de etanol

Chile – 5% de etanol

Costa Rica - 7% de etanol

**Estados Unidos – 10% de etanol**

Jamaica – 10% de etanol

México – 2% de etanol

Panamá - 2% de etanol

**Paraguai – 24% de etanol**

Peru - 7.8% de etanol



- Relação de países e seus mandatos vigentes

---

### UNIÃO EUROPEIA

Em média 5% de combustíveis renováveis

### ÁSIA E OCEANIA

China – 10% de biocombustíveis em nove províncias

Fiji – 10% de etanol e 5% de biodiesel

Índia – 5% de etanol

Indonésia – 3% de etanol e 2.5% de biodiesel

Malásia – 5% de biodiesel

Filipinas – 10% de etanol e 2% de biodiesel

Coreia do Sul – 2% de biodiesel

Taiwan – 3% de etanol e 1% de biodiesel

Tailândia – 5% de biodiesel

Vietnã – 5% de etanol



## - Relação de países e seus mandatos vigentes

### ÁFRICA

Angola – 10% de etanol

Etiópia – 5% de etanol

Quênia – 10% de etanol em uma de suas principais cidades

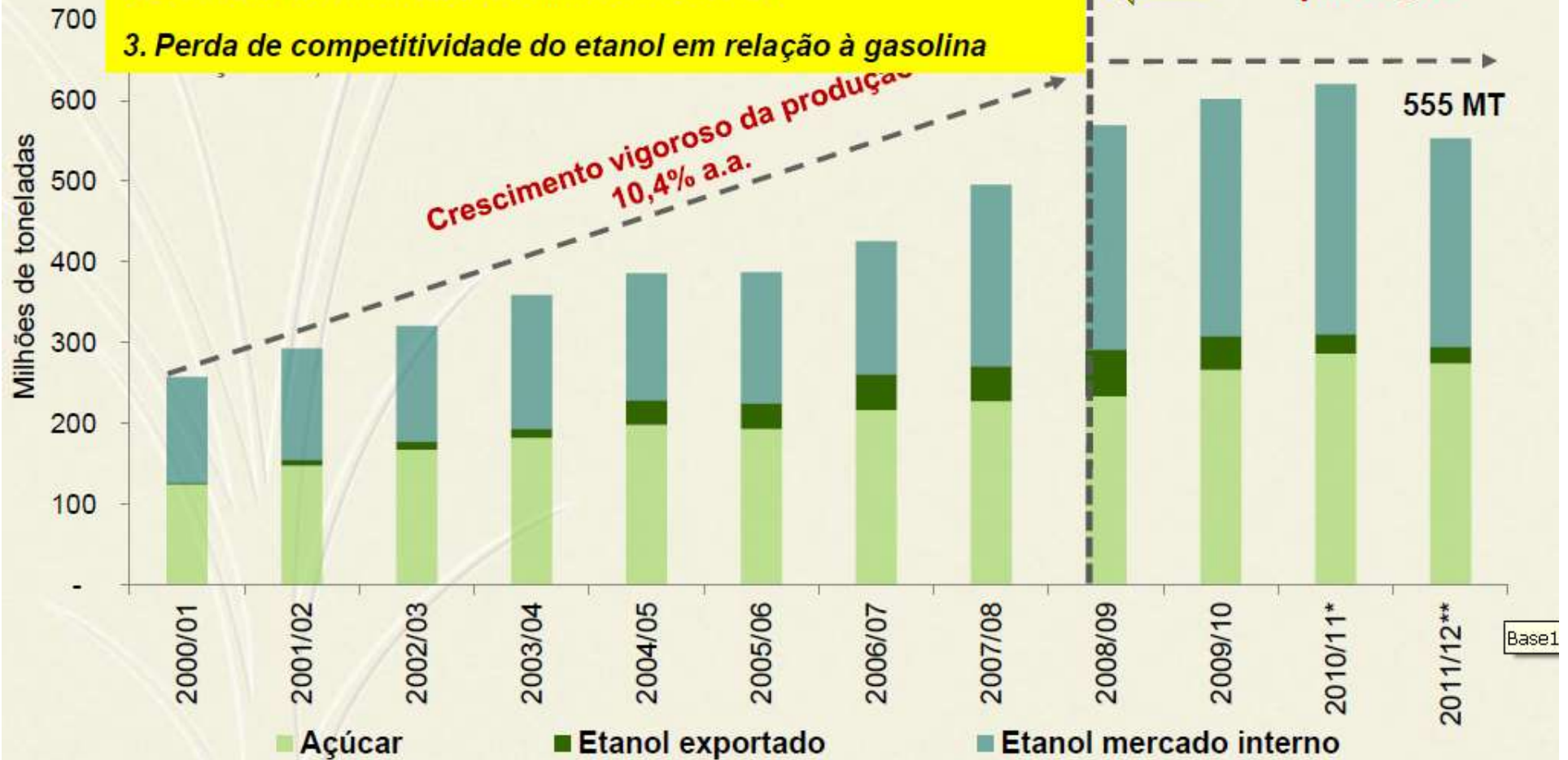
Malawi – 10% de etanol

Sudão – 5% de etanol

# RETRATO DA DÉCADA

1. Crise financeira mundial → compra de empresas em dificuldades
2. Problemas climáticos nas últimas três safras
3. Perda de competitividade do etanol em relação à gasolina

Desaceleração da produção





# **AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A RETOMADA DO CRESCIMENTO RENOVABIO**





# RENOVABIO



## 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**



ANP, 2019.

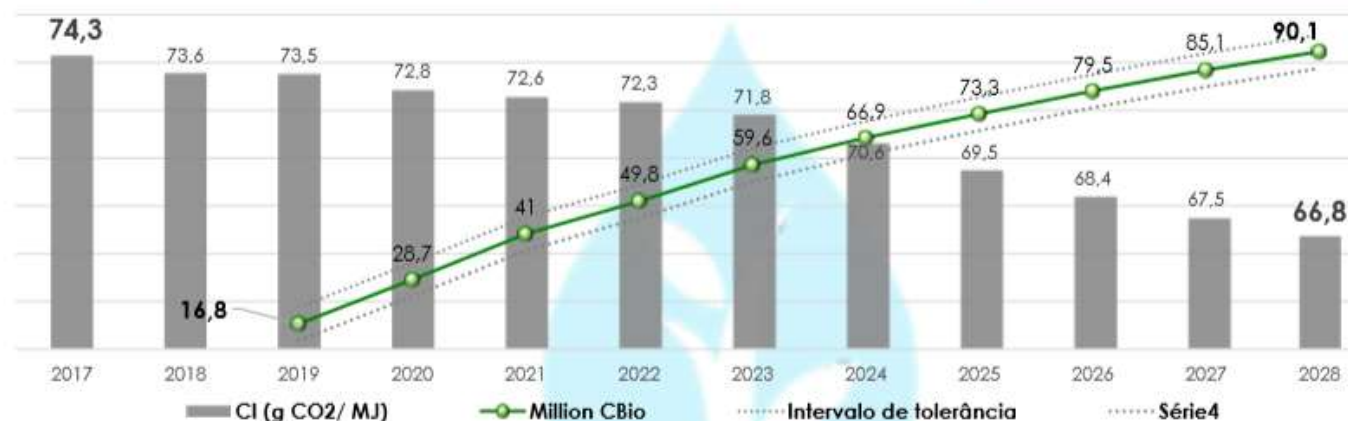




# RENOVABIO



## 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)

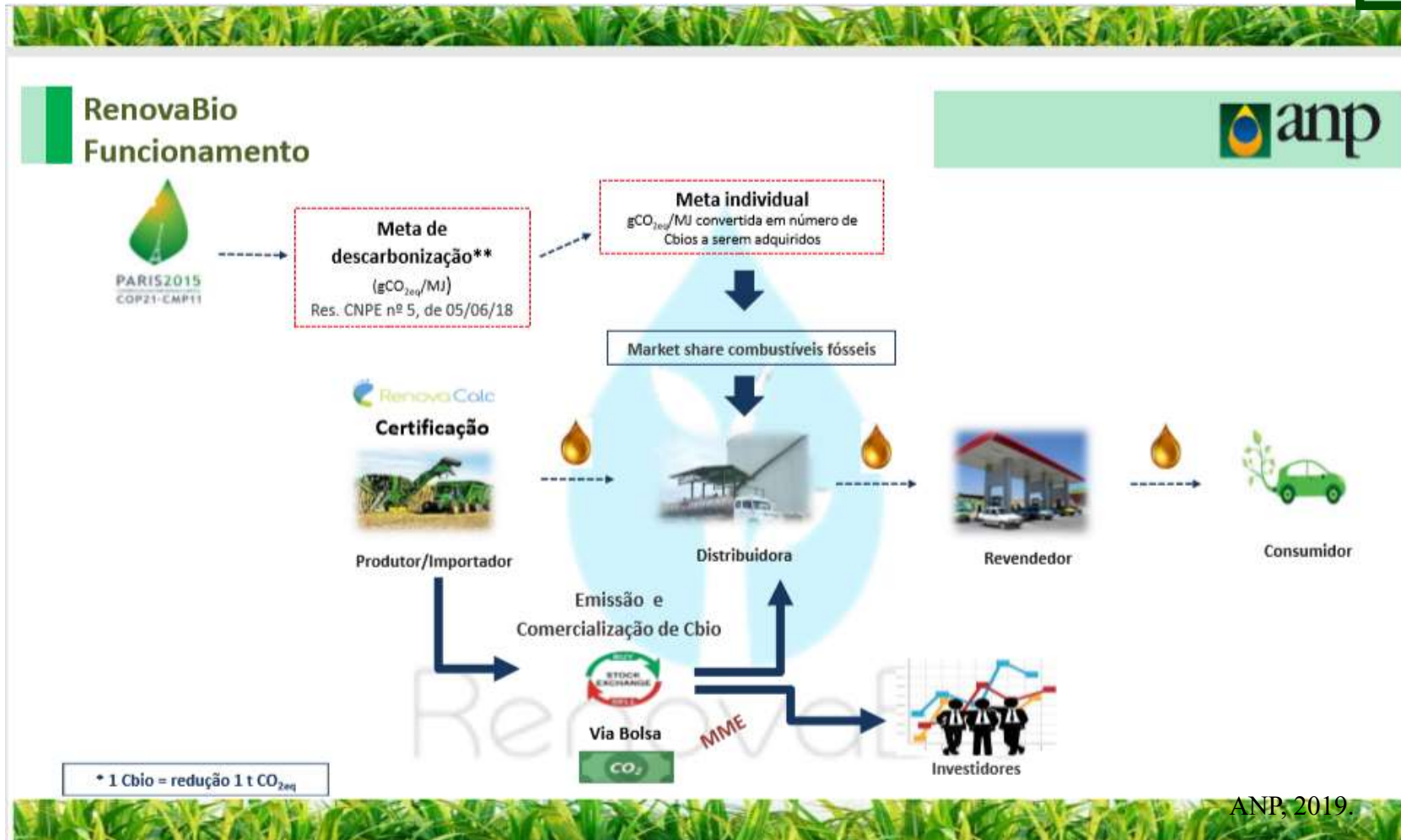
### Resolução CNPE nº 15/2019

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





# RENOVABIO





# RENOVABIO



## Rotas de Produção



Biodiesel



Biometano



Combustíveis alternativos  
(rota HEFA)



Etanol combustível de primeira geração de cana-de-açúcar



Etanol combustível de primeira e segunda geração (usina integrada)



Etanol combustível de segunda geração



Etanol combustível de cana-de-açúcar ou milho (milho "flex")



Etanol combustível de milho



Etanol combustível importado produzido a partir de milho

Possibilidade de Inclusão de Novas Rotas – Conforme Resolução ANP



Rotas de produção de biocombustíveis aptas a obter o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis – Fase inicial





# RENOVABIO



Cálculo das emissões do produtor por Análise de Ciclo de Vida (ACV)

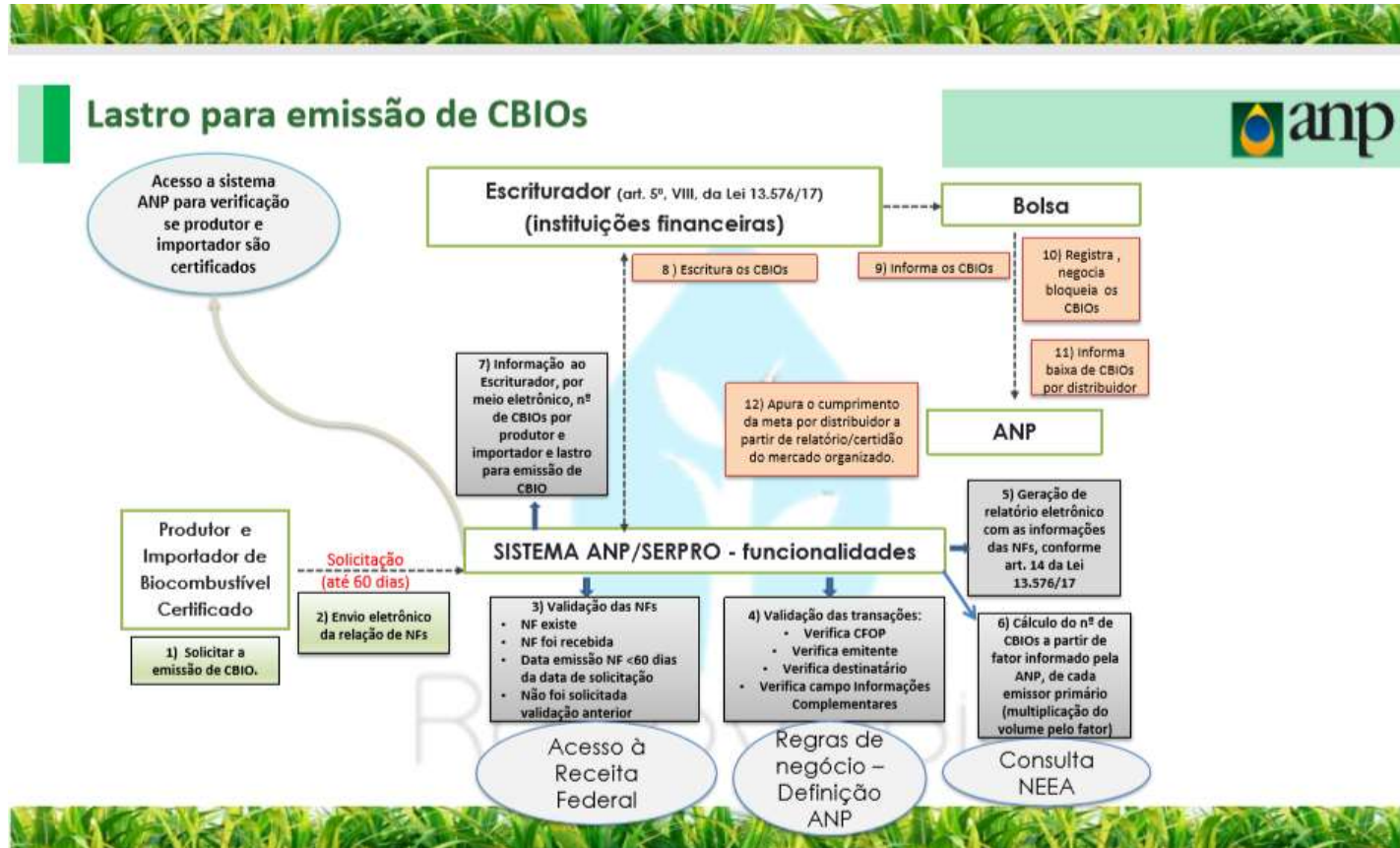


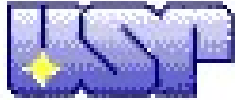
RenovaCalc  
g CO<sub>2eq.</sub> /MJ





# RENOVABIO





# RENOVABIO



## RENOVABIO – Agenda 2030

Capilaridade da indústria sucroenergética



Fonte: MORAES, M.A.F.D.de et. al. (2010). Nota: \* municípios com mais de 100 hectares de cana-de-açúcar.

**Benefícios estimados para 2030 com a ampliação do etanol e o atendimento das metas da NDC brasileira:**

- ✓ Geração de **750 mil empregos** diretos e indiretos.
- ✓ **US\$ 40 bilhões de investimento.**
- ✓ **Redução de gastos com saúde pública, mortes e internações** relacionadas ao uso de combustíveis fósseis.
- ✓ **Economia de US\$ 45 bilhões à balança comercial** (redução da importação de gasolina em 95 bilhões de litros).
- ✓ Redução total de emissões – **571 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq.**
- ✓ Interiorização do desenvolvimento (mais de 1600 municípios com cultivo de cana-de-açúcar)\*.
- ✓ **Ativação do comércio e da indústria nacional** (máquinas, equipamentos, etc.).





# RENOVABIO



## Desafios do RenovaBio



- Startup do Programa
  - ✓ Certificações
  - ✓ Mercado CBIOS
  - ✓ Ajustes
- Novas rotas de biocombustíveis
  - ✓ Biometano
  - ✓ Bioquerosene de aviação
- Estabilidade Regulatória
  - ✓ Instabilidade histórica do mercado de etanol desde a década de 1970
- Investimentos



Investimento médio para novas unidades e para expansão das existentes

CAPEX	R\$ (Dez. 2017) / tC
<b>Expansão de unidades existentes (Brownfield)</b>	<b>256,0</b>
<b>Novas unidades (Greenfield)</b>	<b>359,8</b>
Industrial (inclui cogeração otimizada)	287,6
Maquinário Agrícola (inclui caminhões)	67,9
Arrendamento (região Centro-Oeste)	4,3

Fonte: EPE com base em CTBE (2018)

Investimento estimado para novos projetos e expansões

Copex (R\$ bilhões)	Baixo	Médio	Alto
<b>Greenfields</b>	25,2	39,7	46,4
<b>Brownfields</b>	8,0	14,0	40,0
<b>Total</b>	<b>33,2</b>	<b>53,7</b>	<b>86,4</b>

Fonte: EPE com base em CTBE (2018) e UNEM (2018)





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---



- Há um mercado muito promissor para a indústria sucroenergética brasileira;
- Há necessidade de aumentos expressivos em produtividade agrícola/industrial e de construção de novas unidades;



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---



- Há necessidade de muita seriedade e profissionalismo na condução do RenovaBio. Bem como políticas públicas bem definidas no tocante à tributação de combustíveis e de definição da matriz energética do país. Com isso, a expectativa, no médio e longo, é de se atrair grande investimentos para o Setor Sucroenergético brasileiro.