



Universidade de São Paulo – USP



*Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN*



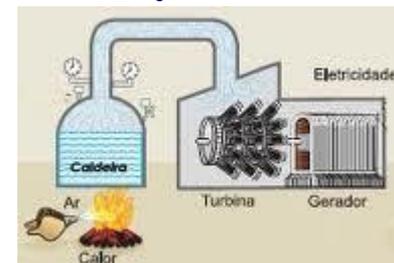
AÇÚCAR E ÁLCOOL - LAN 1458



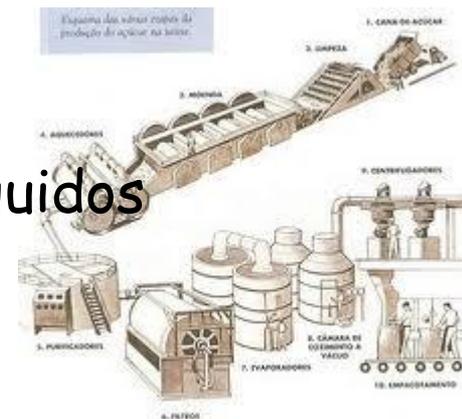
**Indústria sucroenergética:
Açúcar e etanol - importância e
cenário atual**



Prof. Antonio Sampaio Baptista



1. Introdução
2. Panorama geral
- 3 Distribuição da cana-de-açúcar no mundo
4. Cana-de-açúcar no Brasil
5. Produção agrícola e meio ambiente
6. Impacto econômico da cana-de-açúcar no Brasil
7. Área Agrícola para Expansão
- 8 . RENOVABIO**
9. Baterias elétricas vs Combustíveis líquidos
10. Fluxogramas industriais
11. Considerações finais
- 12 Referências



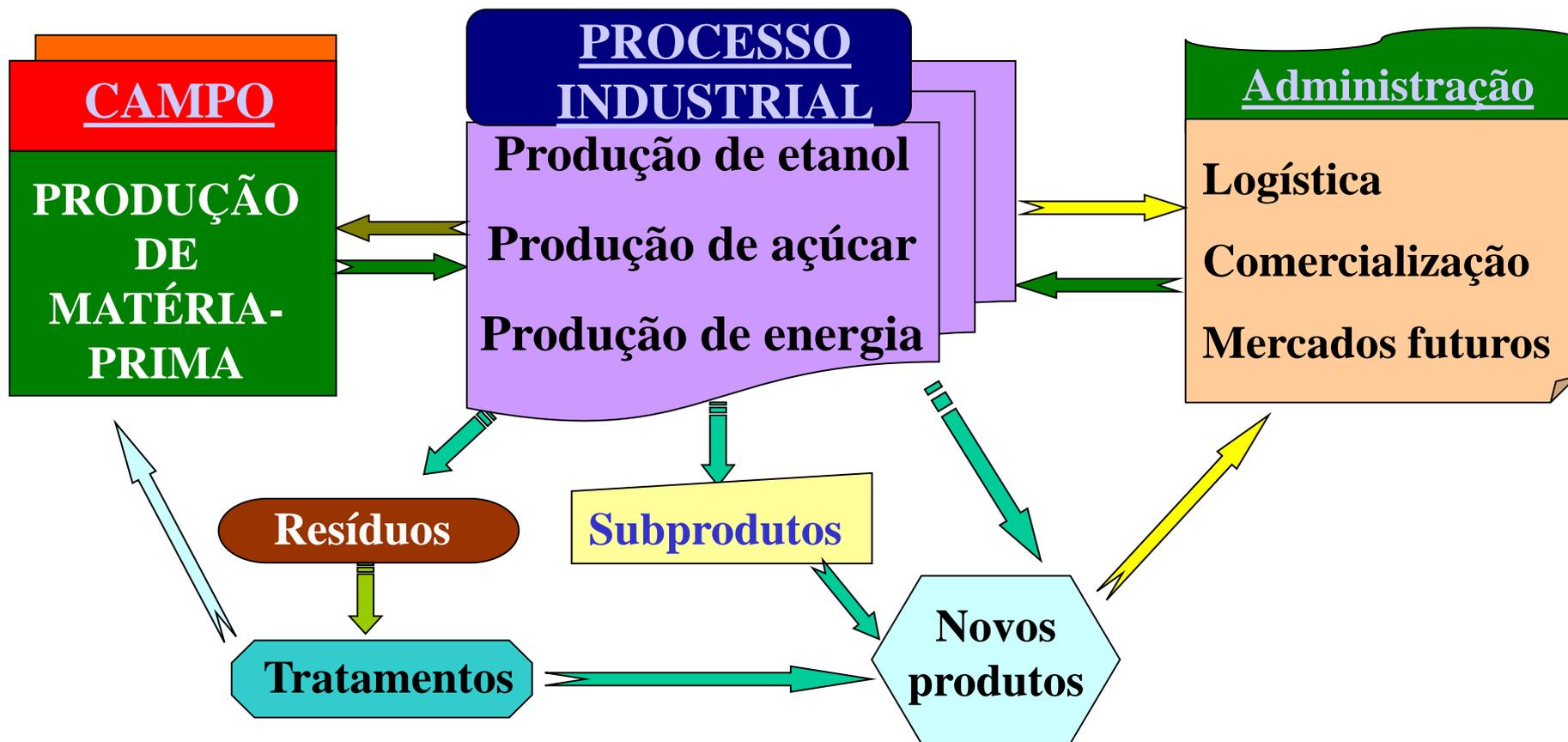
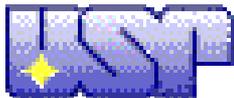


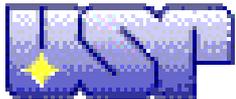
Figura 1 -Organograma simplificado da cadeia sucroenergética



2 Considerações gerais



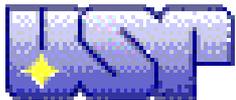
- Origem da cana
- Quando a cana chegou ao Brasil: Martim Afonso de Souza - 1532.
- Produção exclusiva de açúcar e rapadura: 1532 - 1920
- Cana para a produção de álcool combustível: 1923
- Criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA): década de 30 do século passado



2 Considerações gerais



- Crise do petróleo - 1975: origem do Proalcool - Programa Nacional do Álcool
- Tecnologia do motor a álcool: 1979
- Em 1988, o álcool representou 59,5 % do consumo total de combustível Otto.
- Crise do álcool no Brasil: 1989 (perda da confiança do consumidor) - crise no setor sucroalcooleiro



2 Considerações gerais



- Venda de carro a álcool em 1997/1998: 0,3 %
- Início das vendas de carros Flex-fuel no Brasil: 2003
- Venda de carro Total flex em JAN/2019: 87,59 %
- Conquistas obtidas com a indústria sucroenergética
 - Rede de distribuição de combustível alternativo: + de 38600 postos de distribuição em todo o Brasil;
 - Desenvolvimento de tecnologia automotiva: motor álcool;
 - Desenvolvimento em biotecnologia: novas variedades de cana-de-açúcar;
 - Matriz energética mais renovável do mundo.



2 Considerações gerais



- - Álcool como poupador de divisas:
- \cong U\$S 350 bilhões (1975 - 2019)
- Produção atual de açúcar: 29,04 milhões t, sendo 11,00 milhões de t destinadas ao mercado interno e 18,04 milhões t para o mercado externo);
- Produção atual de etanol (2019/20): 33,10 bilhões de litros;
- ✓ Brasil: em torno de 1,0 milhão de empregos diretos e indiretos.



2 Considerações gerais



BALANÇO DE SAFRA 2019/2020

CANA

CENTRO-SUL	573,125 MILHÕES tC
NORDESTE	47,707 MILHÕES tC
BRASIL	620,832 MILHÕES tC

AÇÚCAR

CENTRO-SUL	26,510 MILHÕES DE t
NORDESTE	2,530 MILHÕES DE t
BRASIL	29,04 MILHÕES DE t

ETANOL

CENTRO-SUL	30,953 BILHÕES DE L
NORDESTE	2,150 BILHÕES DE L
BRASIL	33,100 BILHÕES DE L

2 - Panorama geral

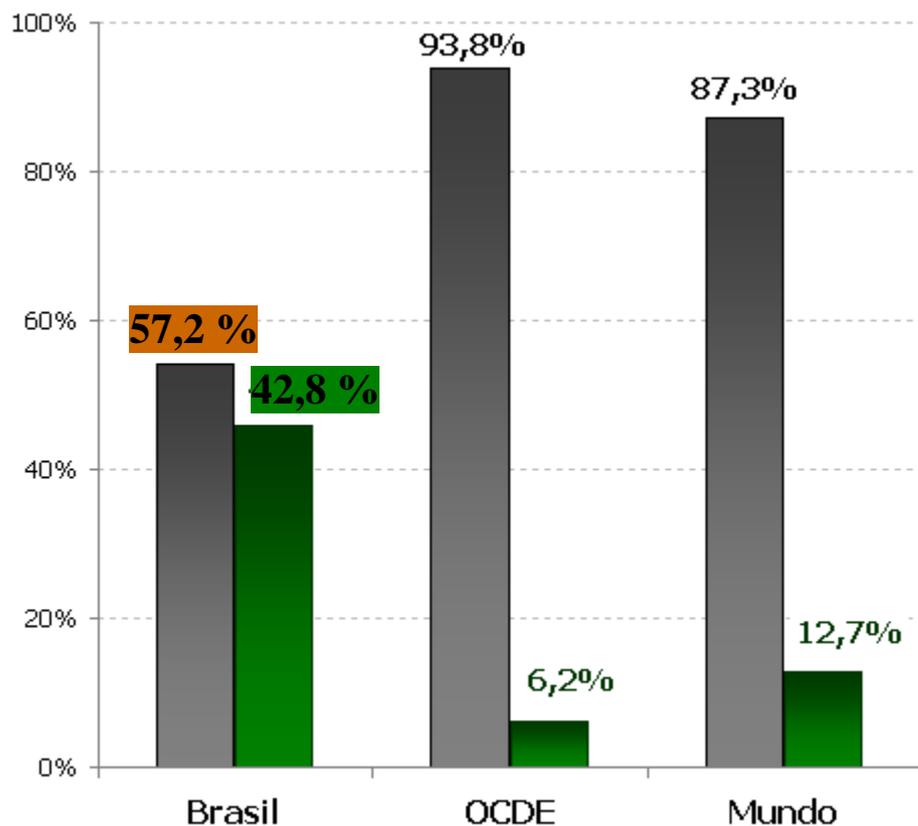
Matriz energética – Mundo e Brasil

Participação no consumo total

2,1%

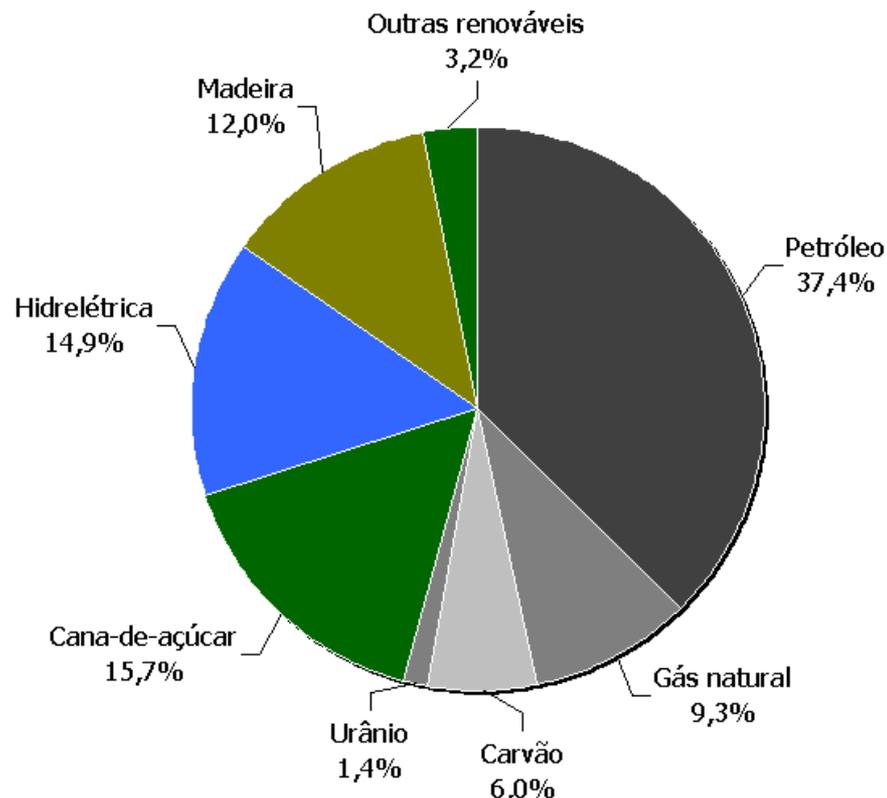
48,5%

100%



Fontes renováveis:

42,8%

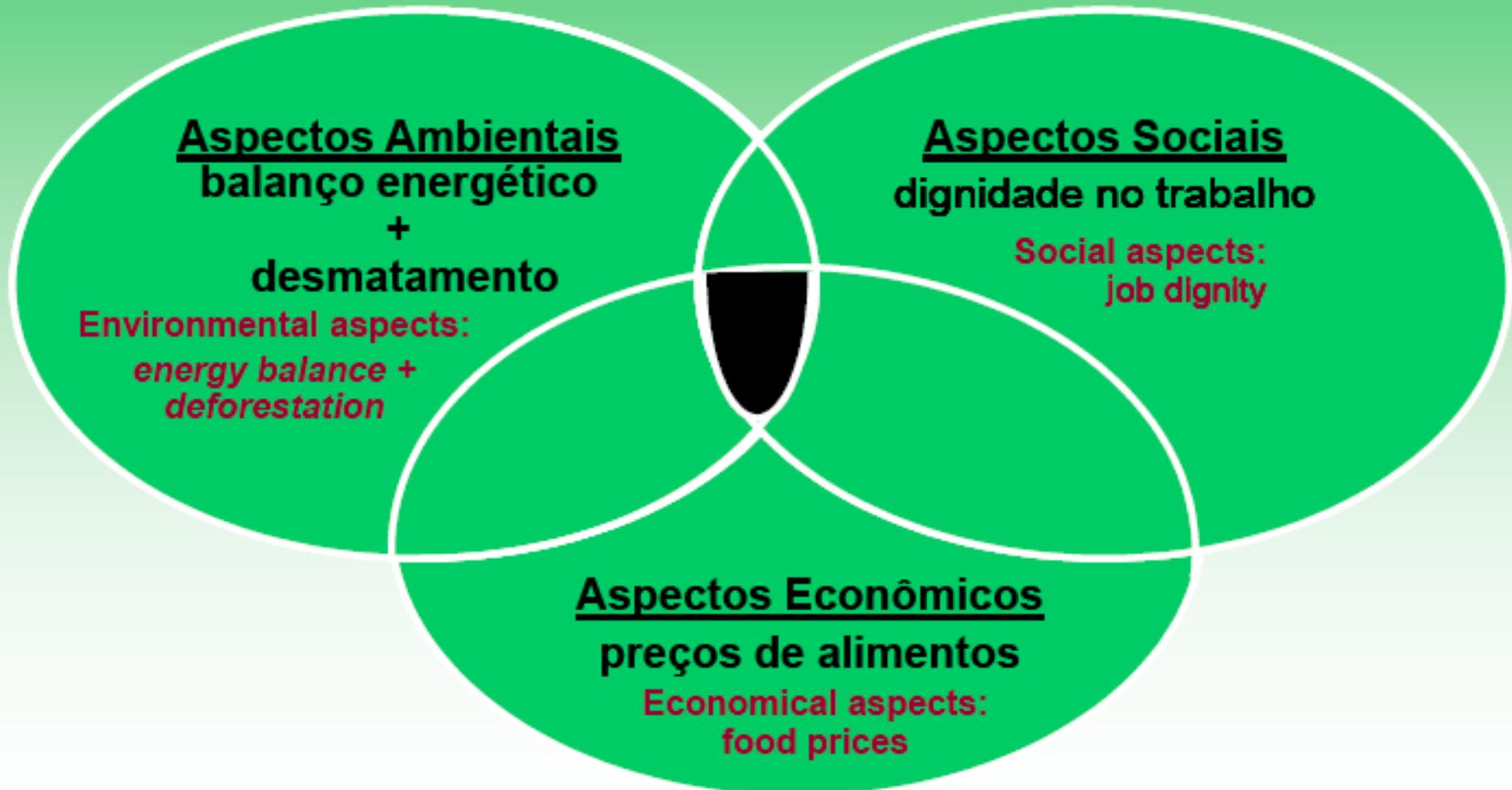


A cana-de-açúcar passou a ser a 2ª principal fonte de energia a partir de 2015.

Total do Mundo: 11.434 Mtep

Desafios atuais da SUSTENTABILIDADE

SUSTAINABILITY'S CURRENT CHALLENGES



SUSTENTABILIDADE SOCIAL

SOCIAL SUSTAINABILITY

1 MILHÃO DE NOVAS VAGAS DE TRABALHO
1 MILLION NEW JOBS

Maior número de CONTRATOS DE TRABALHO FORMAIS no setor agrário
(cumprindo leis trabalhistas)

More formal employment contracts in the agriculture sector
(in accordance with statutory labor regulations)

TRIBUNAIS ATUANTES DA JUSTIÇA TRABALHISTA
Federal Labor Courts active in Labor lawsuits settlements

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO ATUANTE
General Public Attorney active in employment and labor legal suits

APLICAÇÃO de leis trabalhistas e FISCALIZAÇÃO permante
Labor Law implementation, enforcement and compliance

SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

SOCIAL SUSTAINABILITY

BRASIL: PRODUÇÃO E ÁREA DE GRÃOS



Fonte: R. RODRIGUES, 2014

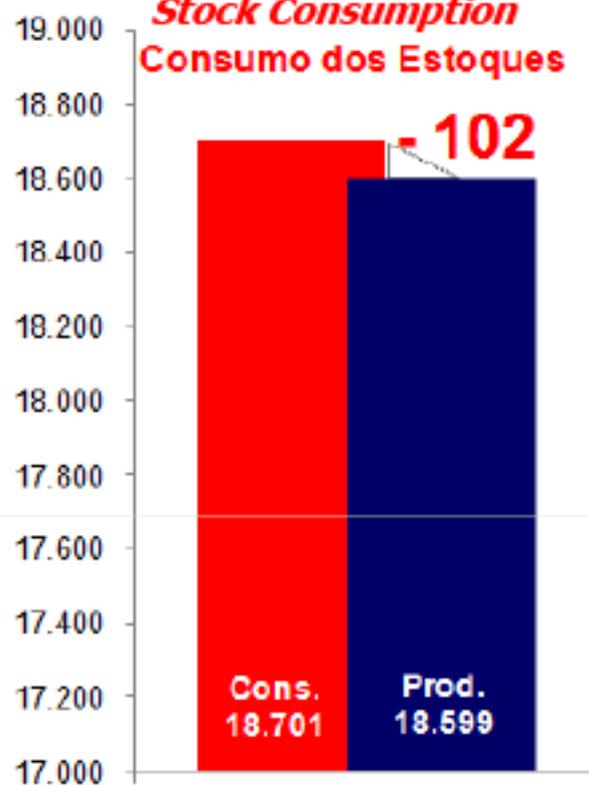
Produção com sustentabilidade

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%
ÁREA DISPONÍVEL	96	11,3%	28,2%

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

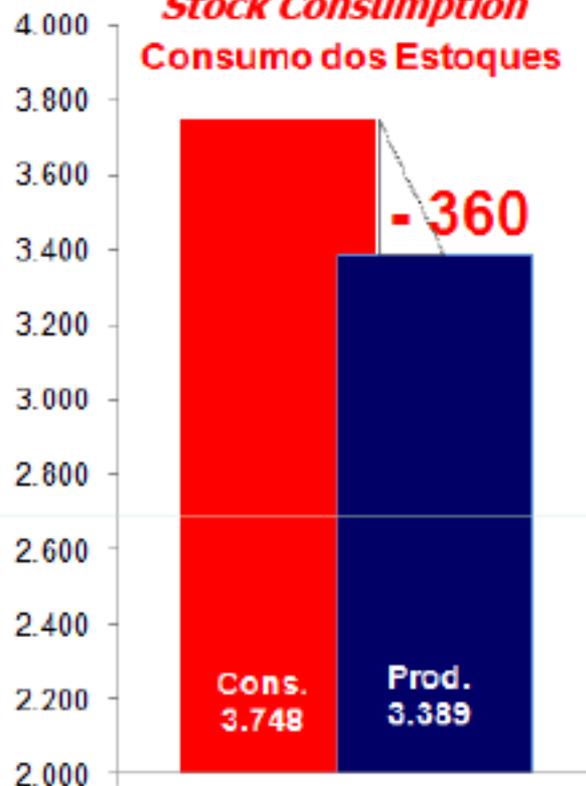
World Grain Production x Consumption: total from 2000/01 to 2008/09

Stock Consumption
Consumo dos Estoques



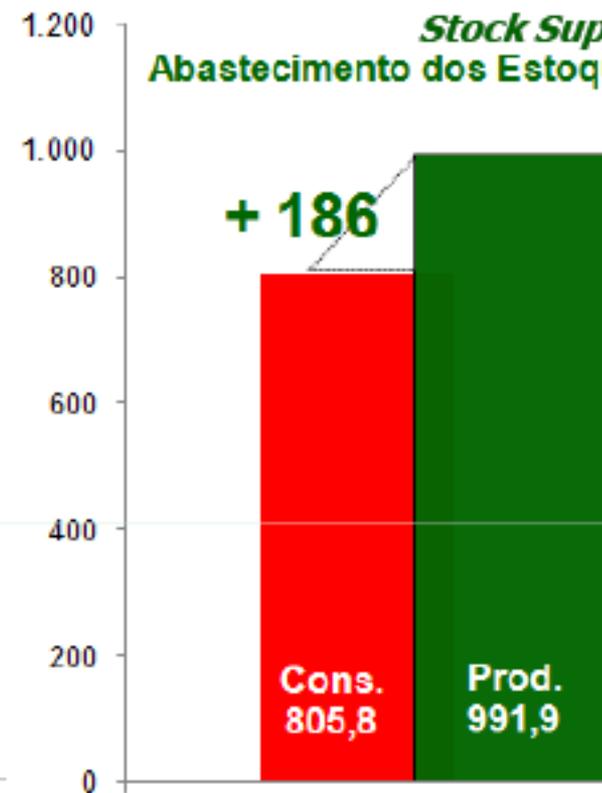
MUNDO
WORLD

Stock Consumption
Consumo dos Estoques



CHINA

Stock Supply
Abastecimento dos Estoques



BRASIL

O Brasil produz excedentes para abastecer os estoques mundiais

(em milhões de toneladas)

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

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

2.000 Km

Amazon Rain Forest

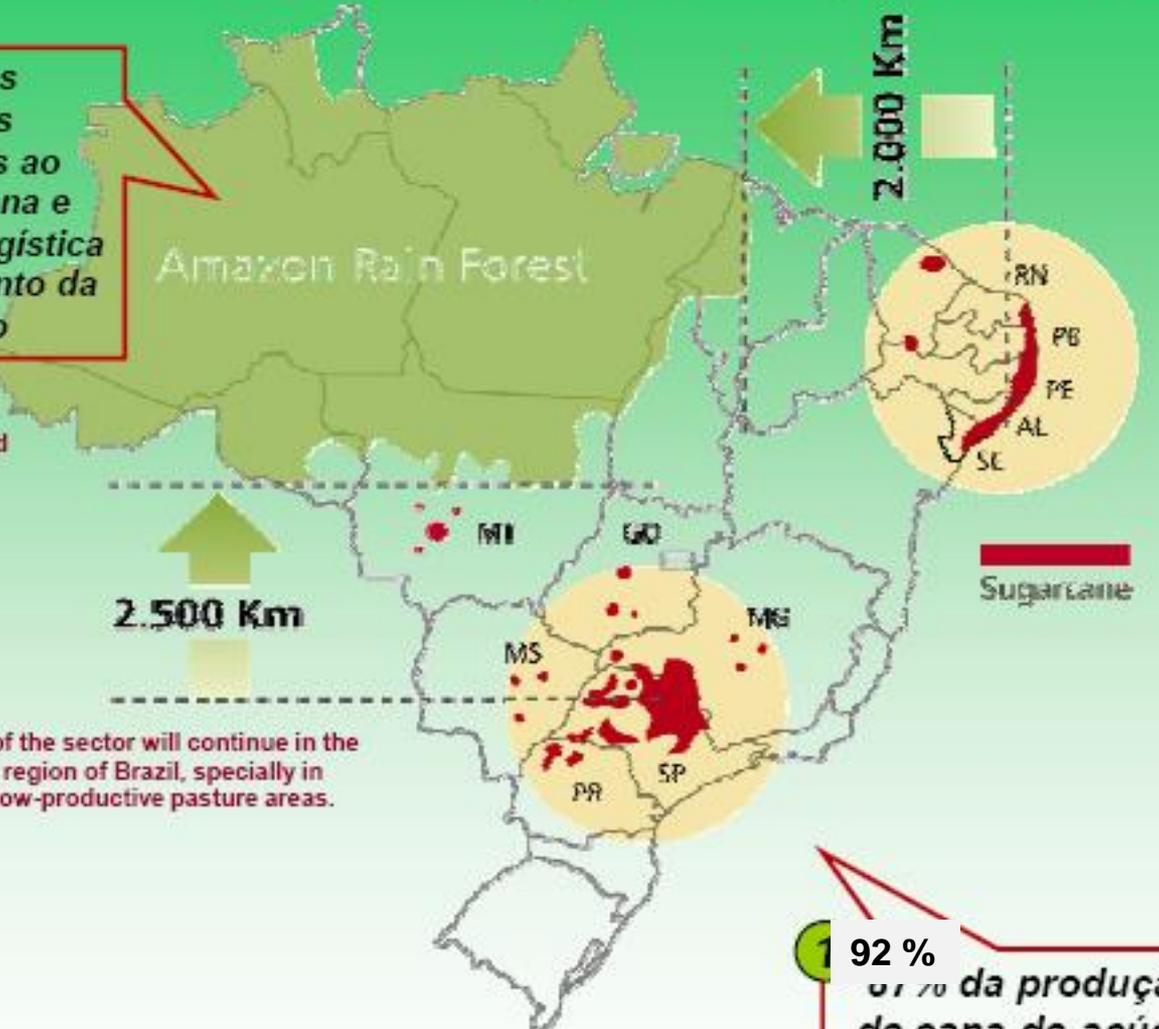
Sugarcane

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

1

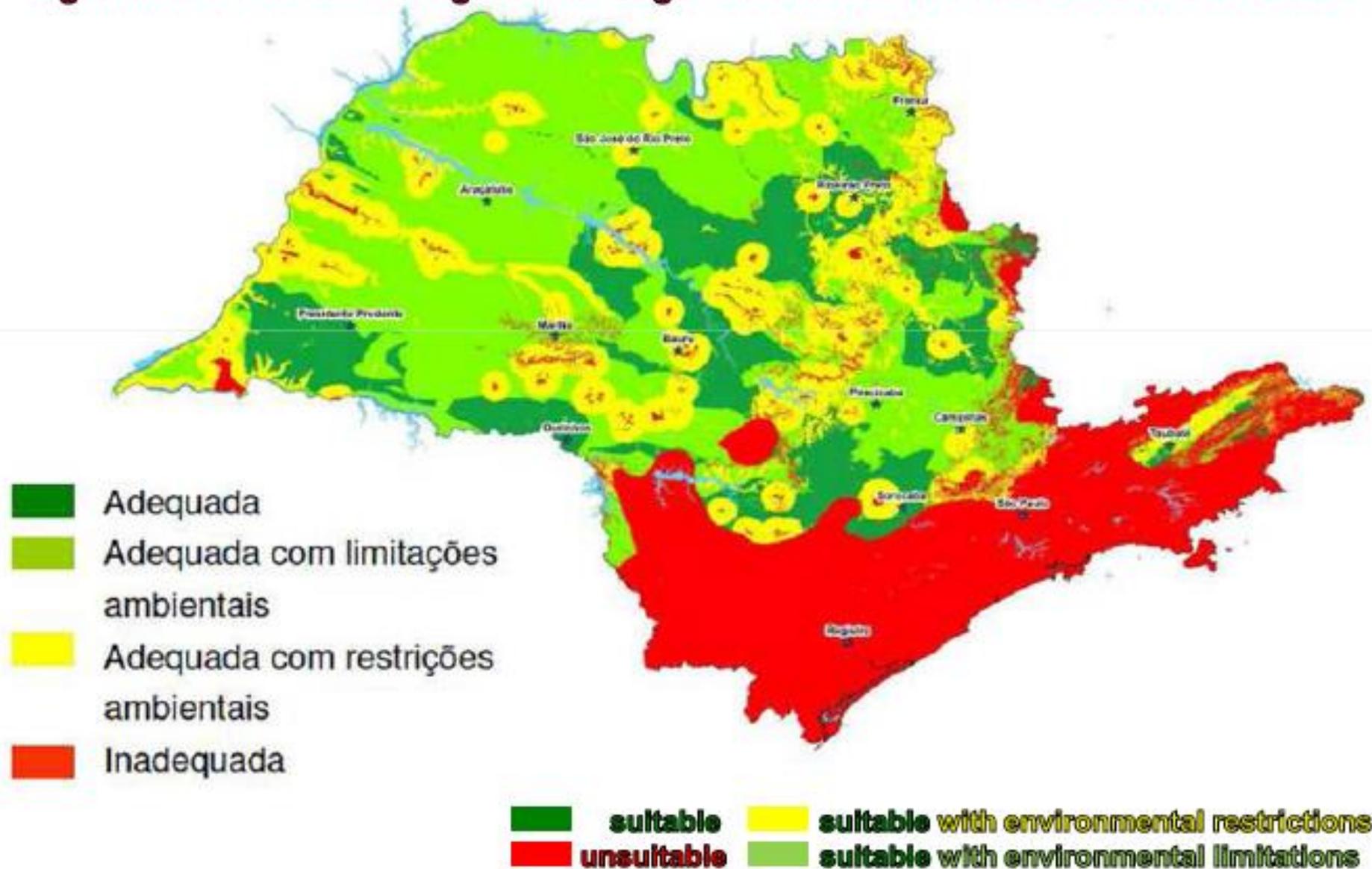
92 %
da produção
de cana-de-açúcar

92 %
of sugarcane
production.



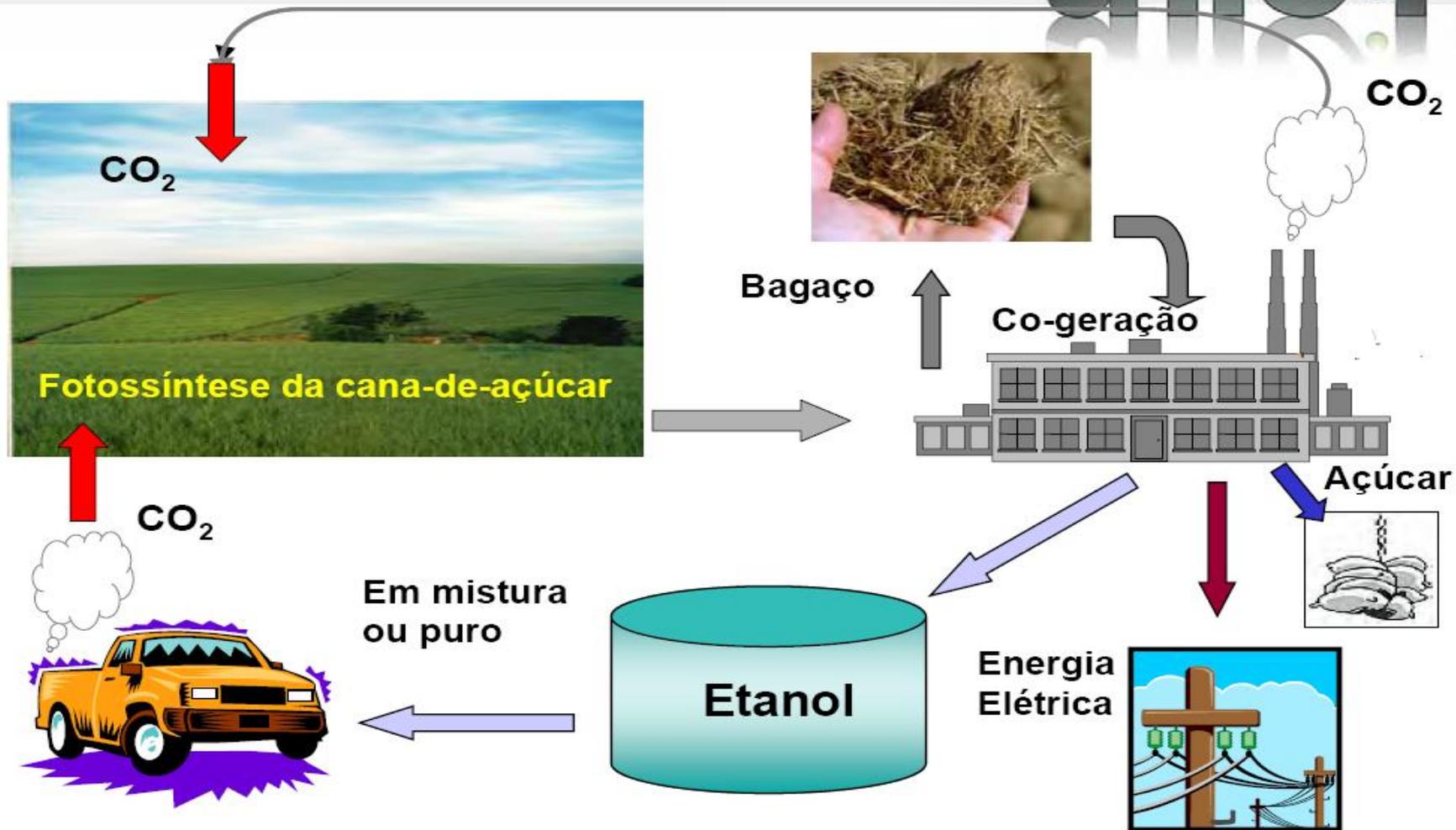
Zonamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo

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



De ponta a ponta

O etanol gera benefícios ambientais desde o momento em que a cana brota no campo, absorvendo a maior parte do gás carbônico gerado em sua produção e consumo

Os dados abaixo são relativos à emissão de CO₂ para cada mil litros de etanol produzido e consumido:

1) Cultivo e colheita*: Tratores, colheitadeiras e insumos agrícolas emitem gás carbônico (CO₂). A colheita manual precisa da queima da palha da cana, que também gera emissões.
Emissão total: 2.961 kg CO₂



2) Crescimento: A cana é uma "esponja" natural, que absorve grandes volumes de CO₂ enquanto cresce.
Absorção: 7.650 kg CO₂

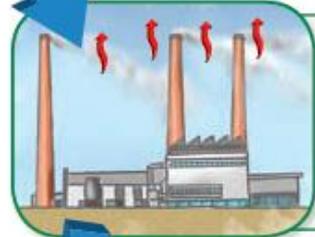


6) Motor dos automóveis: A queima do etanol gera **1.520 kg de CO₂**



No ciclo completo, a emissão de CO₂ pelo etanol é **89% menor** que a da gasolina

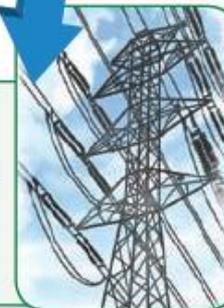
3) Processamento: A fermentação e a queima do bagaço para a geração de energia emitem CO₂.
Emissão: 3.604 kg de CO₂



5) Transporte: O etanol é transportado para os postos de combustível em caminhões movidos a óleo diesel.
Emissão: 50 kg de CO₂



4) Bioeletridade: O uso do bagaço para geração de eletricidade e energia excedente evita as emissões na atmosfera.
Emissão evitada: 225 kg de CO₂



BALANÇO FINAL

Emissões geradas (1+3+5+6): 8.135 kg CO₂
Emissões reabsorvidas + evitadas (2+4): 7.875 kg CO₂
Emissões geradas - evitadas: 260 kg CO₂
Emissões com uso equivalente de gasolina: 2.280 kg CO₂

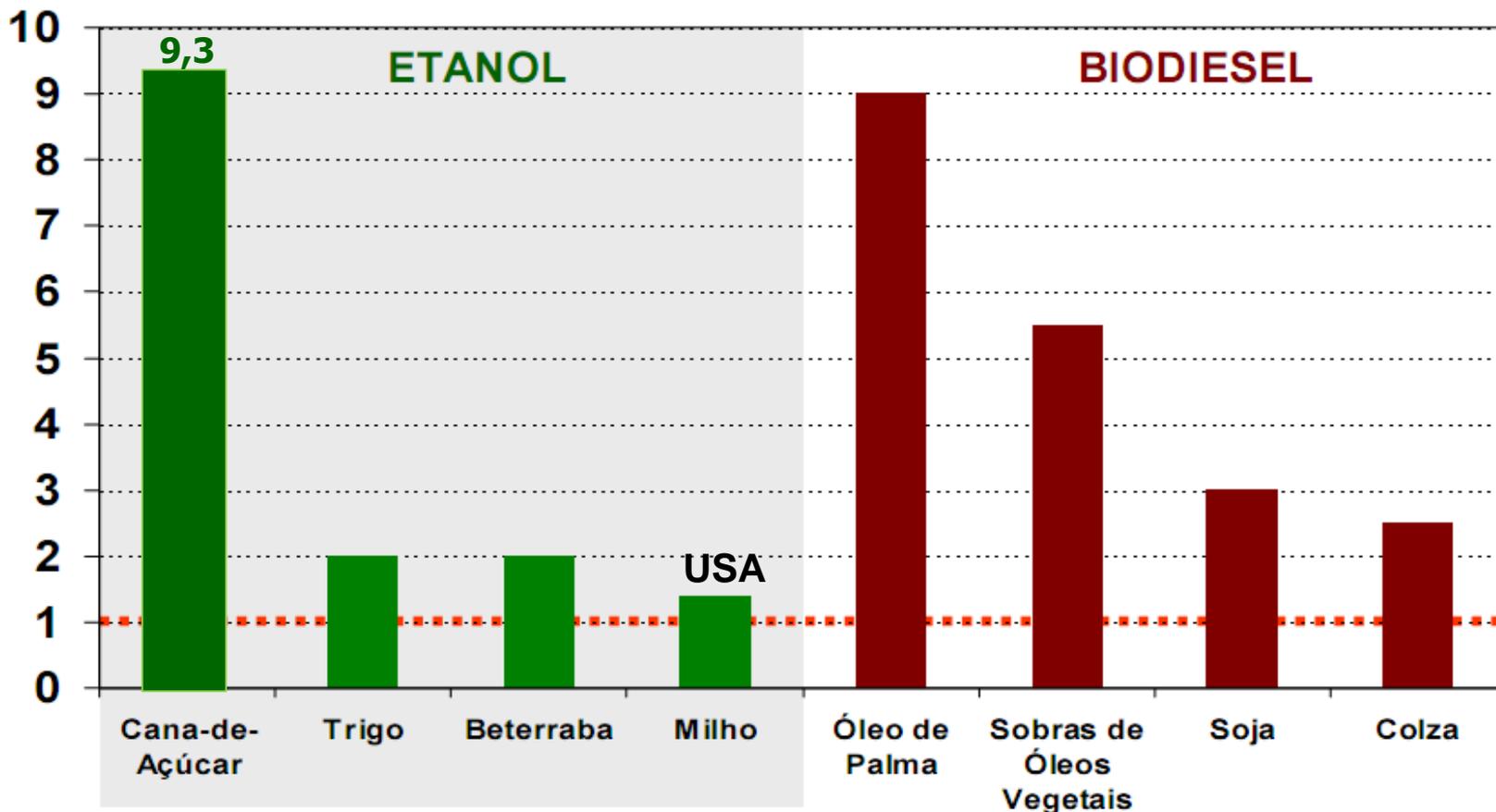
Em 2008, a safra brasileira de álcool atingiu 27 bilhões de litros. Consumido nos motores dos veículos, esse volume de etanol evita a emissão de 53 milhões de toneladas de gás carbônico, o equivalente à absorção de CO₂ de uma floresta adulta de 100 milhões de árvores!

*Admitido 50% de colheita mecanizada e 50% de colheita manual.

Fontes: Professor Isaltis Macedo, UNICAMP; Joaquim Seabra, Tese de Doutorado UNICAMP 2008

Balanco Energético

Energia contida no combustível / Energia fóssil utilizada para produzi-lo



- * Combustíveis completamente não renováveis possuem valor inferior a 1.
- * Valores superiores a 1 indicam quanto renovável é o combustível.

4. Produção agrícola e aspectos sócio-ambientais

- ✓ Co-geração para a produção da própria energia e venda o excedente à companhia distribuidora;
- ✓ Geração de créditos de carbono (Protocolo de Quioto).
- ✓ 1 tonelada de cana processada: Excedente de 60 a 80 kWh.

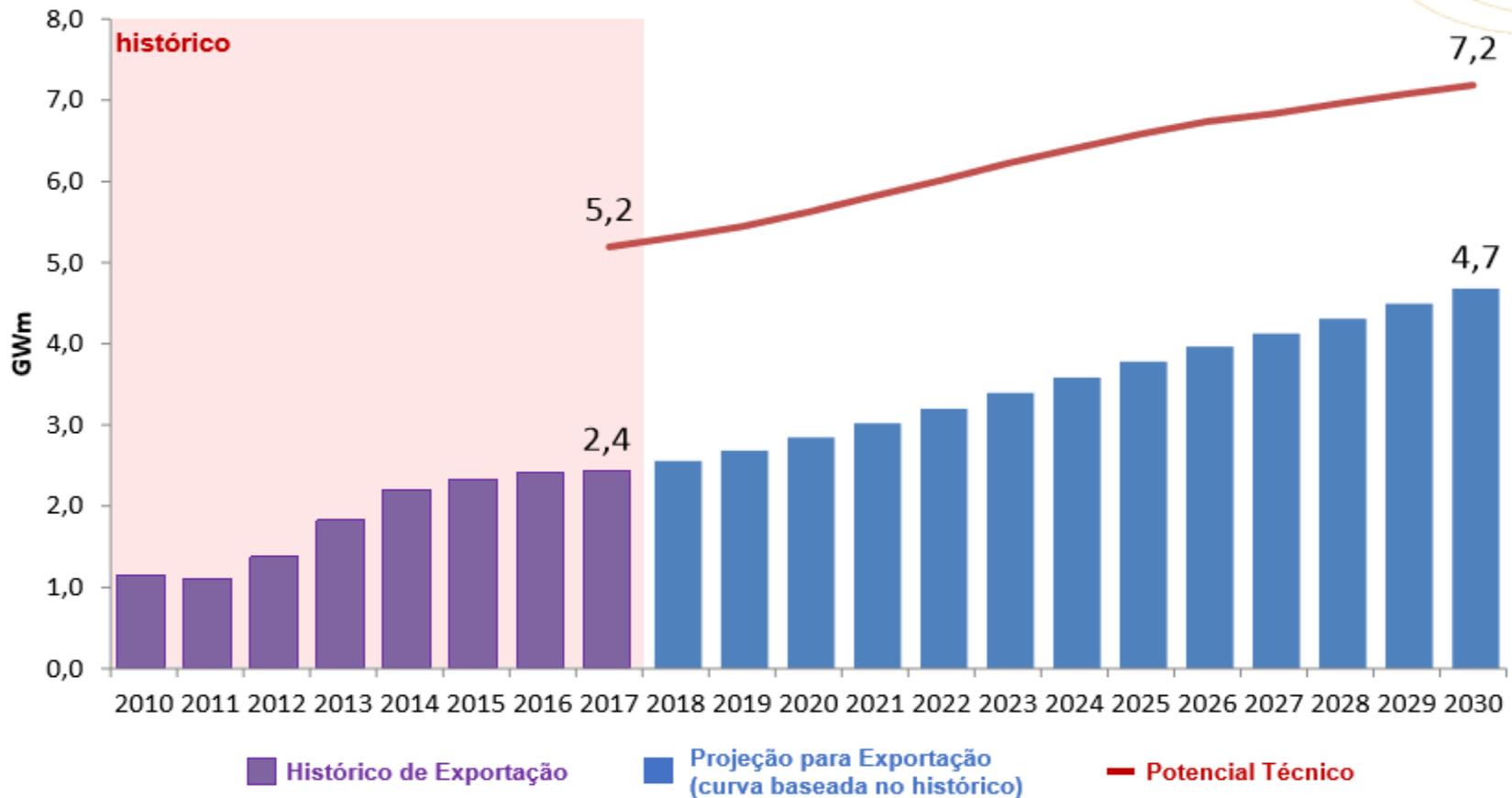




Produção agrícola e aspectos sócio-ambientais



BIOELETRICIDADE - POTENCIAL DE EXPORTAÇÃO A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA



2 Distribuição da cana-de-açúcar no mundo

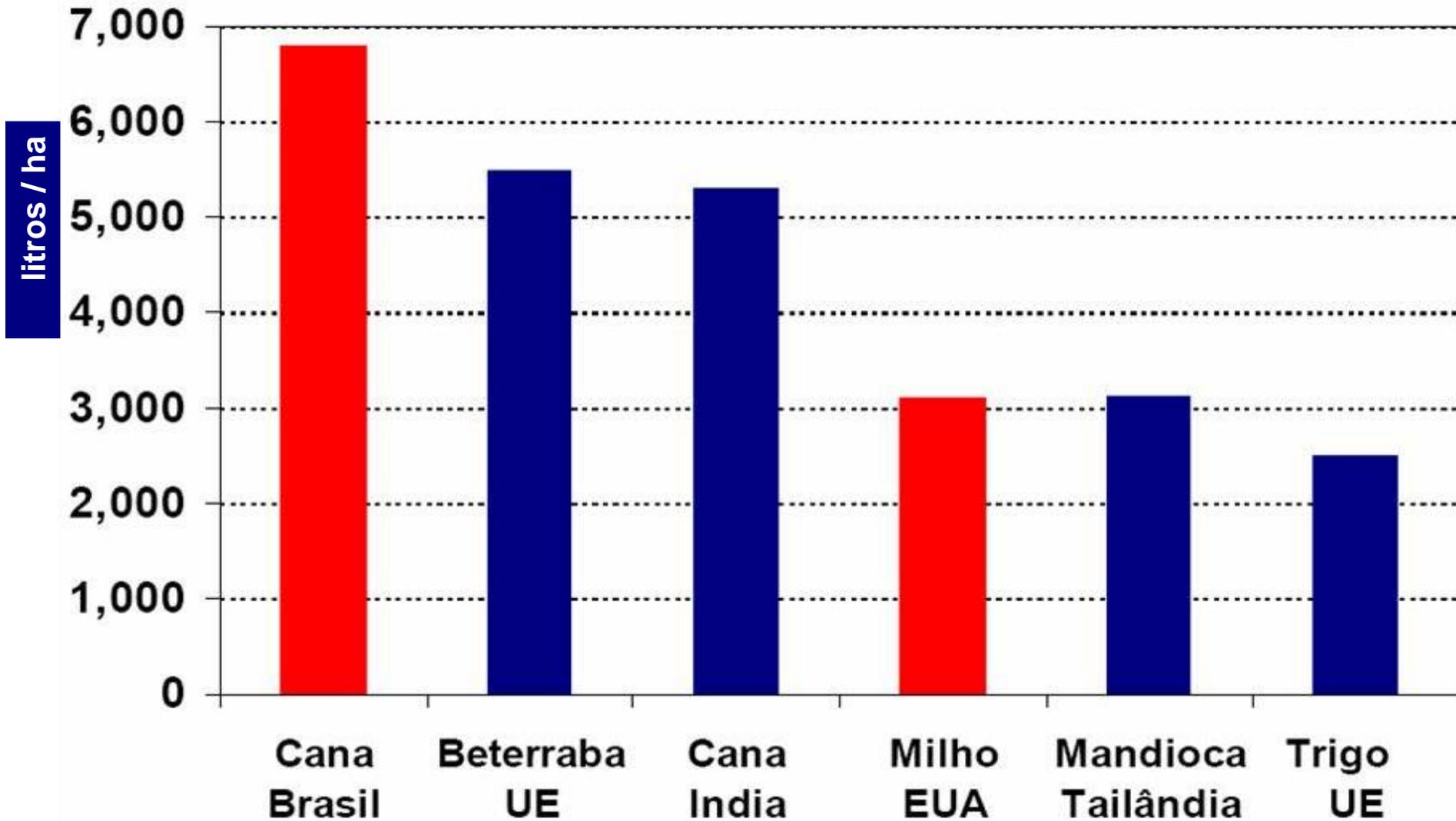
Tabela 2 - Principais países produtores de cana-de-açúcar

País	Prod. (milhões de t)	% part.	Área plantada milhões de ha	% part.
Brasil	335,50 * (620,80*)	33,00	8,76*	(7,9*) 30,52
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
Colômbia	40,00	2,56	0,45	2,05
Austrália	36,00	2,31	0,42	1,91
Outros	335,95	21,56	4,72	21,47
Total	1.557,66	100,00	21,98	100,00

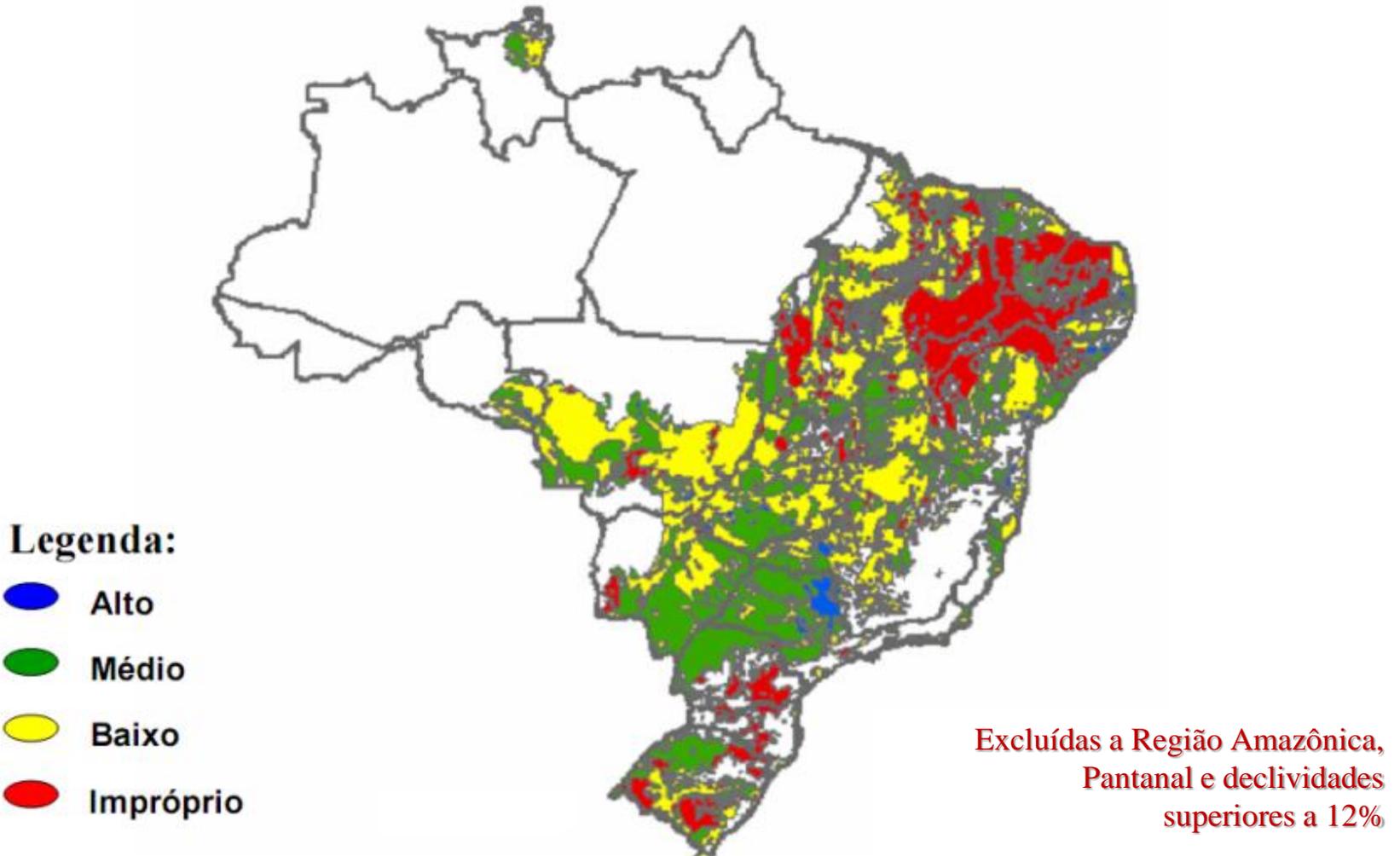
Datagro: 2017; Unica, 2019; Udop, 2010.

*Estimativa para a safra 2019/2020 - UNICA

Etanol: produtividade por cultura

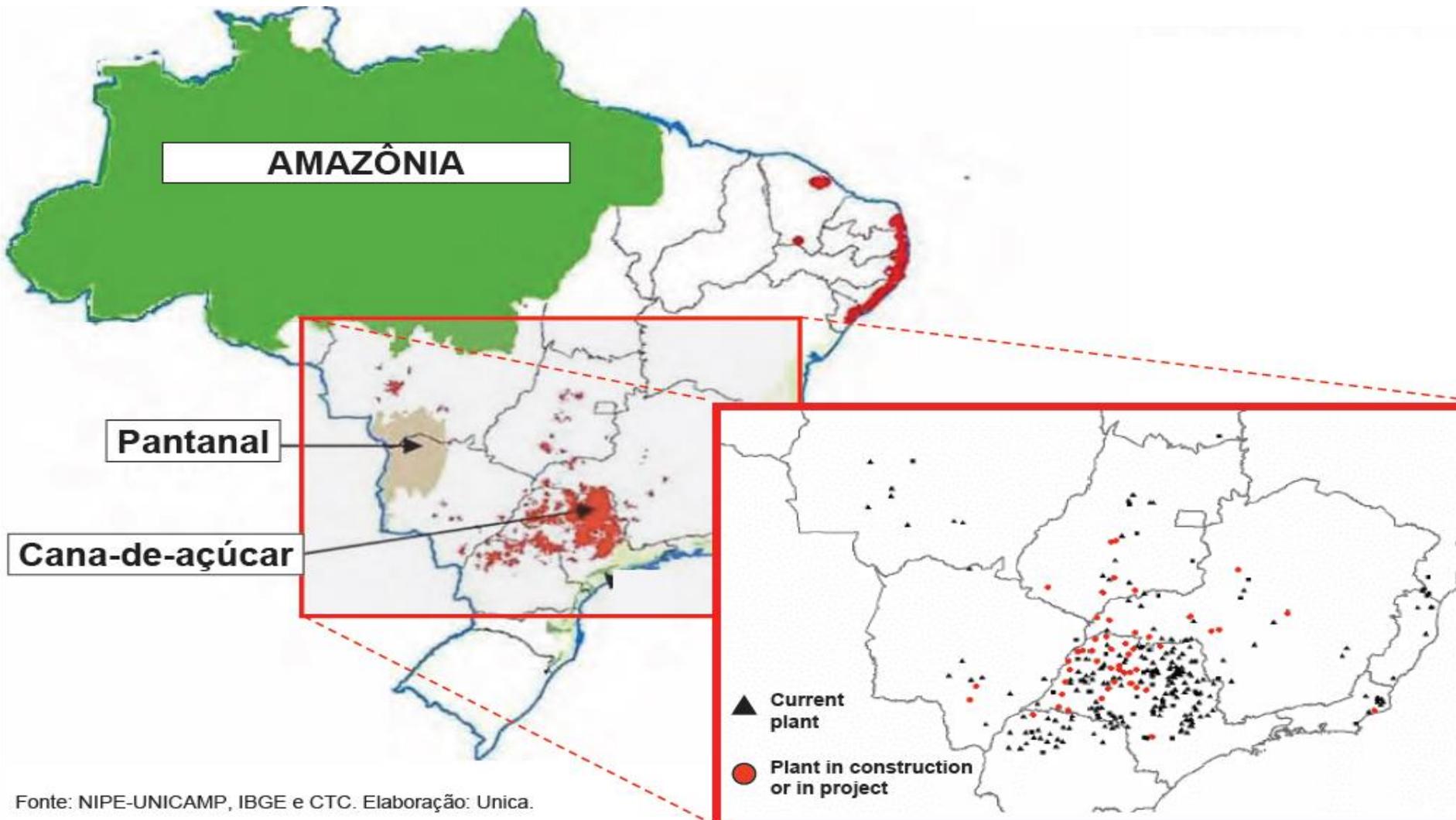


Solo e clima adequados a produção de cana-de-açúcar sem irrigação



5.3 Localização de usinas no Brasil

BRASIL: LOCALIZAÇÃO DAS USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL



ÁREAS DE AGRICULTURA X PASTAGEM

AGRICULTURE X PASTURE AREAS

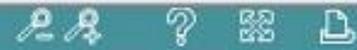
	Número de Animais Bovinos (milhões de cabeças)	Áreas de Pastagem (milhões de ha)	Densidade Média (cabeças/ha)
2005	Number of bovine animals (million heads)	Pasture areas (million hectares)	Average density (heads/hectare)
Brazil	207,1	200-220	≈ 1,0
São Paulo	14,1	10	≈ 1,4

Se a densidade média no Brasil fosse 1,4 cabeça/hectare 50 a 70 milhões de hectares de pastagem poderiam ser liberados para a agricultura.

If the average density in Brazil were 1,4 head/hectare 50-70 million hectares of pasture could be freed for agriculture.

Projeto do alcoolduto brasileiro

<http://200.184.189.110/portugues/centralInformacoes/mapa.htm>

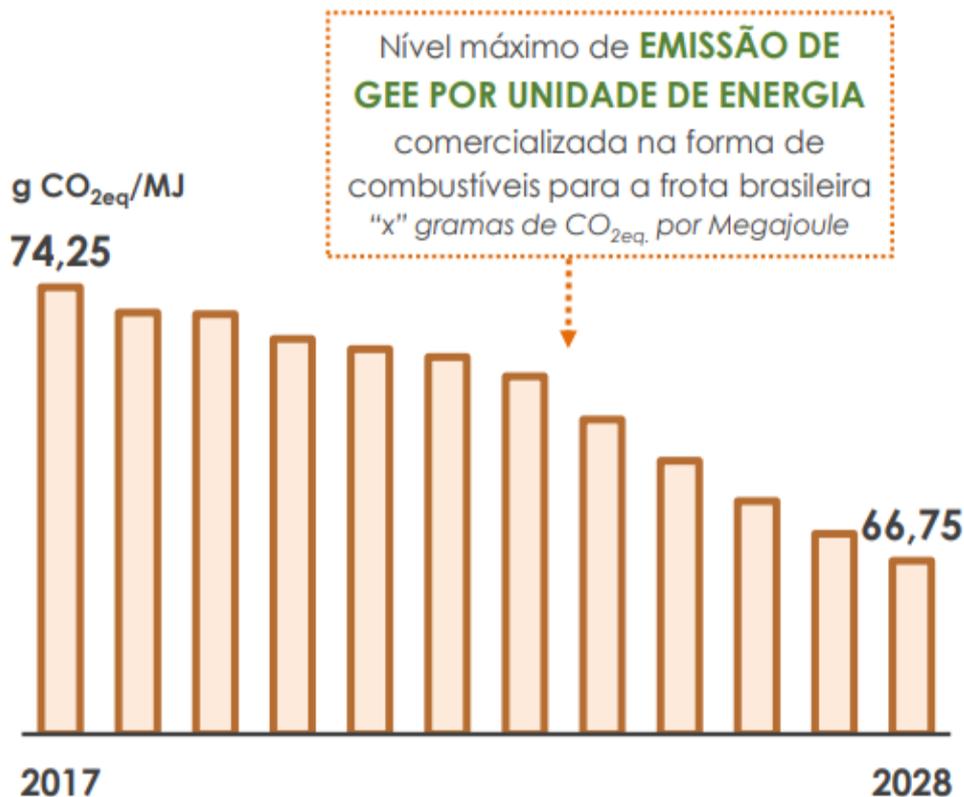


O que é o RenovaBio?



- Promovido pelo Departamento de Biocombustíveis (DBIO) da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (SPG) do Ministério de Minas e Energia (MME)
- Objetivo: assegurar a **redução das emissões** no setor de transportes por meio da expansão sustentável da oferta de biocombustíveis no Brasil, propiciando a consecução dos compromissos firmados no **Acordo do Clima** de Paris e ampliando a garantia de **abastecimento**

Mandato para reduzir as emissões



Estabelecimento de **METAS PERIÓDICAS DE DESCARBONIZAÇÃO**

para o setor de combustíveis



Garantia de **abastecimento**

e de **forma sustentável**



PREVISIBILIDADE

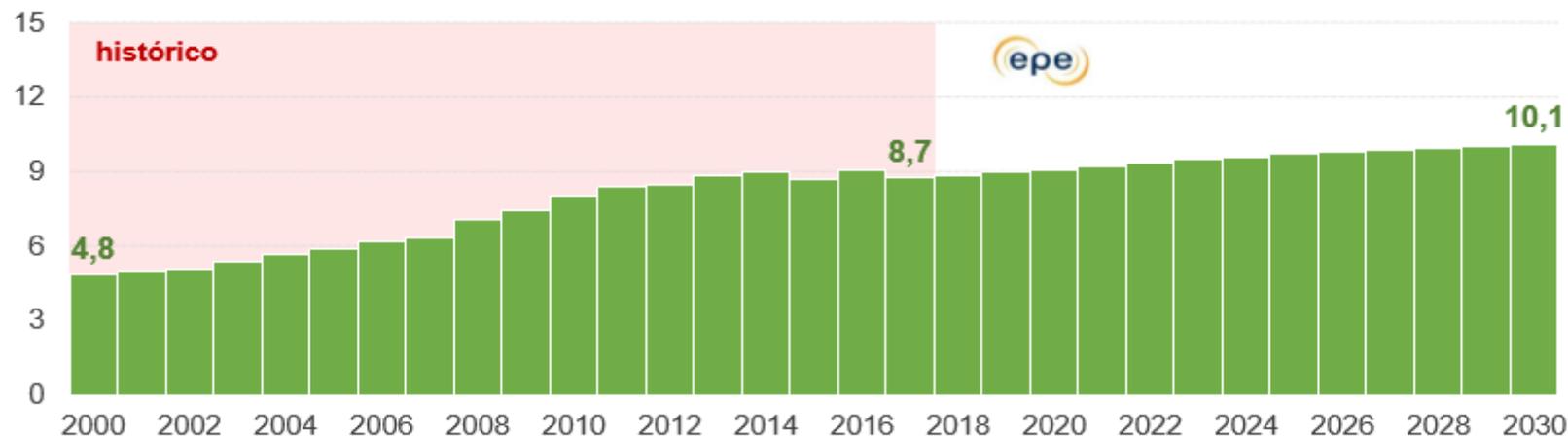
e **REGRAS CLARAS**



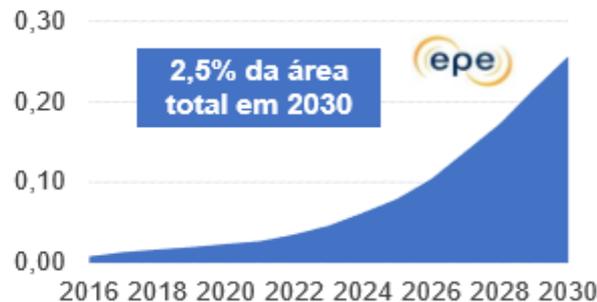
Vital para promover **INVESTIMENTOS** na produção e para desenvolvimento de outros programas governamentais

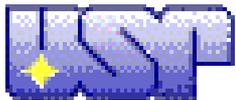
ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR E CANA-ENERGIA PROCESSADA

Em milhões de hectares



Cana-Energia
Em milhões de hectares



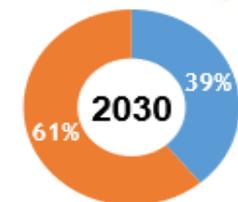
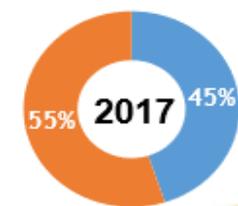
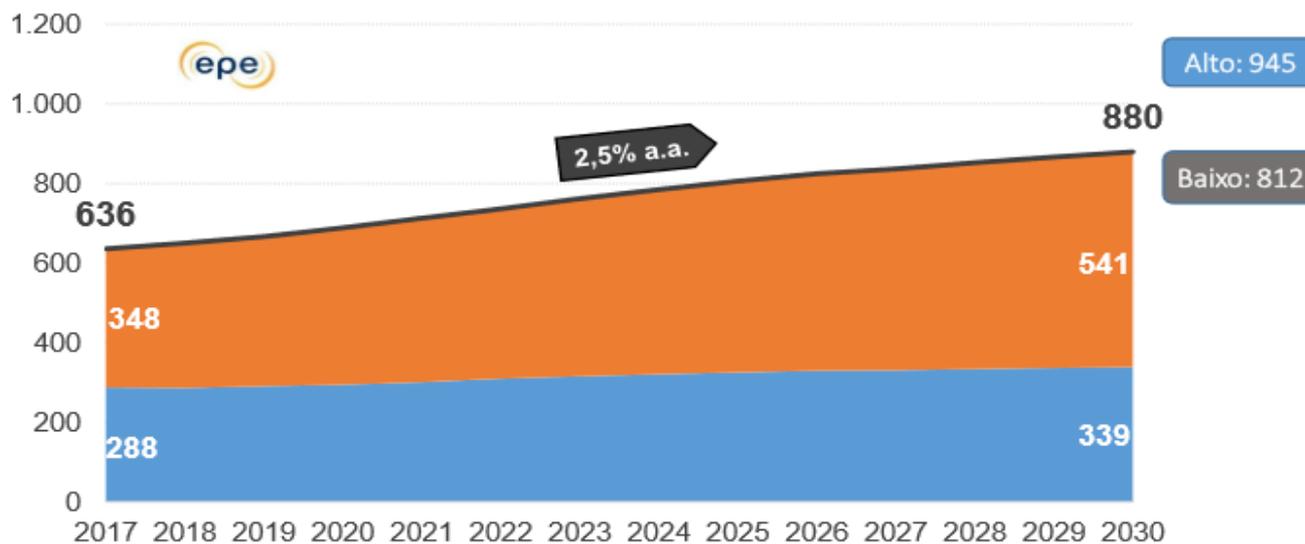


Brasil: projeções para o setor sucroenergético



CANA PROCESSADA E DESTINAÇÃO PARA ETANOL E AÇÚCAR

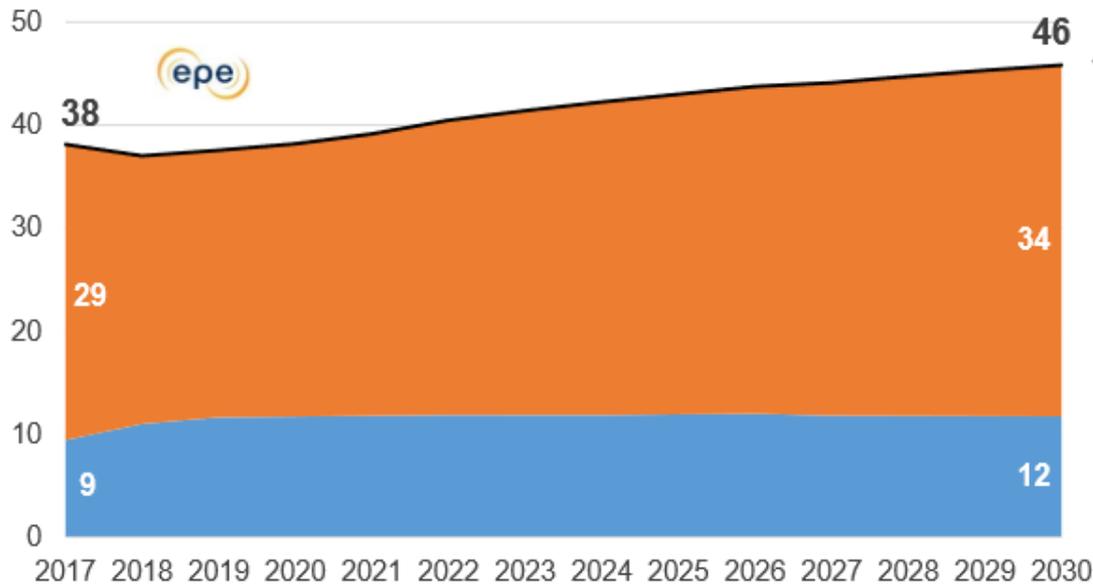
Em milhões de toneladas de cana



■ Cana para Açúcar — Cana Processada
■ Cana para Etanol

PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

Em milhões de toneladas de açúcar

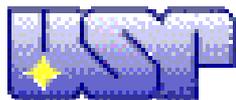


1,4% a.a.

Participação brasileira no comércio internacional



Consumo per capita de açúcar no Brasil

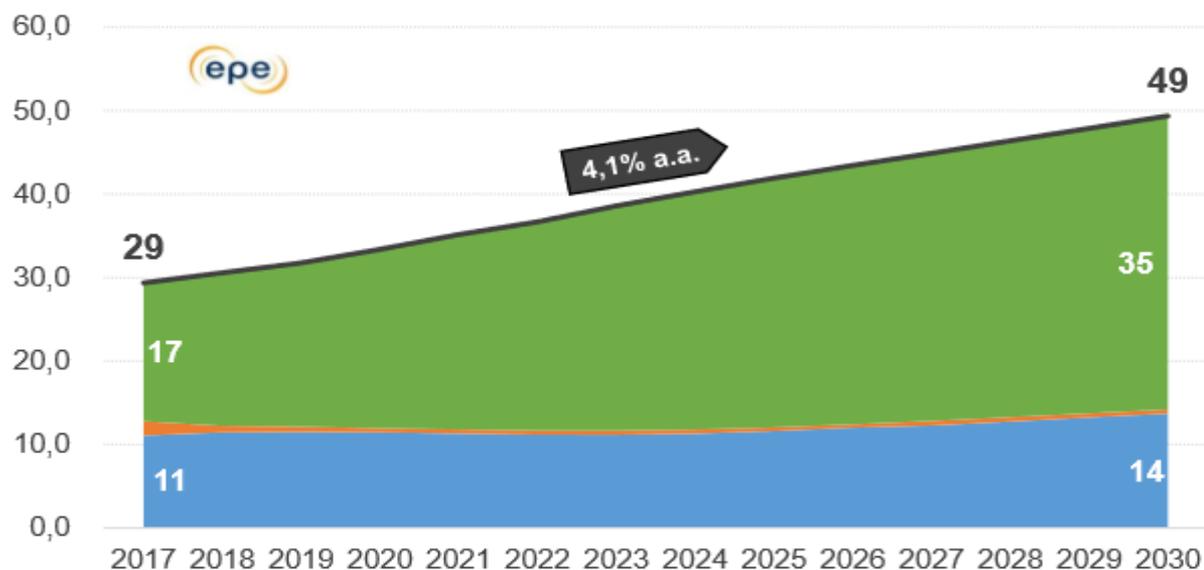


Brasil: projeções para o setor sucroenergético

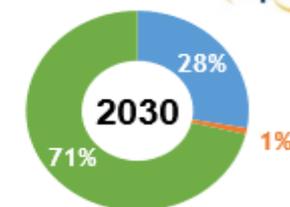


OFERTA TOTAL DE ETANOL

Em bilhões de litros



Alto: 54
Baixo: 43



A projeção de etanol hidratado considera os sinais positivos do RenovaBio. Entre 2003 e 2015, a oferta de etanol hidratado cresceu 11% a.a.

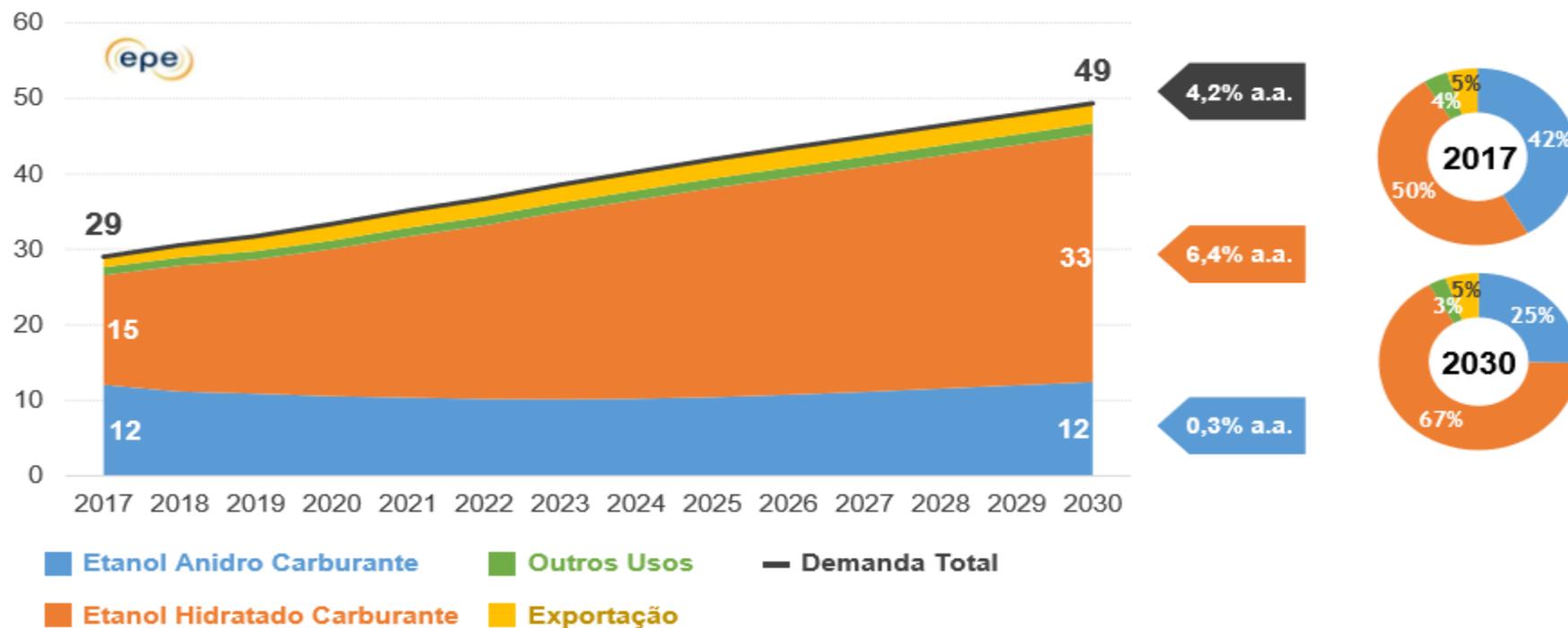


Brasil: projeções para o setor sucroenergético

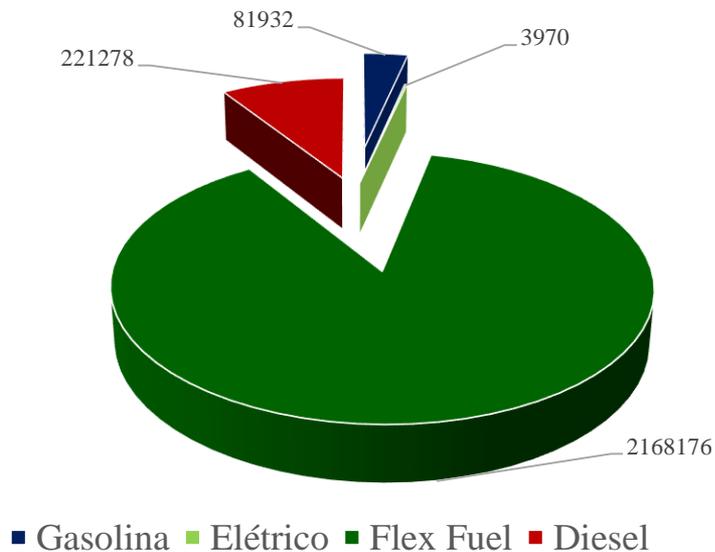


DEMANDA TOTAL DE ETANOL

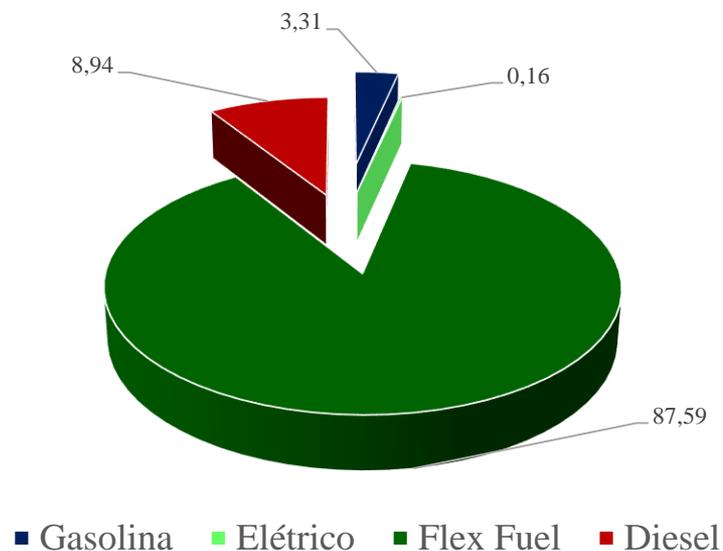
Em bilhões de litros



Número de veículos leves licenciados no Brasil em 2018.



% de veículos leves por tipo de combustível licenciados no Brasil em 2018.





Densidade energética da bateria do carro elétrico vs combustíveis líquidos

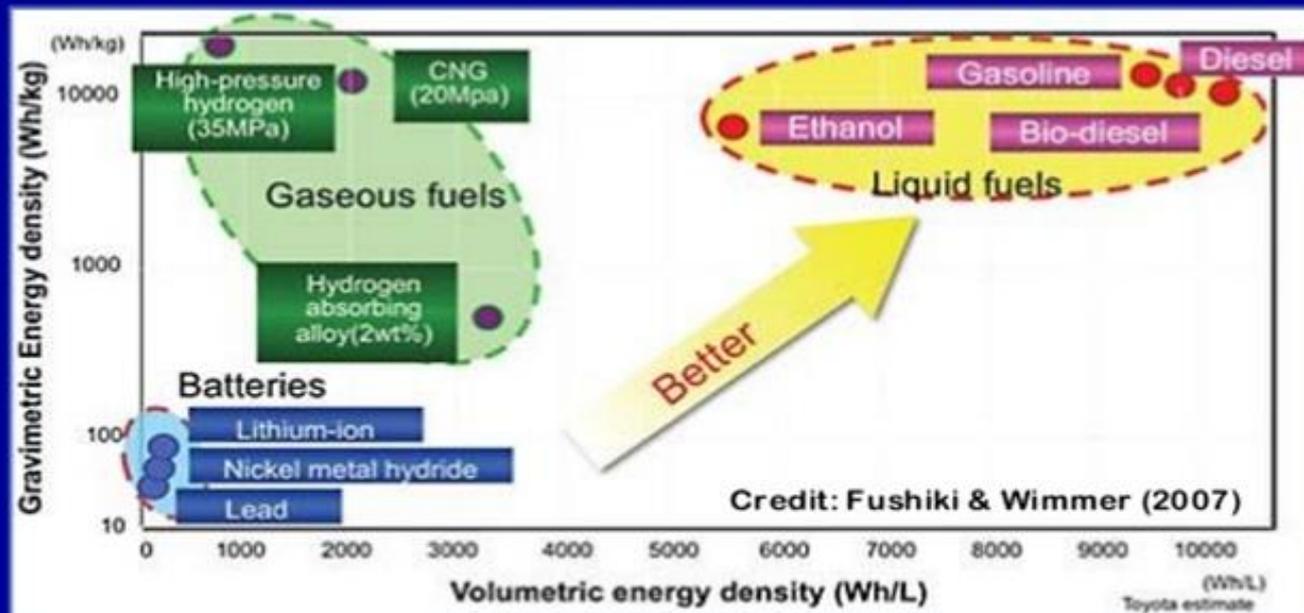


Energy density of fuels key parameter among power sources

Volumetric energy density of batteries much lower than liquid fossil fuels

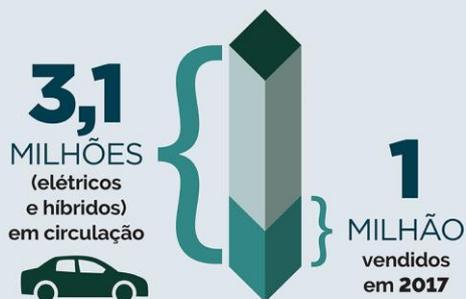
Energy density of onsite battery storage <<< gas or liquid fuels, coal, nuclear

Volumetric and gravimetric energy densities amongst competing forms of energy storage



VENDAS DE CARROS ELÉTRICOS NO MUNDO

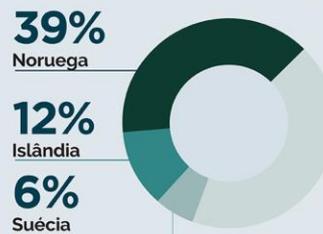
OS VEs NO MUNDO*



Países com maior participação
de carros elétricos na frota



Países que mais compraram
carros elétricos em 2017**



OS VEs NO BRASIL***



*IEA/Global VE Outlook 2018; ** Em relação ao total
de carros vendidos; ***Anfavea

TAMANHO DA FROTA MUNDIAL DE VEÍCULOS LEVES – 1,2 BILHÕES DE CARROS

Fluxogramas da indústria sucroalcooleira

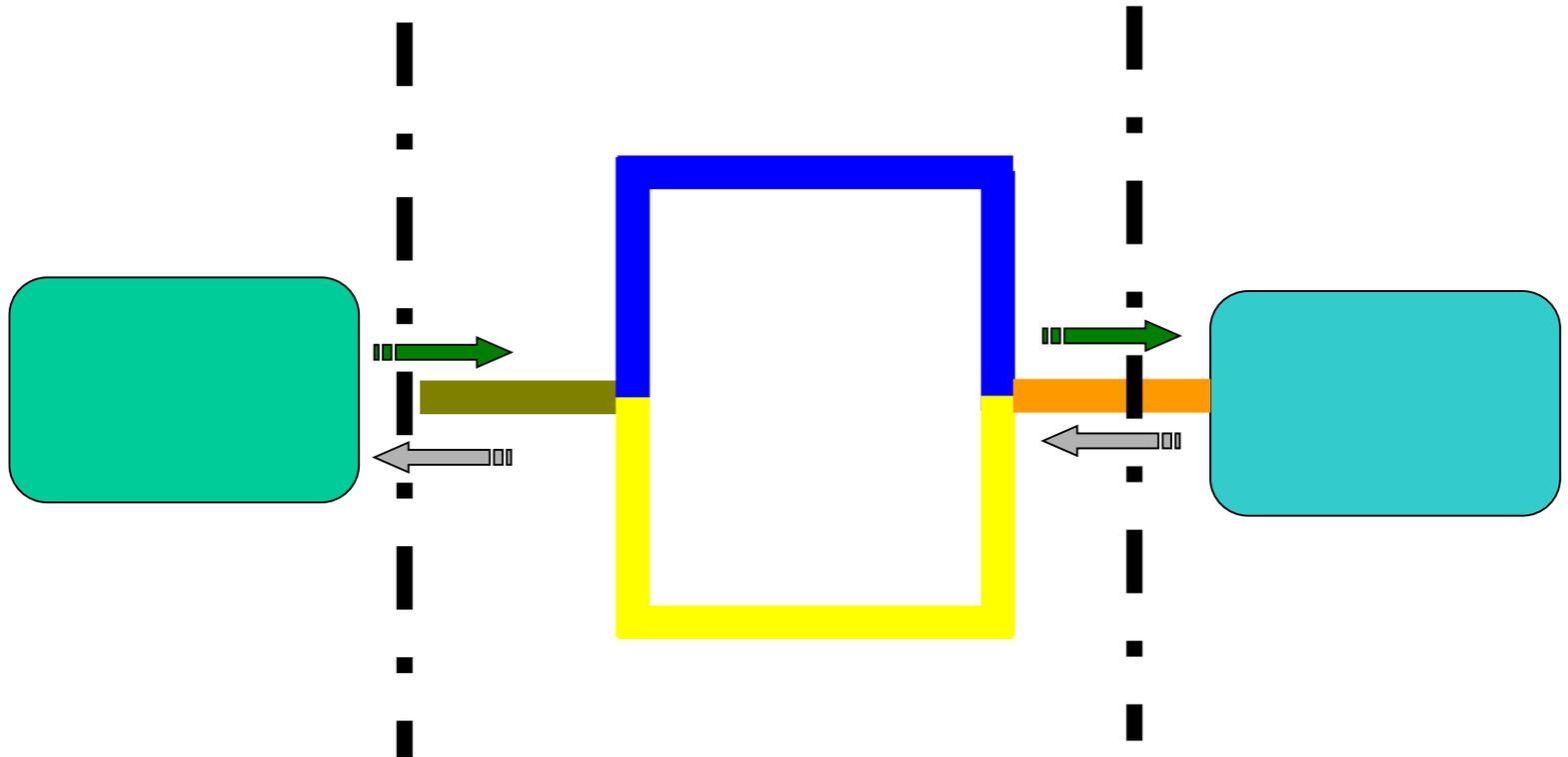


Figura 2 - A ilustração representa uma estrada com uma bifurcação. Será? O que você acha?

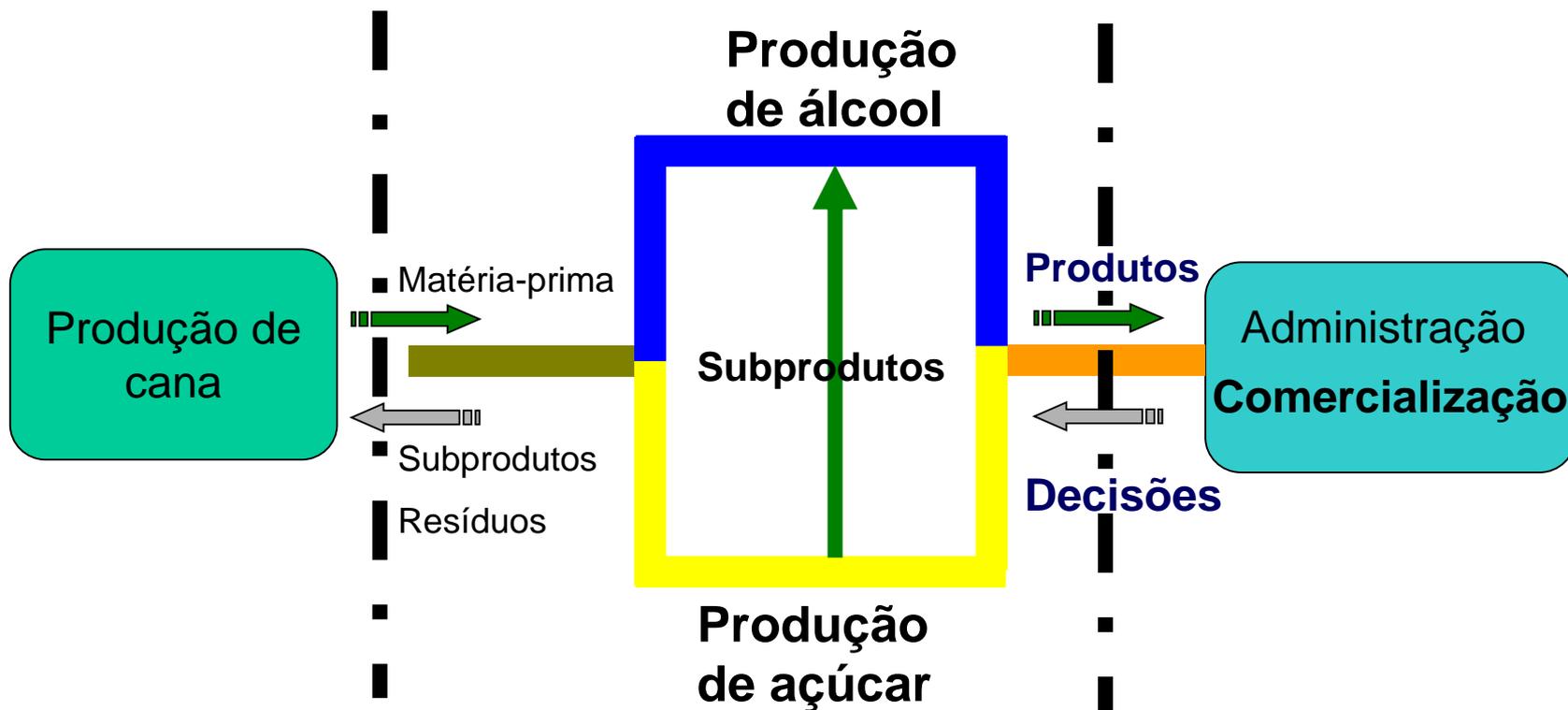


Figura 3 - Esquema simplificado do fluxograma de produção de cana-de-açúcar, açúcar e álcool

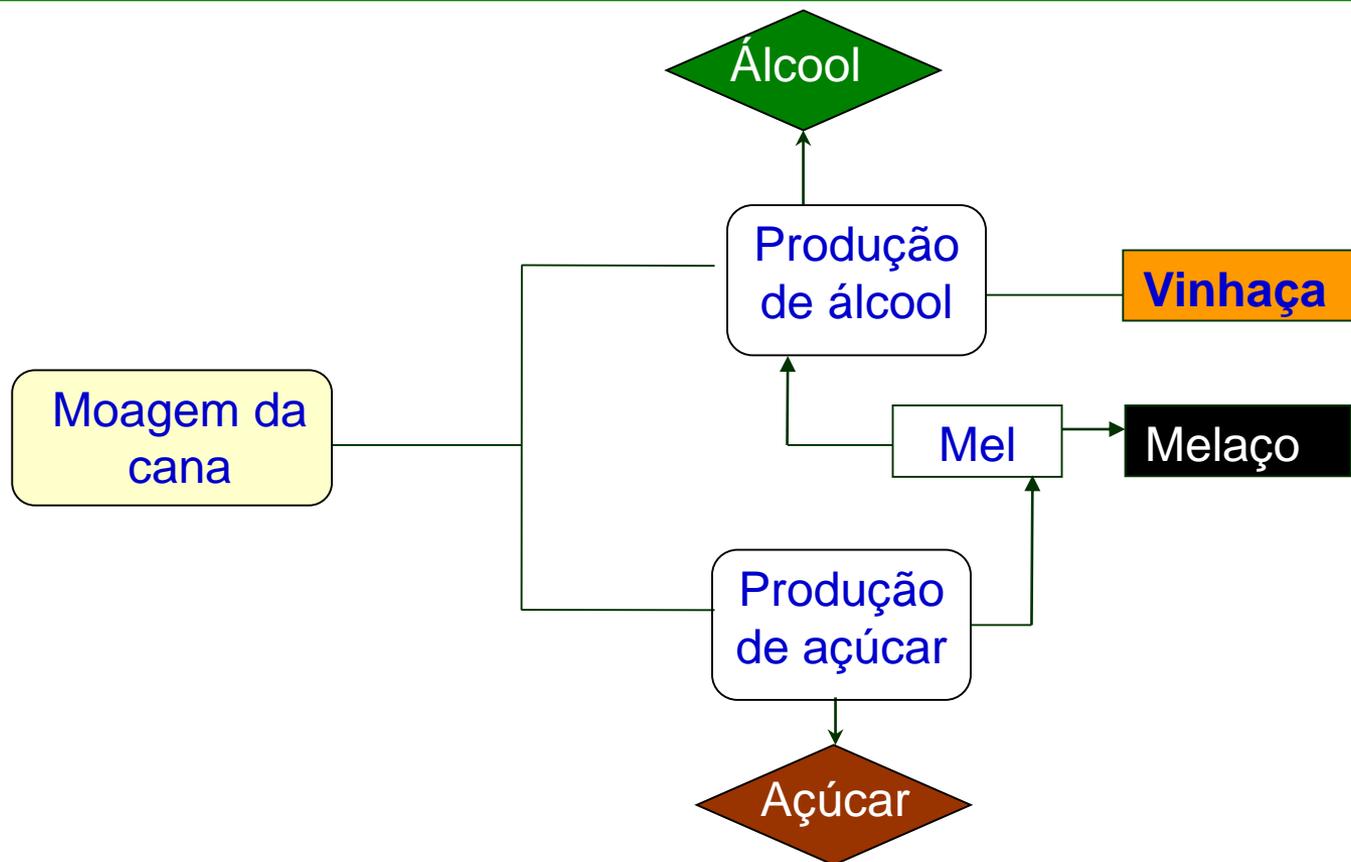
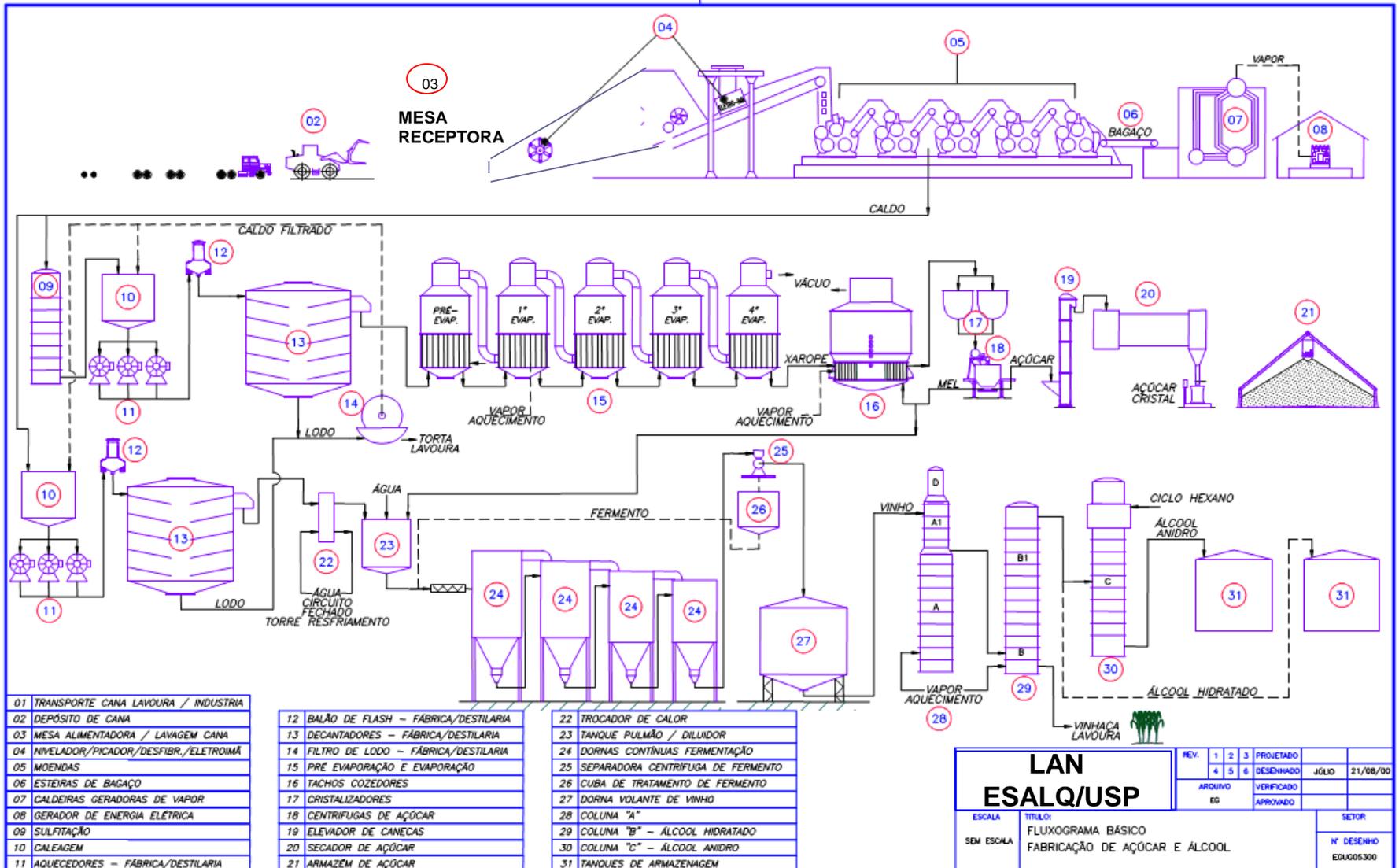


Figura 3 - Fluxograma simplificado de uma usina de açúcar e de álcool

6 Fluxograma da indústria sucroalcooleira

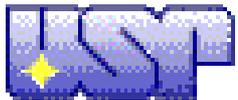


01	TRANSPORTE CANA LAVOURA / INDUSTRIA
02	DEPÓSITO DE CANA
03	MESA ALIMENTADORA / LAVAGEM CANA
04	NIVELADOR/PICADOR/DESFIBR./ELETRIMÁ
05	MOENDAS
06	ESTEIRAS DE BAGAÇO
07	CALDEIRAS GERADORAS DE VAPOR
08	GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA
09	SULFITAÇÃO
10	CALEAGEM
11	AQUECEDORES - FABRICA/DESTILARIA

12	BALÃO DE FLASH - FABRICA/DESTILARIA
13	DECANTADORES - FABRICA/DESTILARIA
14	FILTRO DE LODO - FABRICA/DESTILARIA
15	PRÉ EVAPORAÇÃO E EVAPORAÇÃO
16	TACHOS COZEDORES
17	CRISTALIZADORES
18	CENTRÍFUGAS DE AÇÚCAR
19	ELEVADOR DE CANECAS
20	SECADOR DE AÇÚCAR
21	ARMAZEM DE AÇÚCAR

22	TROCADOR DE CALOR
23	TANQUE PULMÃO / DILUIDOR
24	DORNAS CONTÍNUAS FERMENTAÇÃO
25	SEPARADORA CENTRÍFUGA DE FERMENTO
26	CUBA DE TRATAMENTO DE FERMENTO
27	DORNA VOLANTE DE VINHO
28	COLUNA "A"
29	COLUNA "B" - ALCÓOL HIDRATADO
30	COLUNA "C" - ALCÓOL ANIDRO
31	TANQUES DE ARMAZENAGEM

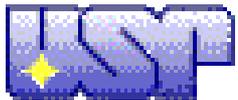
LAN ESALQ/USP	REV. 1 2 3	PROJETADO	
	4 5 6	DESENHADO	JGLD 21/08/00
ARQUIVO	VERIFICADO		
EG	APROVADO		
ESCALA	TÍTULO:	SETOR	
SEM ESCALA	FLUXOGRAMA BÁSICO FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR E ALCÓOL	Nº DESENHO	EDU005300



Considerações finais



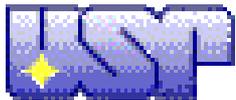
- ✓ A cana-de-açúcar é uma lavoura cultivada no Brasil há quase 500 anos;
- ✓ A cana-de-açúcar apresenta grande importância econômica para o país, na produção de açúcar, etanol, aguardente e energia elétrica;
- ✓ A produção de açúcar e álcool pode ocorrer na mesma indústria, utilizando duas rotas de fabricação com características peculiares;
- ✓ A previsão é que para os próximos anos a produção de bioeletricidade aumente significativamente na indústria sucroenergética e que a matéria-prima sofra modificações para atender tais mudanças;



Considerações finais



- ✓ A condição de liderança na produção de etanol e de açúcar pelo Brasil tem atraído muitos investimentos estrangeiros e, em futuro próximo, devem ocorrer grandes mudanças no controle dos grupos produtores.
- ✓ O mercado futuro para o etanol, o açúcar e a bioeletricidade é bastante promissor. Contudo, os investimentos no setor sucroenergético dependem do sucesso na aplicação do RenovaBio.



Referências



- 1 - CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Instruções. 5ª Edição, CONSECAN-SP, Piracicaba-SP, 2006. 111p.
- 2 - www.udop.com.br. Acesso em 22-02-2018;
- 3 - <http://www.orplana.com.br/atr.html>. Acesso em 24-02-2010;
- 4 - <http://www.unica.com.br>. Acesso em 01/08/2018.
- 5 - <http://www.datagro.com.br>. Acesso em 06/08/2018.
- 6 - **NEHMI FILHO, V.A. Cana: Mercados e Perspectivas. Agrianual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2009. 516p.**