

**CENTRO UNIVERSITÁRIO PADRE ANCHIETA**

# ALCOOLQUÍMICA

PROF. VANDERLEI I PAULA

[VANDERLEIP@ANCHIETA.BR](mailto:VANDERLEIP@ANCHIETA.BR)

[HTTPS://WWW.AQUITEMQUIMICA.COM.BR](https://www.aquitemquimica.com.br)



# Atualmente...

- ▶ Hoje, a indústria química mundial obtém mais de 90% da matéria-prima para síntese de moléculas orgânicas com base no petróleo. **No futuro, por razões econômicas, a alcoolquímica poderá vir a substituir a petroquímica** e o etanol poderá assumir o lugar do petróleo como fonte de matérias-primas.



# Futuro...

- ▶ No panorama que se abre para a **consolidação mundial** do etanol (químico e combustível), dois aspectos centrais devem ser considerados. Por um lado, o **desenvolvimento de novas tecnologias de produção com base na biomassa e, por outro, o conceito de biorrefinarias**. Esses aspectos são considerados nos recentes planos dos governos da União Europeia e dos Estados Unidos (EUA), que contemplam até medidas específicas de estímulo à construção de refinarias baseadas no etanol.

# Futuro...

- ▶ Especialistas acreditam que as biorrefinarias possam vir a constituir uma indústria-chave do século XXI, responsável até mesmo por uma nova revolução industrial, em virtude da importância das tecnologias que empregam e dos efeitos sobre o paradigma industrial. Essas tecnologias são baseadas na utilização de toda a planta (todo o complexo de biomassa) e na integração de processos tradicionais e modernos.
- ▶ Muitos especialistas consideram a conversão desses materiais um dos maiores desafios dos próximos cinquenta anos, em que os líderes serão as firmas e economias que conseguirem desenvolver tecnologias alternativas à economia do petróleo



# Brasil...

- ▶ No Brasil, além do êxito alcançado pelo etanol combustível, também começa a surgir um interesse no etanol químico e nota-se a redescoberta da alcoolquímica, implantada no país na **década de 1920**, mas **abandonada** quando da consolidação da petroquímica. No **cenário atual**, isso decorre, em grande medida, das limitações para expansão da produção química por causa das remotas perspectivas de aumento da oferta doméstica de nafta petroquímica (hoje restrita a algo entre 60% e 70% do consumo do país) e a **escalada de preços do produto importado**. Além disso, há potencial do país para tornar-se grande exportador de etanol para o mundo, nos próximos anos.

# Brasil...

- ▶ A Região Sudeste, maior produtora nacional de etanol, com volume de 19,7 milhões de m<sup>3</sup> (59,6% da produção brasileira).
- ▶ Até meados de 2012 a cultura de cana de açúcar era cortada a mão (em São Paulo, a colheita mecanizada subiu de 30% para 99%).
- ▶ Os preços relativos e perspectivas dos dois mercados, cujas dinâmicas são bastante diferenciadas, uma vez que dois terços da produção brasileira de açúcar é exportada e as exportações vem crescendo nos últimos anos.



## Brasil...

- ▶ No total (2018) são 382 unidades produtoras, a maioria de pequeno porte ~33 bilhões de Litros. Vendidos por 134 distribuidoras, sendo Raízen 19,5%, Ipiranga 17,3%, BR 17,3%, Diamante 5% e outros.
- ▶ Os principais produtores (players) são Cosan, São Martinho, Vale do Rosário, Copersucar, Crystalsev, Nova América, Itamarati, Cargill, Tereos, Evergreen, Louis Dreyfus e Kidd & Company.

REGIÕES GEOGRÁFICAS E PAÍSES	IMPORTAÇÃO DE ETANOL (M³)								18/17 %
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
<b>TOTAL</b>	<b>1.136.901</b>	<b>553.886</b>	<b>131.712</b>	<b>452.003</b>	<b>512.881</b>	<b>832.144</b>	<b>1.825.642</b>	<b>1.775.332</b>	<b>-2,76</b>
<b>América do Norte</b>	<b>1.099.623</b>	<b>553.198</b>	<b>131.217</b>	<b>416.365</b>	<b>495.147</b>	<b>829.826</b>	<b>1.824.785</b>	<b>1.772.590</b>	<b>-2,86</b>
Estados Unidos	1.099.612	553.189	131.203	416.334	495.140	829.819	1.824.778	1.772.588	-2,86
México	10	9	14	31	7	7	7	2	-67,94
<b>Américas Central e do Sul</b>	<b>790</b>	<b>549</b>	<b>358</b>	<b>22.523</b>	<b>4.433</b>	<b>2.142</b>	<b>73</b>	<b>2.455</b>	<b>3.245,16</b>
Barbados	88	135	23	23	25	23	24	119	..
Guiana	-	21	-	21	-	-	-		..
Jamaica	285	369	335	318	313	94	49		141,11
Peru	-	-	-	5.159	-	-	-		..
Paraguai	-	-	-	17.002	4.070	2.000	-	2.336	..
Trinidad e Tobago	417	24	-	-	25	25	-	-	..
<b>Europa</b>	<b>36.489</b>	<b>139</b>	<b>137</b>	<b>13.115</b>	<b>13.302</b>	<b>176</b>	<b>211</b>	<b>287</b>	<b>36,07</b>
Alemanha	61	39	50	34	23	41	121	142	17,95
Espanha	11	3	3	5	4	1	3	3	2,72
França	1.674	5	11	6	4	10	15	26	80,23
Itália	9	21	-	-	-	-	-	-	..
Holanda	17	-	-	-	13.129	-	-	-	..
Polônia	-	71	72	72	47	99	73	116	58,65
Reino Unido	34.718	-	1	12.998	-	-	0	-	..
Suécia	-	-	-	-	95	24	0	-	..
<b>África</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>572</b>	<b>-</b>	<b>..</b>
África do Sul	-	-	-	-	-	-	572	-	..



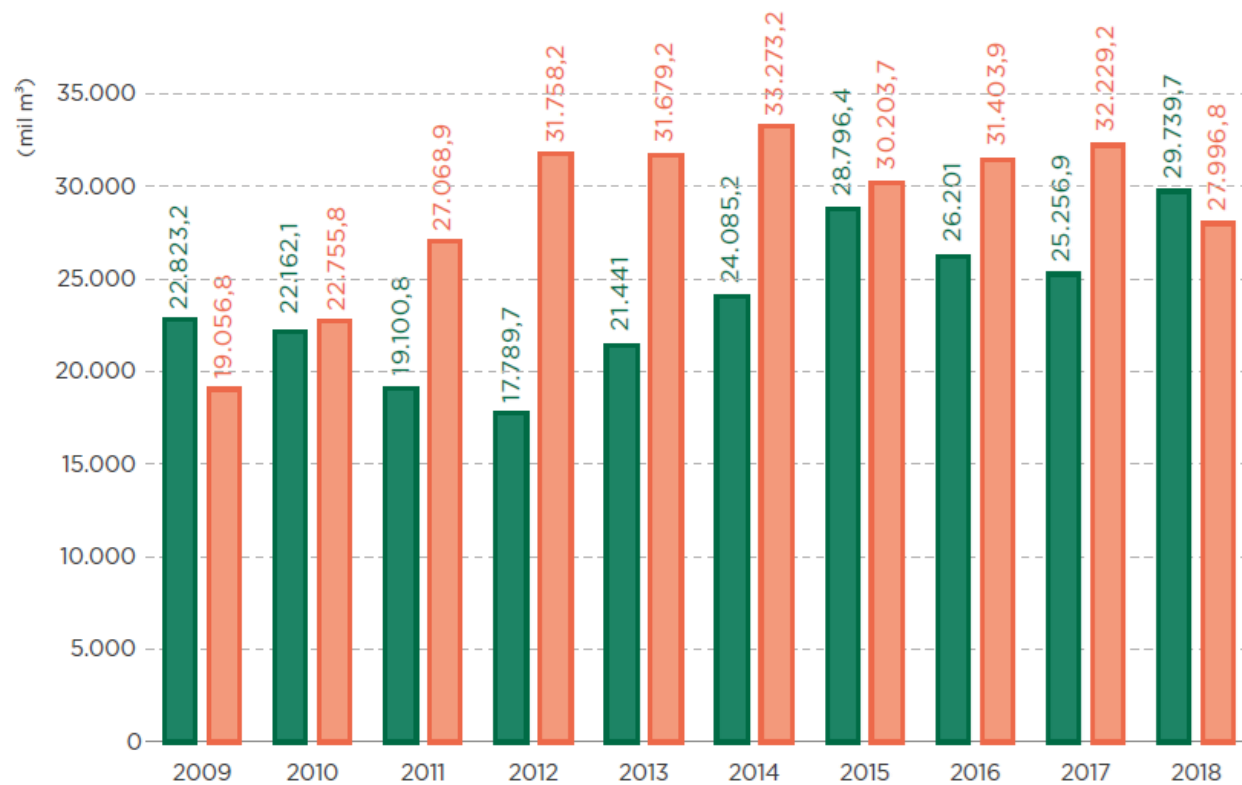


REGIÕES GEOGRÁFICAS E PAÍSES	EXPORTAÇÃO DE ETANOL (M³)										18/17 %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
<b>TOTAL</b>	<b>3.323.467</b>	<b>1.900.165</b>	<b>1.964.018</b>	<b>3.050.373</b>	<b>2.916.561</b>	<b>1.397.914</b>	<b>1.867.199</b>	<b>1.789.034</b>	<b>1.427.207</b>	<b>1.681.975</b>	<b>17,85</b>
<b>América do Norte</b>	<b>358.984</b>	<b>348.494</b>	<b>668.005</b>		<b>1.731.006</b>	<b>737.057</b>	<b>925.897</b>	<b>795.305</b>	<b>988.465</b>	<b>933.179</b>	<b>-5,59</b>
Canadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Estados Unidos	285.244	313.394	663.925	2.035.867	1.722.850	728.053	925.801	795.207	988.457	933.179	-5,59
México	73.740	35.100	4.080	6.553	8.156	9.004	96	98	8	-	..
<b>Américas Central e do Sul</b>	<b>783.144</b>	<b>200.309</b>	<b>372.343</b>	<b>472.341</b>	<b>193.798</b>	<b>5.919</b>	<b>18.869</b>	<b>20.942</b>	<b>13.499</b>	<b>35.103</b>	<b>160,05</b>
Argentina	-	5.945	16.415	7.663	153	35	76	-	78	5.359	6.771,54
Chile	1.677	5.477	5.536	4.548	2.169	2.538	3.725	1.188	1.056	914	-13,48
Colômbia	2.420	-	8	260	9.348	410	8.371	15.308	9.953	23.051	131,61
Costa Rica	100.276	-	-	92.213	-	-	-	-	-	-	..
El Salvador	71.101	-	50.083	108.421	44.451	-	-	-	-	-	..
Equador	-	4.903	25	-	-	-	-	-	-	-	..
Jamaica	437.657	138.622	137.589	216.270	112.419	-	-	-	-	-	..
Paraguai	7	74	15	112	101	82	117	123	173	4.086	2.257,39
Porto Rico	22.150	32.253	20.255	19.866	15.697	-	-	-	-	-	..
República Dominicana	4.001	2.010	1.310	2.015	850	-	2.681	1.523	-	50	..
Trinidad e Tobago	139.951	6.636	135.881	14.700	3.854	-	-	-	-	-	..
Uruguai	445	3.071	5.050	6.248	4.726	2.844	3.874	2.749	2.212	1.596	-27,88
Venezuela	-	965	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Outros	3.459	353	176	25	30	10	25	52	27	49	83,75
<b>Europa</b>	<b>938.360</b>	<b>477.259</b>	<b>193.233</b>	<b>105.299</b>	<b>191.474</b>	<b>22.509</b>	<b>90.310</b>	<b>111.339</b>	<b>45.344</b>	<b>49.319</b>	<b>8,77</b>
Alemanha	-	-	4	-	-	-	2	-	-	25	..
Bélgica	5.016	4.900	18.028	162	-	99	99	41	49	74	50,30
Espanha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Finlândia	26.812	14.843	-	-	-	-	-	-	-	-	..
França	-	-	-	5.000	13.029	-	-	-	482	336	-30,26
Holanda	678.466	238.988	95.504	91.101	142.261	7.578	54.894	80.858	44.442	43.288	-2,60
Noruega	-	6.000	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Reino Unido	161.637	160.336	20	18	25	289	15.998	8.313	72	72	0,28
Suécia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Suíça	54.724	52.158	79.677	9.018	29.691	8.097	-	-	299	5.524	1.749,10
Turquia	-	-	-	-	6.443	6.446	19.317	22.127	-	-	..
Outros	11.705	34	-	-	25	-	-	-	-	-	..

REGIÕES GEOGRÁFICAS E PAÍSES	EXPORTAÇÃO DE ETANOL (M³)										18/17 %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
<b>Oriente Médio</b>	<b>29.527</b>	-	-	-	<b>58.762</b>	-	<b>33.199</b>	<b>9.721</b>	-	<b>3.161</b>	..
Arabia Saudita	-	-	-	-	57.440	-	33.199	9.721	-	-	..
Emirados Árabes Unidos	23.814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Irã	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.129	..
Outros	5.713	-	-	-	1.322	-	-	-	-	32	..
<b>África</b>	<b>180.723</b>	<b>117.398</b>	<b>105.511</b>	<b>99.265</b>	<b>128.387</b>	<b>78.019</b>	<b>70.885</b>	<b>54.864</b>	<b>14.094</b>	<b>7.112</b>	<b>-49,54</b>
África do Sul	12.318	3.556	11.368	5.334	-	949	4.898	189	35	53	50,14
Angola	35.118	14.548	12.173	14.995	22.774	15.427	4.662	6.937	1.614	1.687	4,48
Benin	-	-	-	-	-	-	-	-	794	64	-92,00
Camarões	-	-	-	-	-	-	-	1.028	274	644	135,12
Gana	14.803	18.874	8.314	7.808	13.236	15.005	4.167	5.665	6.402	2.381	-62,81
Guiné	-	-	-	-	-	-	-	-	1.008	-	..
Libéria	-	-	-	-	-	-	-	1.457	1.619	159	-90,20
Nigéria	115.766	80.123	73.603	71.066	92.377	45.894	55.036	35.464	603	1.175	94,74
Serra Leoa	1.659	82	32	-	-	-	798	968	445	127	-71,43
Togo	-	-	-	-	-	-	-	1.220	160	204	27,19
Outros	1.059	215	21	62	-	744	1.324	1.936	1.140	620	-45,61
<b>Ásia-Pacífico</b>	<b>1.032.729</b>	<b>756.705</b>	<b>624.926</b>	<b>331.048</b>	<b>613.134</b>	<b>554.410</b>	<b>728.039</b>	<b>796.864</b>	<b>365.805</b>	<b>654.101</b>	<b>78,81</b>
Austrália	8.040	19.338	16.443	3.533	124	147	2.552	149	99	99	0,03
China	-	24	-	14.799	-	-	120.255	35.320	-	-	..
Cingapura	19.464	6.500	-	-	-	16.079	-	-	-	1.993	..
Coreia do Norte	11.181	-	-	-	8.121	-	-	-	-	-	..
Coreia do Sul	313.714	375.309	300.045	165.788	359.823	417.059	464.771	630.890	280.578	534.855	90,63
Filipinas	32.799	26.679	-	-	69.362	-	-	3.948	-	5.945	..
Índia	367.570	58.603	27.565	-	25.599	-	91.547	44.356	-	11.370	..
Japão	279.961	261.672	280.873	108.170	124.137	91.160	48.914	82.200	85.121	99.839	17,29
Nova Zelândia	-	3.597	-	-	-	-	-	-	-	-	..
Taiwan	-	-	-	38.758	25.968	29.965	-	-	-	-	..
Outros	-	4.983	-	-	-	-	-	-	7	-	..

GRANDES REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PRODUÇÃO DE ETANOL ANIDRO E HIDRATADO (MIL M³)										18/17 %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
<b>BRASIL</b>	<b>26.103,09</b>	<b>28.203,42</b>	<b>22.892,50</b>	<b>23.758,67</b>	<b>27.527,83</b>	<b>28.215,11</b>	<b>29.999,87</b>	<b>28.694,25</b>	<b>28.593,14</b>	<b>33.056,44</b>	<b>15,61</b>
<b>Região Norte</b>	<b>51,73</b>	<b>59,71</b>	<b>169,86</b>	<b>212,85</b>	<b>238,74</b>	<b>238,55</b>	<b>254,03</b>	<b>213,35</b>	<b>237,64</b>	<b>205,54</b>	<b>-13,51</b>
Acre	-	1,49	2,68	4,10	5,01	-	4,51	3,67	-	-	..
Amazonas	4,74	7,14	6,43	4,05	4,87	2,92	5,80	5,50	4,85	5,47	12,86
Pará	36,02	23,81	39,14	34,36	37,06	42,15	40,93	33,15	51,62	43,46	-15,80
Rondônia	8,55	10,76	12,42	8,65	7,46	12,77	12,99	9,06	4,90	1,39	-71,65
Tocantins	2,42	16,51	109,19	161,69	184,34	180,72	189,81	161,97	176,27	155,22	-11,94
<b>Região Nordeste</b>	<b>2.210,50</b>	<b>1.822,89</b>	<b>1.938,53</b>	<b>1.741,13</b>	<b>1.532,99</b>	<b>1.842,86</b>	<b>2.169,23</b>	<b>1.506,65</b>	<b>1.415,18</b>	<b>2.006,09</b>	<b>41,76</b>
Alagoas	790,99	575,53	721,70	579,66	457,73	485,25	554,56	366,45	312,28	459,87	47,26
Bahia	116,56	130,17	104,40	147,45	175,46	240,29	222,26	126,07	180,77	245,70	35,92
Ceará	10,76	4,04	8,78	3,98	9,00	9,13	14,60	5,24	-	-	..
Maranhão	168,50	180,62	178,37	160,37	167,90	179,15	186,98	128,00	162,56	147,62	-9,19
Paraíba	395,30	318,08	327,96	294,46	287,00	375,70	447,06	360,23	329,63	430,81	30,69
Pernambuco	469,03	396,01	366,88	333,41	249,27	336,06	442,94	347,87	279,45	465,51	66,58
Piauí	40,95	35,50	36,64	6,61	31,94	32,51	32,68	21,61	20,40	37,48	83,67
Rio Grande do Norte	117,30	102,03	95,92	90,35	55,56	73,24	98,26	75,15	66,35	114,90	73,17
Sergipe	101,12	80,91	97,89	124,84	99,13	111,54	169,89	76,03	63,74	104,20	63,49
<b>Região Sudeste</b>	<b>17.676,39</b>	<b>18.860,06</b>	<b>14.208,83</b>	<b>14.345,26</b>	<b>16.997,61</b>	<b>16.799,02</b>	<b>17.272,43</b>	<b>17.101,83</b>	<b>16.688,53</b>	<b>19.700,00</b>	<b>18,05</b>
Espírito Santo	238,35	208,62	197,00	186,40	180,72	162,35	178,73	75,31	90,65	127,57	40,73
Minas Gerais	2.284,23	2.680,51	2.105,65	2.102,99	2.809,09	2.676,28	3.202,92	2.699,43	2.705,40	3.257,51	20,41
Rio de Janeiro	112,82	69,87	81,26	68,38	86,10	88,49	57,60	94,69	53,89	97,26	80,47
São Paulo	15.041,00	15.901,06	11.824,93	11.987,49	13.921,70	13.871,91	13.833,18	14.232,41	13.838,59	16.217,66	17,19
<b>Região Sul</b>	<b>1.901,26</b>	<b>1.746,03</b>	<b>1.405,64</b>	<b>1.305,71</b>	<b>1.470,95</b>	<b>1.583,86</b>	<b>1.466,17</b>	<b>1.476,61</b>	<b>1.293,86</b>	<b>1.626,20</b>	<b>25,69</b>
Paraná	1.898,80	1.740,23	1.399,06	1.304,05	1.466,44	1.579,46	1.462,39	1.473,69	1.291,37	1.624,01	25,76
Rio Grande do Sul	2,46	5,81	6,58	1,67	4,51	4,40	3,79	2,91	2,49	2,19	-12,21
<b>Região Centro-Oeste</b>	<b>4.263,22</b>	<b>5.714,73</b>	<b>5.169,65</b>	<b>6.153,72</b>	<b>7.287,54</b>	<b>7.750,82</b>	<b>8.838,00</b>	<b>8.395,80</b>	<b>8.957,93</b>	<b>9.518,60</b>	<b>6,26</b>
Goiás	2.121,83	2.979,69	2.677,25	3.219,46	3.887,50	4.269,03	4.809,35	4.584,21	4.874,78	4.496,56	-7,76
Mato Grosso	809,92	853,53	862,11	953,53	1.181,94	1.132,04	1.316,32	1.211,65	1.415,09	1.757,56	24,20
Mato Grosso do Sul	1.331,48	1.881,51	1.630,29	1.980,73	2.218,10	2.349,74	2.712,33	2.599,94	2.668,06	3.264,48	22,35

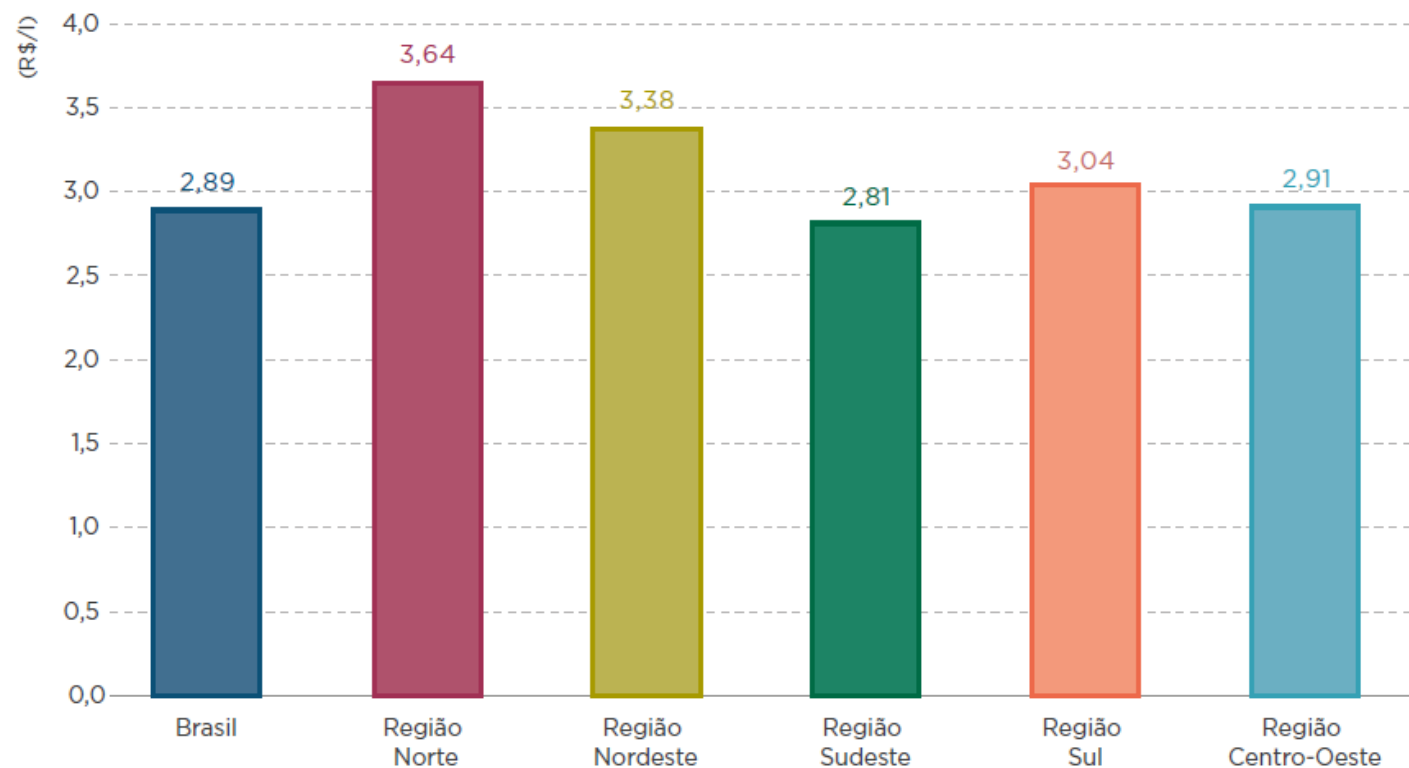
# VENDAS DE ETANOL<sup>1</sup> E GASOLINA A NO BRASIL - 2009-2018



# Brasil...



PREÇO MÉDIO DE ETANOL HIDRATADO AO CONSUMIDOR, SEGUNDO GRANDES REGIÕES - 2018



Brasil...



# Abastecimento Nacional

17 Refinarias

Capacidade Refinarias: ~ 2,4 milhões bpd (100%)

Relevante participação dos biocombustíveis

51 Plantas de Biodiesel

Capacidade Plantas de Biodiesel: 140 mil bpd

382 Usinas de Etanol

Capacidade Usinas de Etanol: ~ 570 mil bpd  
(33 bilhões de litros)

7º

maior consumidor de  
derivados de petróleo  
do mundo



Venda Nacional de  
Derivados de Petróleo

~2,3  
Milhões bpd

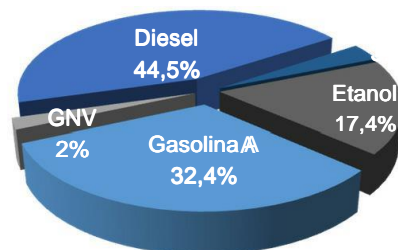
Venda Nacional de  
Biocombustíveis

515  
Mil bpd

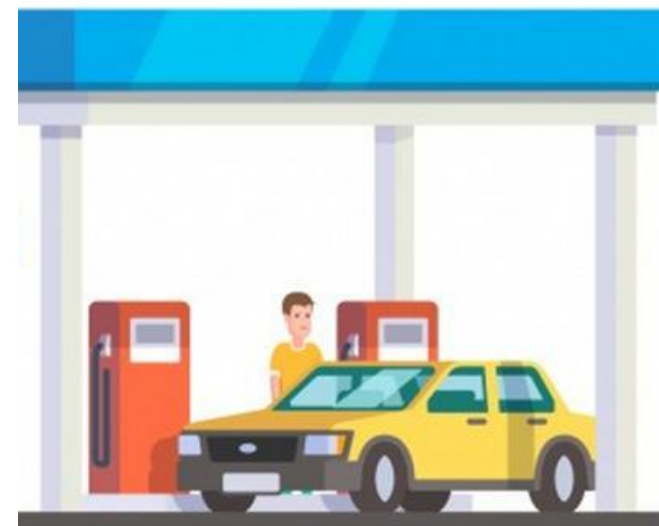
Importação Líquida (etanol, nafta,  
QAV, GLP, Gasolina e Diesel)

538  
Mil bpd

Matriz veicular nacional



Não Renováveis: 78,9%  
Etanol+biodiesel: 21,1%



O abastecimento nacional é atendido de duas formas:  
importação e produção nacional

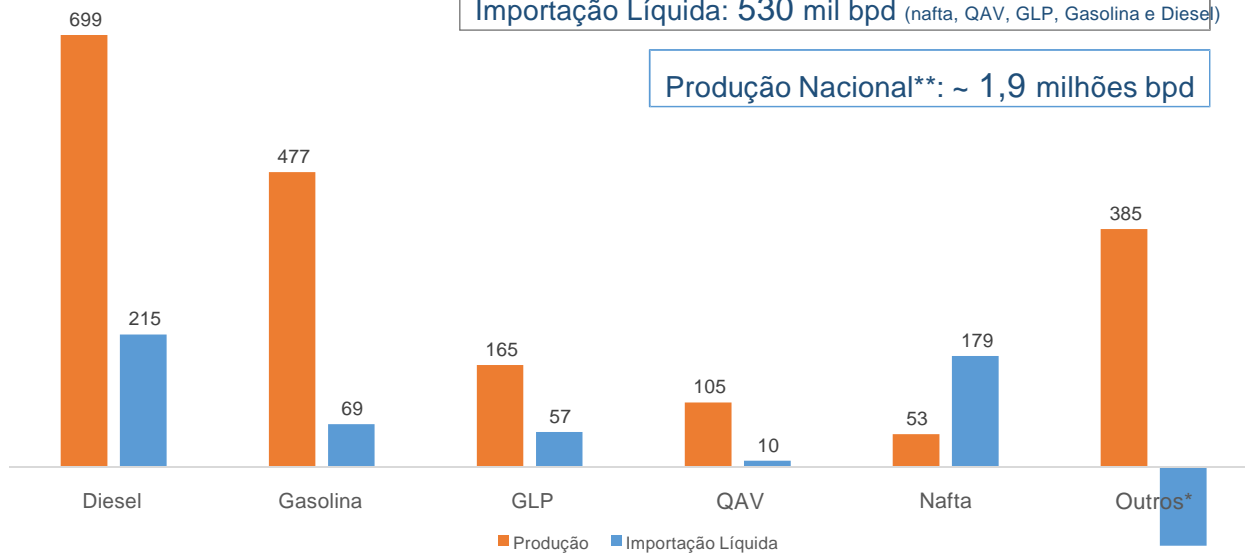


## Produção e Importação por produto

Produção e Importação Líquida de Derivados (2017) – em mil bpd

Importação Líquida: 530 mil bpd (nafta, QAV, GLP, Gasolina e Diesel)

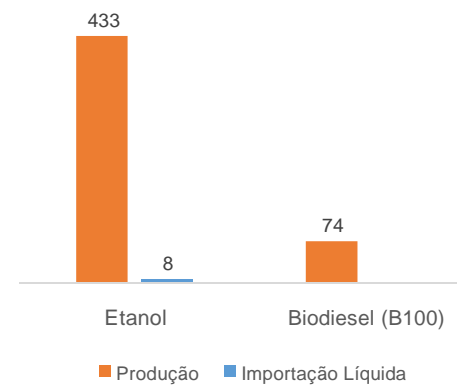
Produção Nacional\*\*: ~ 1,9 milhões bpd



Produção e Importação Líquida de Biocombustíveis (2017)

Importação Líquida: 8 mil bpd

Produção Nacional: 507 mil bpd



## Balança Comercial

Importação Líquida	2013	2014	2015	2016	2017	Dependência Externa
Diesel	-171	-188	-118	-128	-215	▲ 24,7%
Gasolina	-44	-32	-32	-38	-69	▲ 12,5%
Nafta	-121	-118	-121	-149	-179	▲ 77,1%
Etanol	50	16	23	16	-8	▲ 1,7%
GLP	-31	-37	-30	-39	-57	▲ 24,6%
QAV	-32	-26	-23	-21	-9	▼ 8,2%
Exportação de Petróleo	381	519	737	798	997	Em mil bpd

O Brasil está aumentando as exportações de petróleo mas continuará como importador líquido dos principais derivados durante os próximos anos



## Aumento da demanda por combustíveis e derivados

Crescimento da demanda maior  
que o da oferta interna

Necessidade de investimentos para garantia  
do abastecimento, com ênfase na entrada de  
novos atores



Novos investimentos (e acesso) na  
infraestrutura de  
movimentação de produtos  
são tão primordiais quanto  
projetos de refino



EPE: PDE 2026

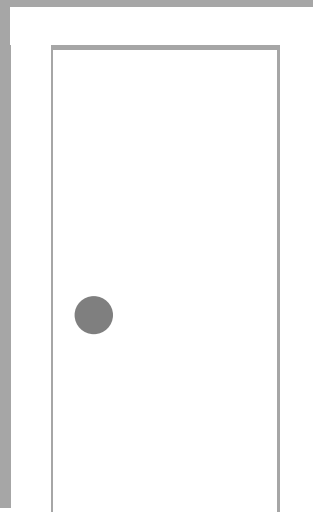
~20%  
crescimento  
potencial da  
demanda

~500  
mil bpd a  
mais



# Necessidade de criação de um mercado aberto e competitivo

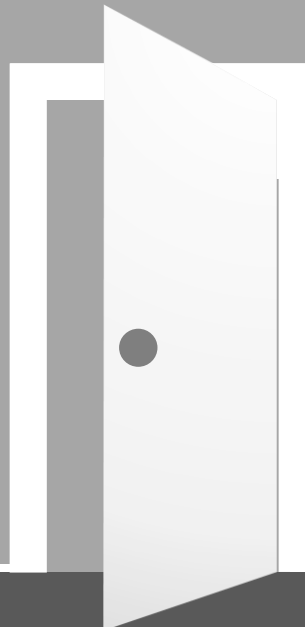
PASSADO



Monopólio *de facto*

- Interferência nos preços praticados pela Petrobras
- Necessidade de investimentos
- Dependência de importações

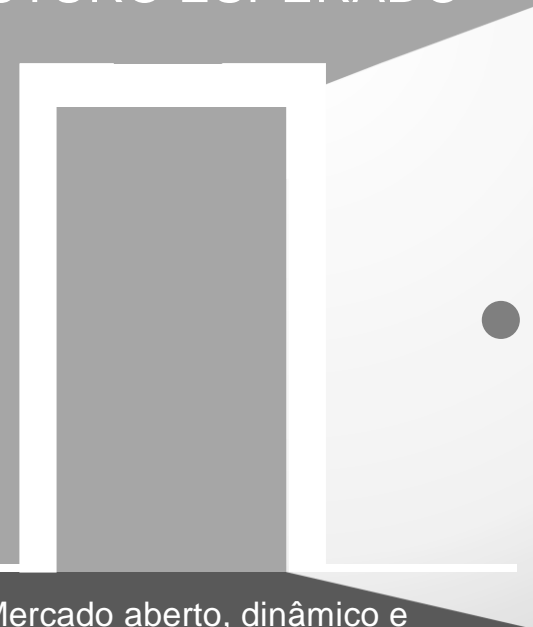
PRESENTE



Monopólio *de facto*

- Preços de mercado
- Risco de novos controles de preços ou adoção de práticas anticoncorrenciais
- Necessidade de investimentos
- Aumento das importações

FUTURO ESPERADO



Mercado aberto, dinâmico e competitivo, com pluralidade de agentes

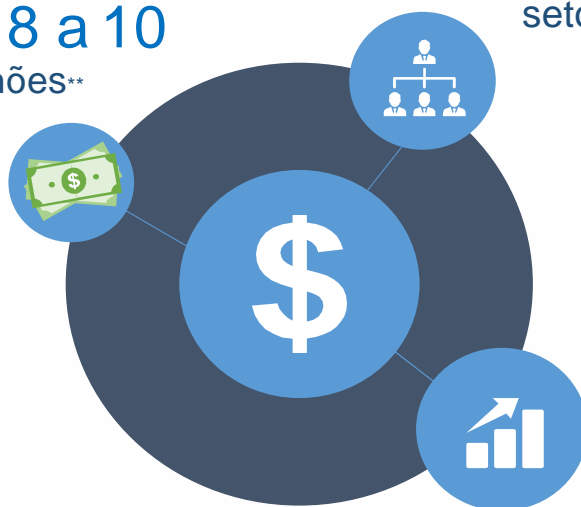
- Preços de mercado
- Novos investimentos
- Aumento da produção doméstica
- Redução da dependência das importações

# As consequências

A criação de um mercado de refino aberto, dinâmico e competitivo é fundamental para garantir o desenvolvimento e o abastecimento de derivados

Além de contribuir para o abastecimento nacional, o setor de refino gera emprego, renda e desenvolvimento

Uma nova refinaria representa um investimento de  
**US\$ 8 a 10 bilhões\*\***



Efeito multiplicador: para cada emprego criado no

refino, **20** vagas são abertas em outros setores\*

As refinarias funcionam como polos de desenvolvimento industrial



\*\* Para uma refinaria da ordem de 300 mil bpd  
<https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/41578-empresa-chinesa-vai-investir-us-10-bi-para-construir-refinaria-no-maranhao>

\*A implantação de uma refinaria de petróleo em SUAPE-PE (2007)  
Mariana Hipólito A. Ramos 1, Andrea Sales S. de A. Melo2 e Francisco de Sousa Ramos3 - VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica\*

## Meio Ambiente

O etanol de cana-de-açúcar é o biocombustível com menor pegada de carbono do mundo. No Brasil, a mistura de etanol na gasolina é obrigatória por lei: 27% (E27) desde 2015. O etanol é um orgulho nacional por sua eficiência energética (fonte limpa e renovável de energia), pela sustentabilidade em toda sua cadeia e pela geração de emprego e renda no campo.





**535** **MILHÕES DE**  
DE TONELADAS DE CO2EQ

Desde o lançamento dos veículos flex até fevereiro de 2019, o uso do etanol evitou a emissão de 535 milhões de toneladas de CO2eq na atmosfera.



**90%**  
**MENOS DE**  
**EMISSIONES**  
DE GEE QUANDO  
COMPARADO COM  
A GASOLINA



Para atingir a mesma economia de CO2, seria preciso plantar quase

**4 bilhões**  
**de árvores**

ao longo de 20 anos.

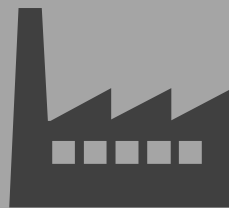
# Meio Ambiente

# Conclusões

O Brasil é o 7º maior consumidor de derivados de petróleo do mundo e o 3º maior em combustíveis rodoviários

O abastecimento nacional é atendido por meio da produção nacional e da importação

Estimativas apontam para o crescimento da demanda por combustíveis e o aumento da dependência externa

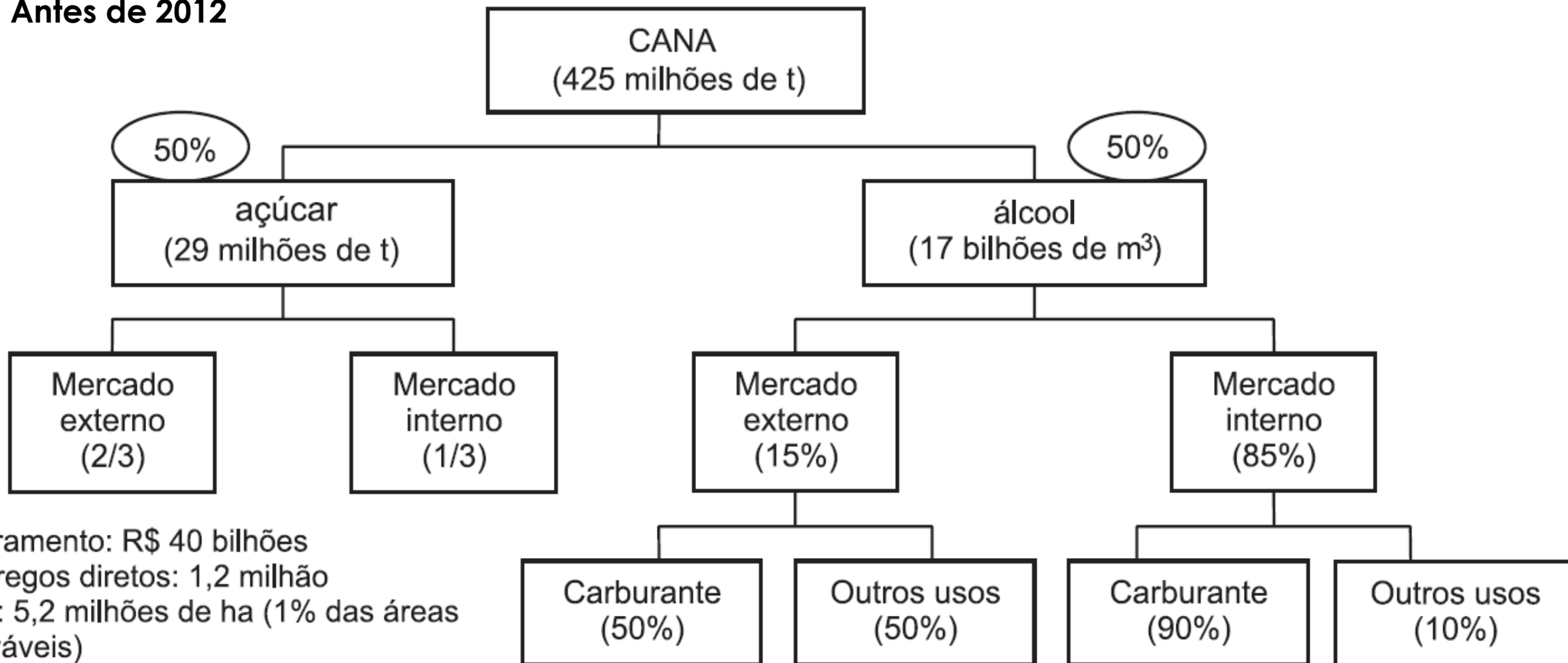


Para atender a demanda há a necessidade de atrair **investimentos** para ampliar o parque de **refino** e a infraestrutura de movimentação de produtos no Brasil.

As **oportunidades** de investimentos no setor envolvem o aumento da demanda e as potenciais parcerias/desinvestimentos da Petrobras. Dependem da prática de preços de mercado e podem se beneficiar do custo do passeio logístico.

A execução do plano de parcerias/desinvestimentos da Petrobras é a forma **mais rápida** para atrair a entrada de novos agentes que ajudem no atendimento da demanda e na criação de um mercado aberto, dinâmico e competitivo, a melhor forma de garantir o suprimento, contribuir para o desenvolvimento do país e atender as expectativas do consumidor no longo prazo aos preços mais justos possíveis: os preços praticados em um mercado aberto e competitivo.

## Antes de 2012





# Alcoolquímica...

- ▶ Alcoolquímica precedeu a implantação da indústria petroquímica no Brasil em quase quarenta anos, com a produção de cloreto de etila, éter dietílico e ácido acético pela Rhodia. Outros produtos fabricados no país com base no etanol são os derivados acéticos (pela Rhodia e Fonagra/Hoechst), o butanol e a acetona (Usina Victor Sence), o eteno (Eletroteno/Solvay e Union Carbide), o polibutadieno e o 2-etil-hexanol (Elekeiroz do Nordeste).



# Alcoolquímica...

- ▶ O consumo mundial de gasolina está em torno de 1,5 trilhão de litros, e deverá alcançar 1,7 trilhão de litros, em 2025.
- ▶ O etanol é hoje o principal biocombustível utilizado no mundo, embora o biodiesel, que até recentemente era produzido quase exclusivamente pela União Européia, em especial Alemanha.

# Usinas de Açúcar e Álcool

Setor Sucroalcooleiro

Matéria-Prima: Cana-de-Açúcar

Produtos: Açúcar  
                  Álcool (Etanol)  
                  Energia Elétrica



# Etapas do Processo:

- 1- Extração
- 2- Dosagem
- 3- Decantação
- 4- Evaporação
- 5- Cozimento e Cristalização
- 6- Centrifugação
- 7- Secagem e Ensaque

Açúcar Cristal

# 1- Extração: Açúcar Cristal

Objetivo: Extrair toda a sacarose contida no interior das fibras da cana.

Equipamentos: - Moendas  
- Difusores



# 1- Extração:

## Açúcar Cristal



# 1- Extração:





# 1- Extração:

## Açúcar Cristal





# 1- Extração:

## Açúcar Cristal





## 2- Dosagem:

Objetivo: Tratamento químico com a finalidade de purificar e clarificar o caldo que vem da moenda.

Sulfitação:  $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

Faixa de pH: 3,8 a 4,2

Calagem:  $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

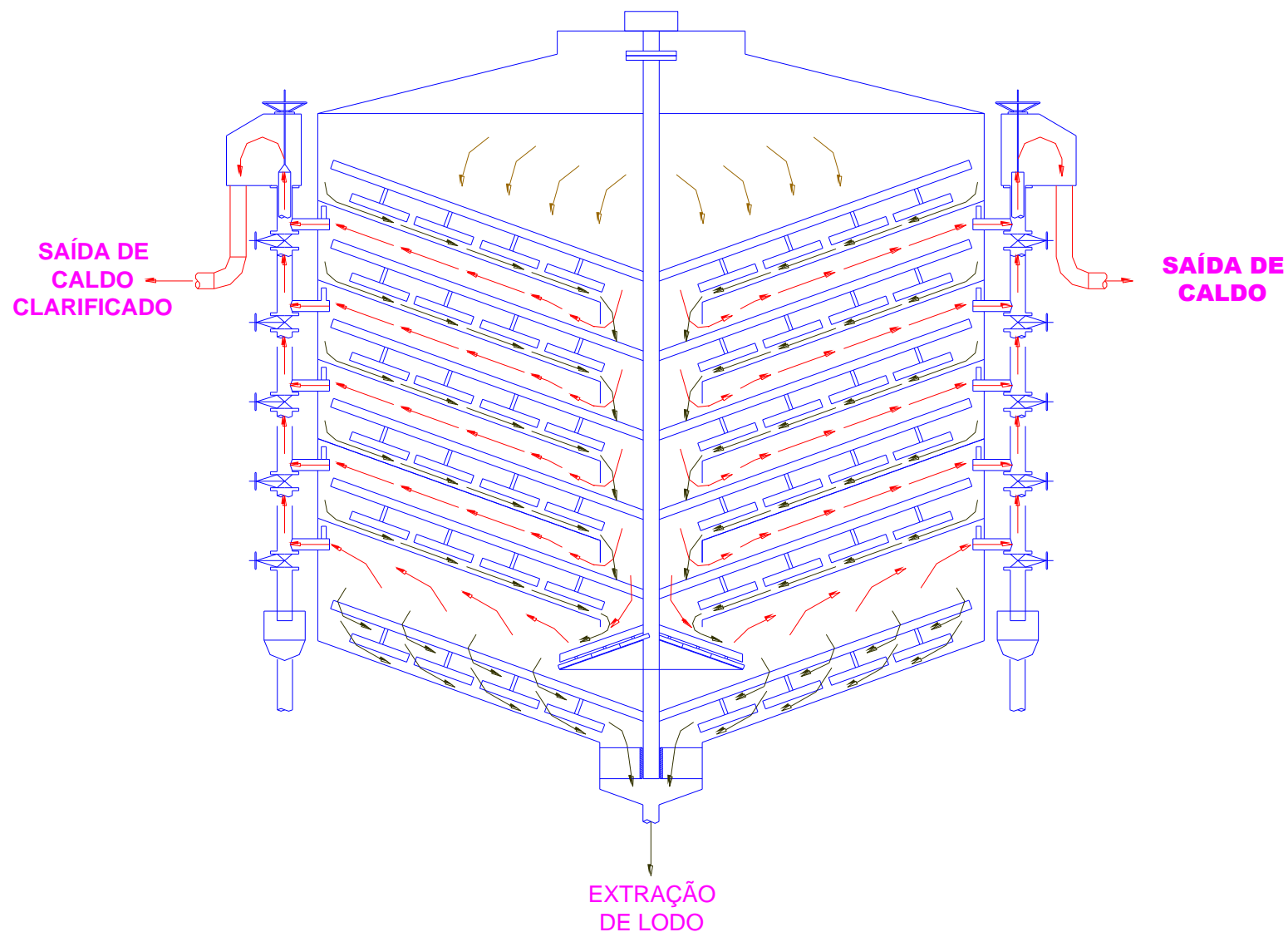
Faixa de pH: 6,8 a 7,2

### 3- Decantação:

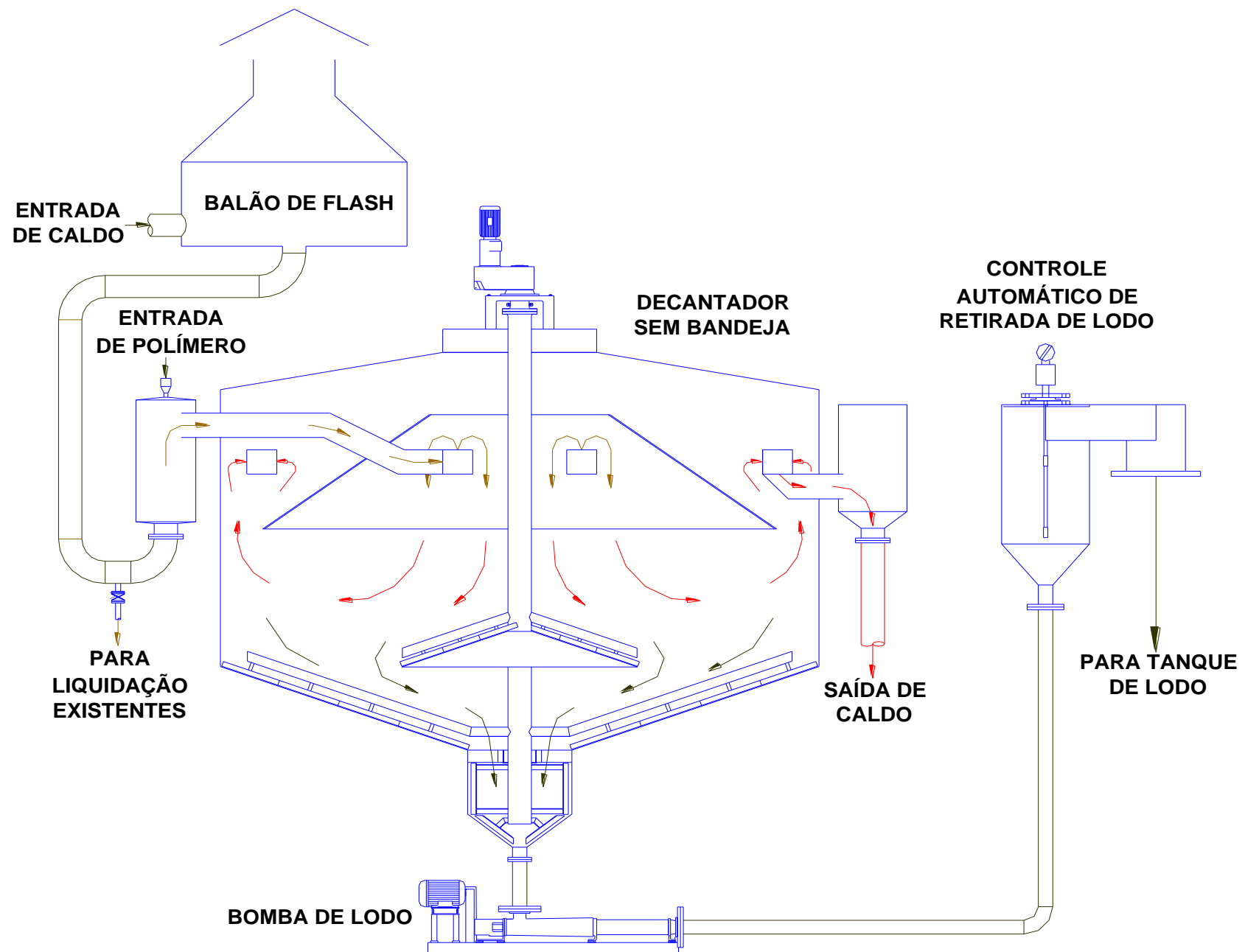
Objetivo: Remover impurezas presentes no caldo, através de sedimentação.

- Decantador sem Bandejas
- Decantador com Bandejas (+ utilizado)
- Adição de Polímero
- Faixa de pH: 6,9 a 7,1

# FLUXO DE CALDO E LODO DECANTADOR CONVENCIONAL

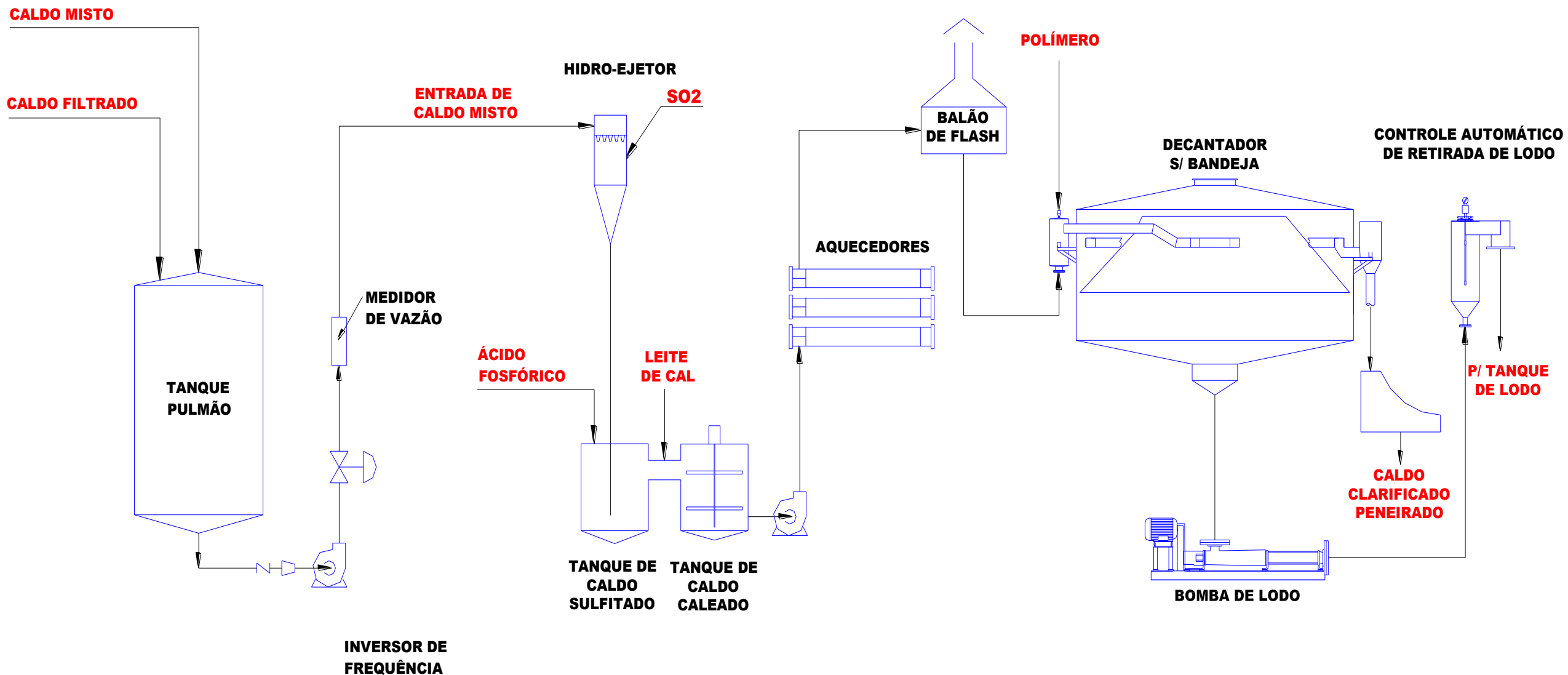


# DECANTADOR SEM BANDEJA





# FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DE CALDO



# Tratamento de Caldo:







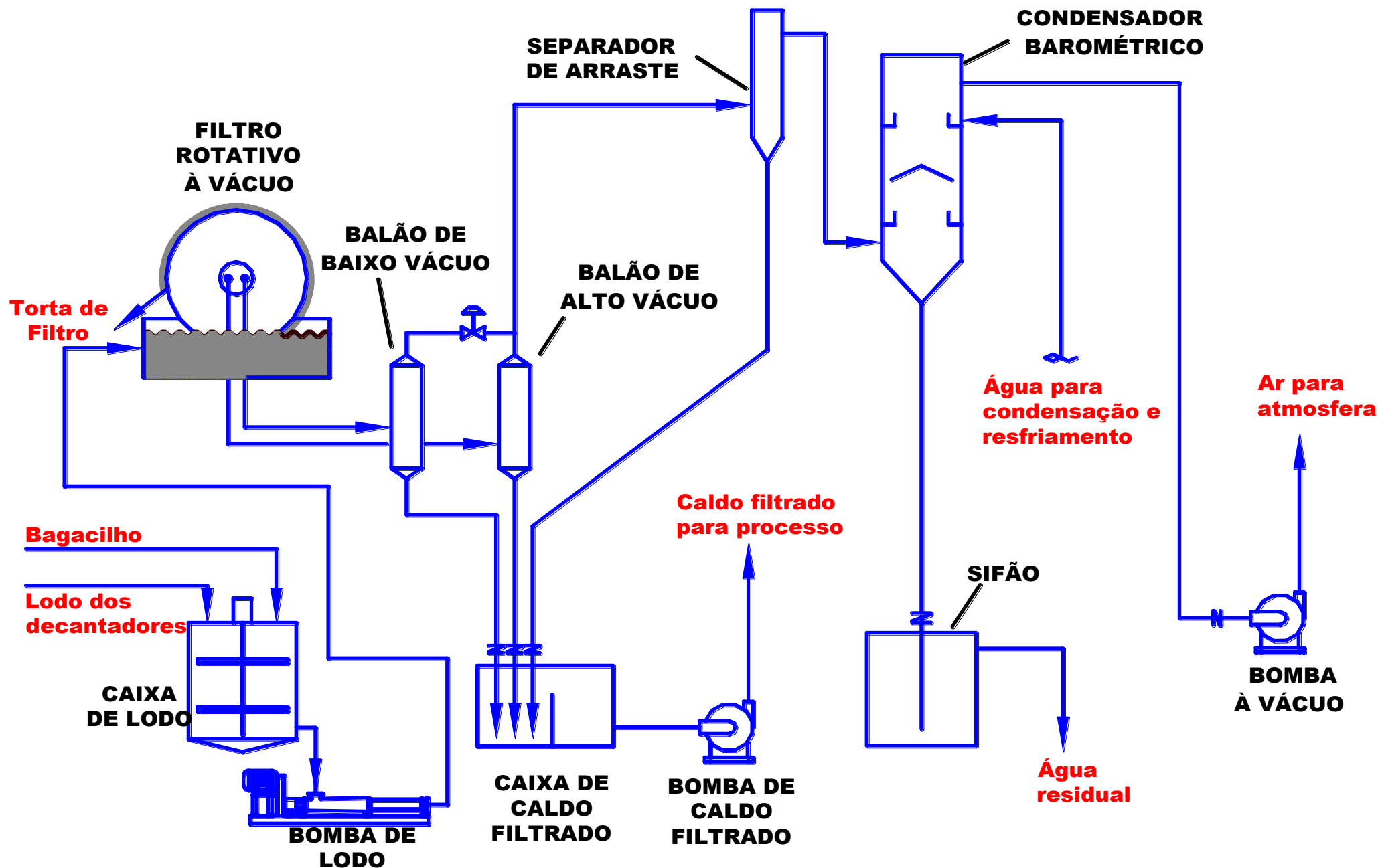
# Filtros Rotativos a Vácuo:

Objetivo: Recuperar parte da sacarose que está contida no lodo dos decantadores.

- Adição de Bagacilho



# INSTALAÇÃO DOS FILTROS ROTATIVOS À VÁCUO



# Filtros Rotativos a Vácuo:



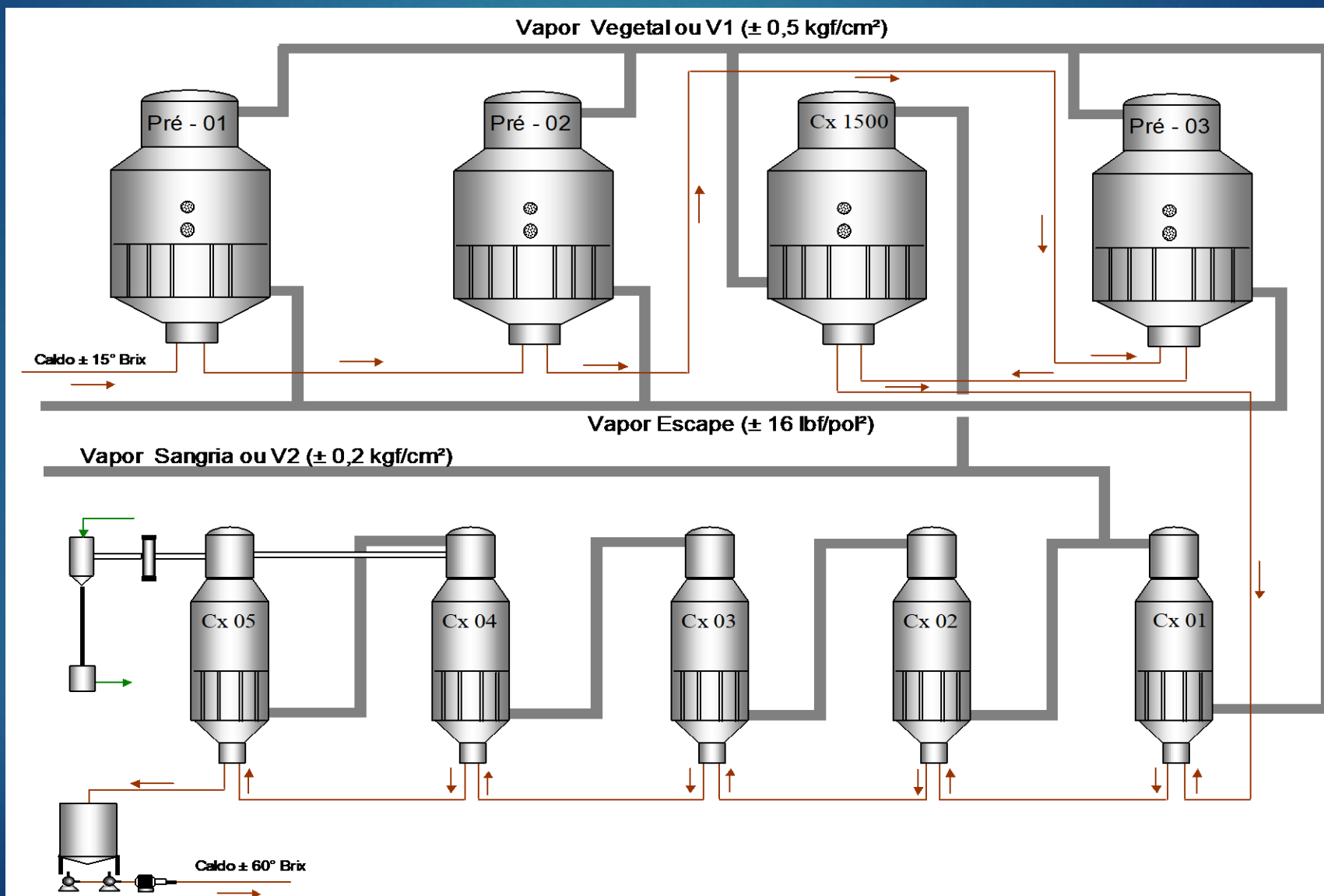
## 4- Evaporação:

Objetivo: Concentrar o caldo decantado, através da retirada de água, elevando de 15°Brix até 60°Brix.

- Pré Evaporadores
- 4 Caixas de Evaporação
- Múltiplo Efeito



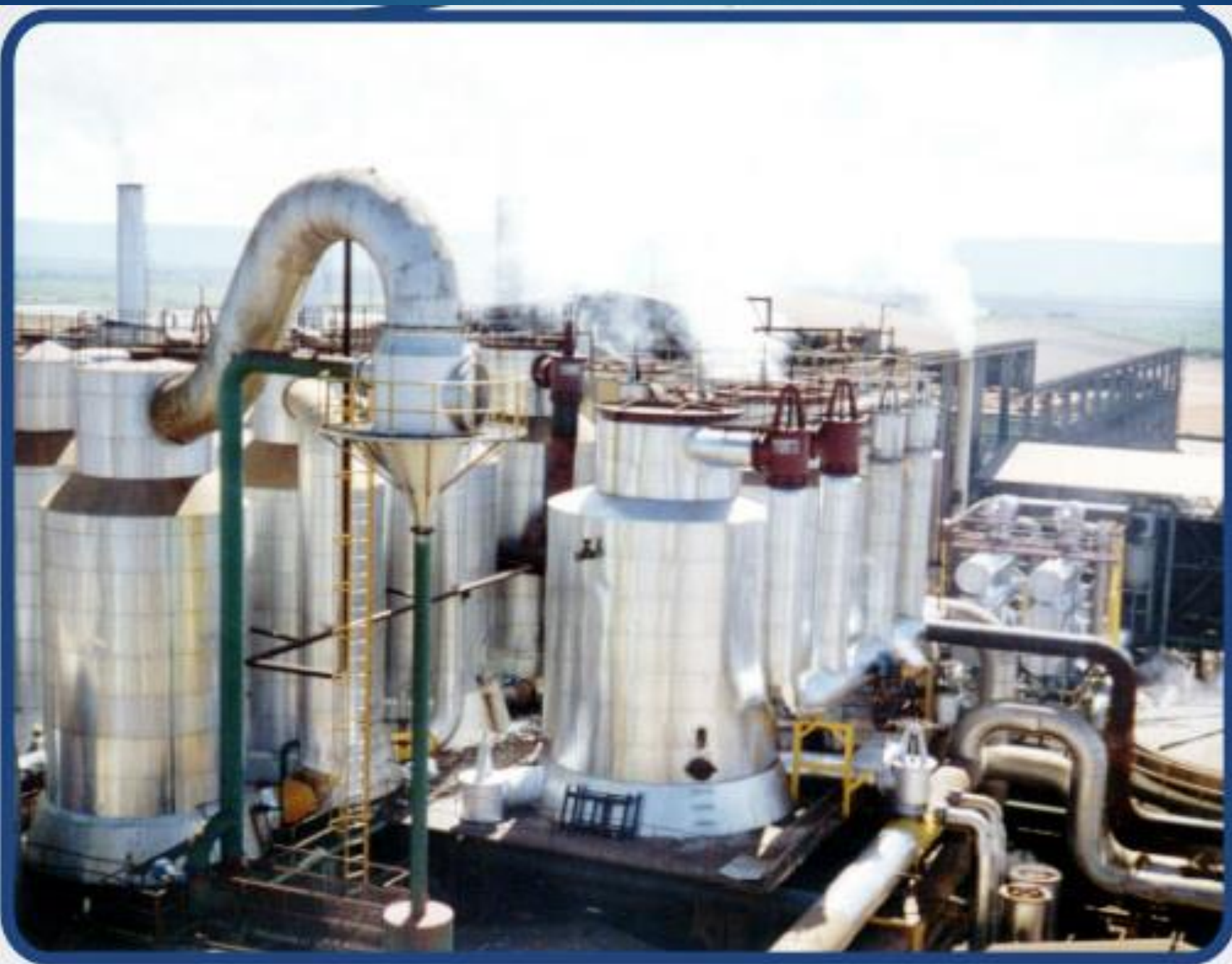
# 4- Evaporação:





## 4- Evaporação:





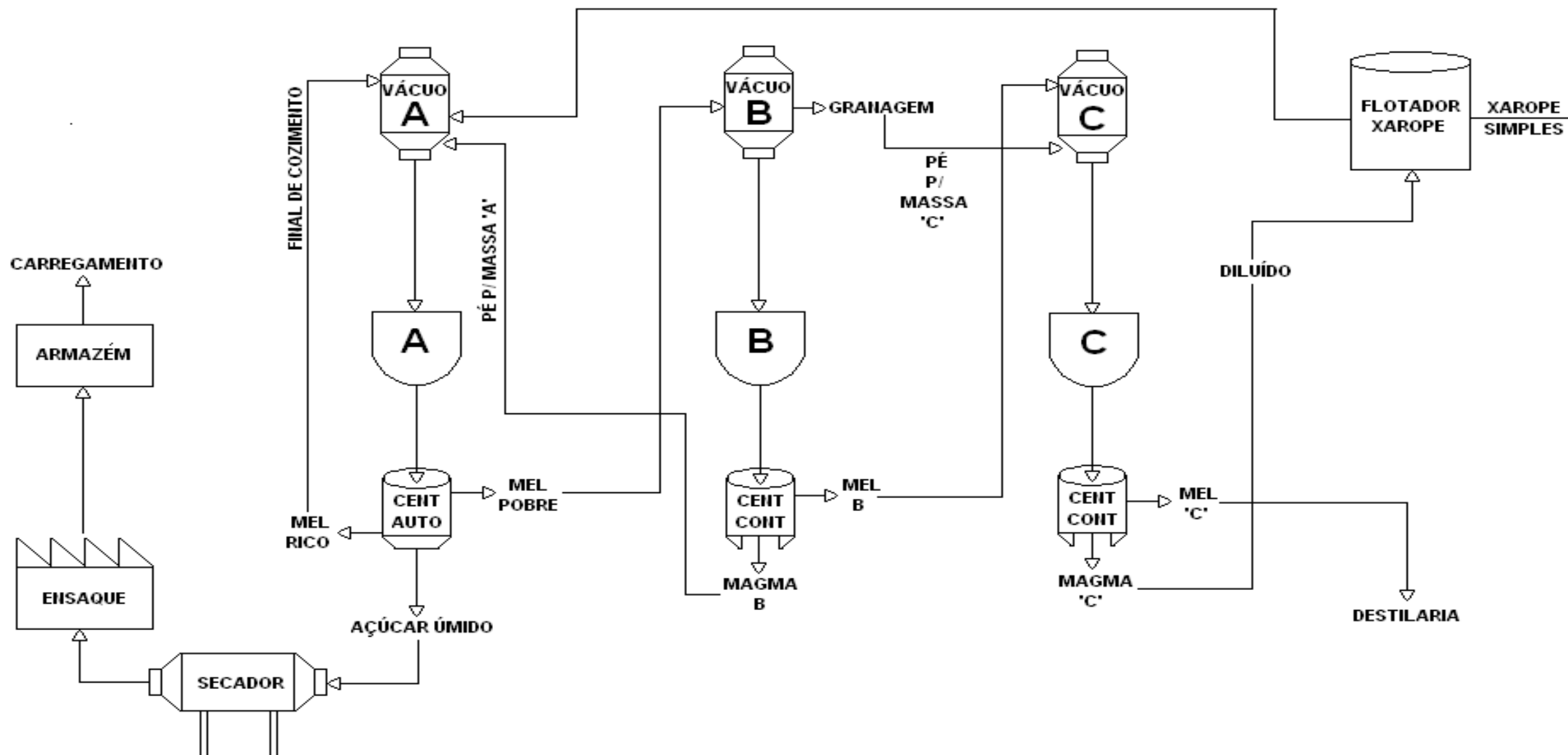


## 5- Cozimento e Cristalização:

Objetivo: Evaporar o restante da água, de forma controlada, favorecendo o aparecimento de cristais de sacarose (açúcar).

- Pressão: 15 pol Hg (vácuo)
- Temperatura:  $\pm 60^{\circ}\text{C}$
- Tempo:  $\pm 4$  horas

## Fabricação de Açúcar





## 5- Cozimento e Cristalização:



# 5- Cozimento e Cristalização:





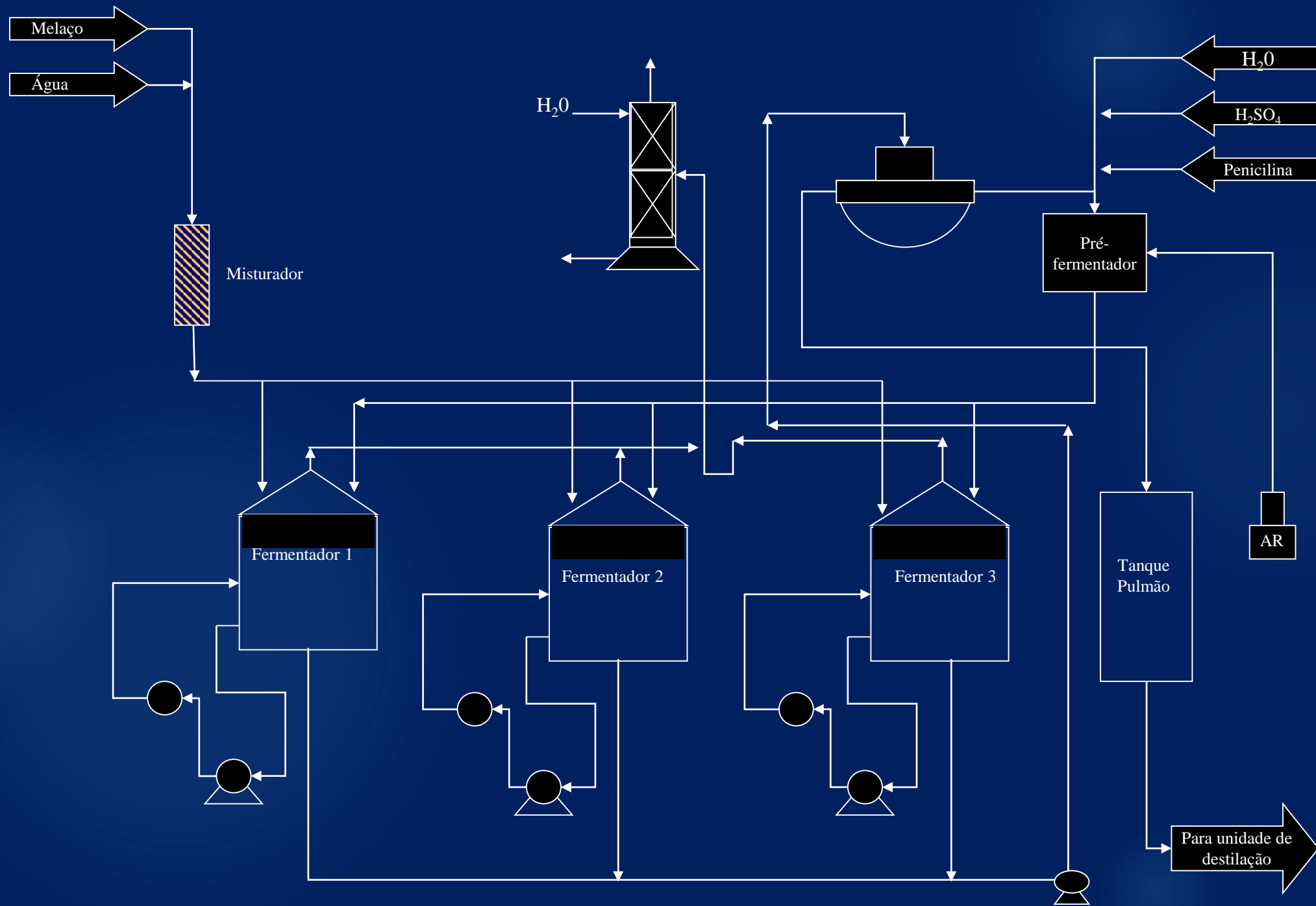


# Etapas do Processo:

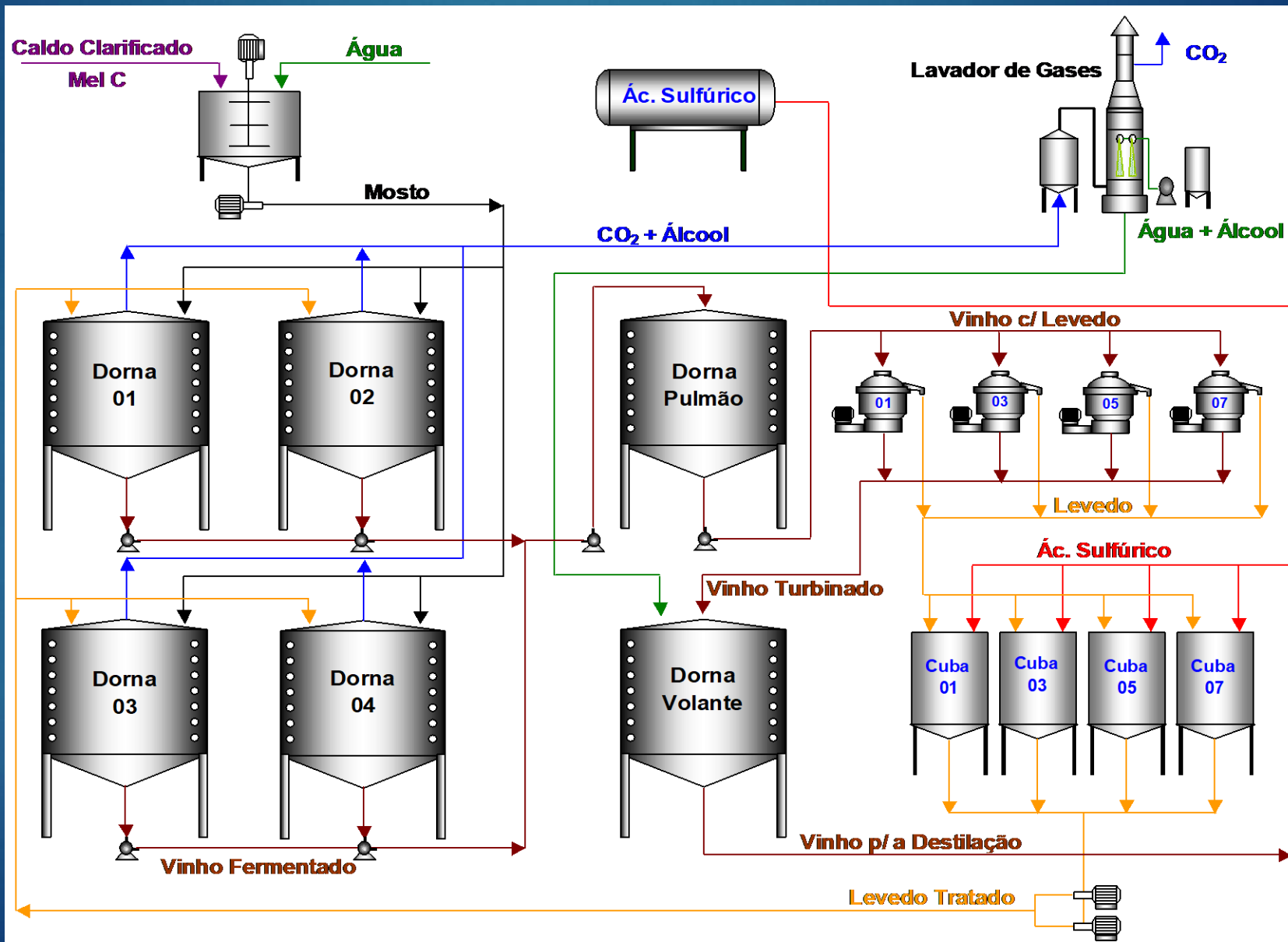
Álcool (Etanol)

- 1- Extração
- 2- Dosagem
- 3- Decantação
- 4- Fermentação
- 5- Separação
- 6- Destilação

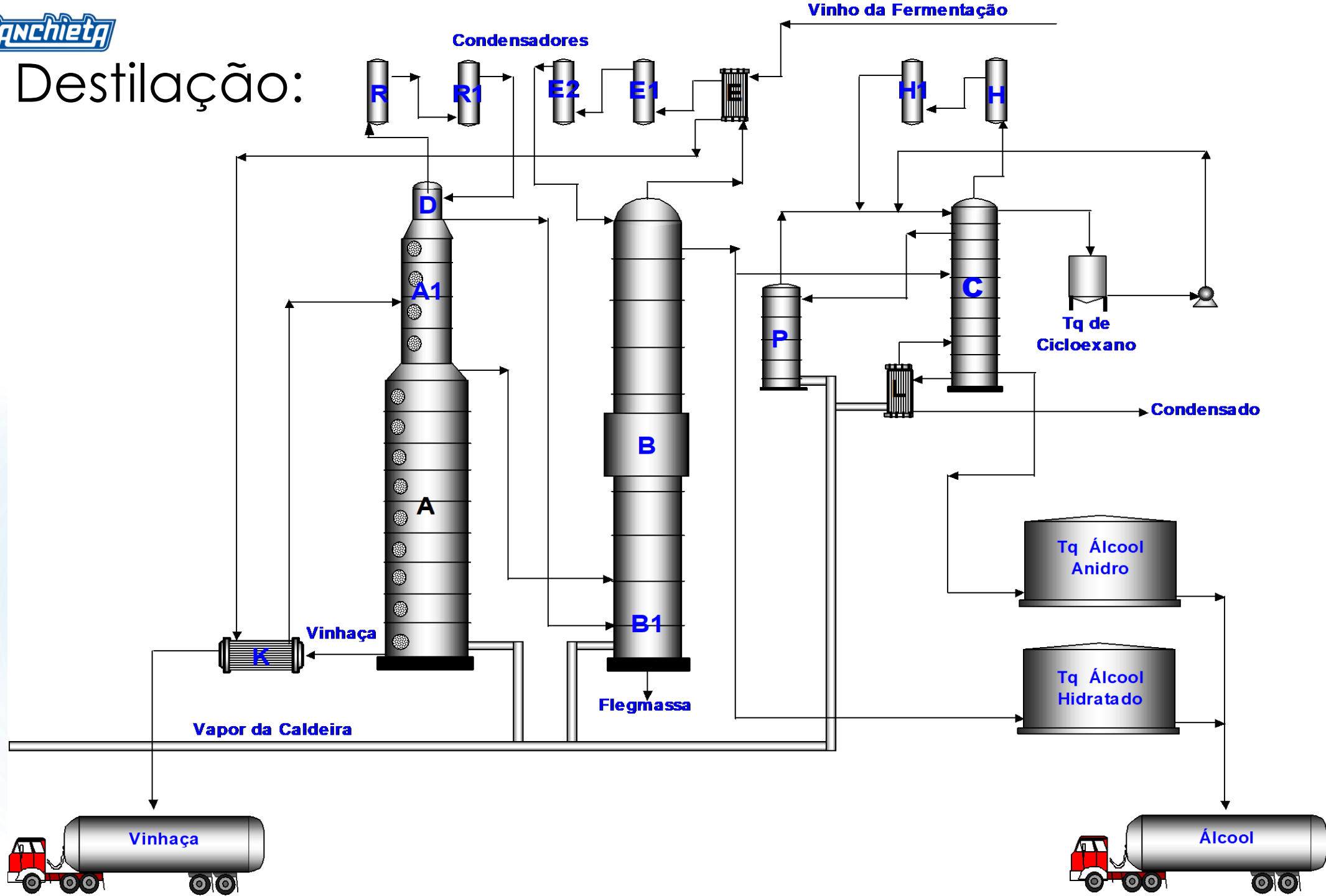




# 1- Fermentação e Turbinagem:



## 2- Destilação:

















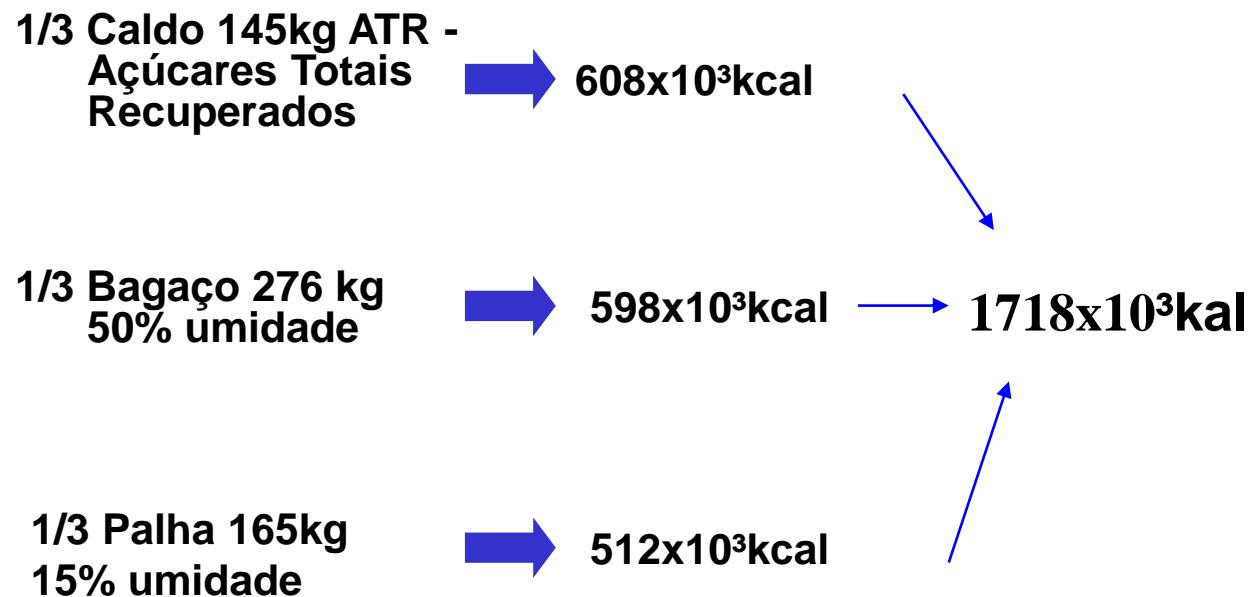


# **Situação atual e perspectivas de expansão do setor sucroalcooleiro no Brasil e no Mundo**

## A ENERGIA PRIMÁRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR



Fonte: CTC

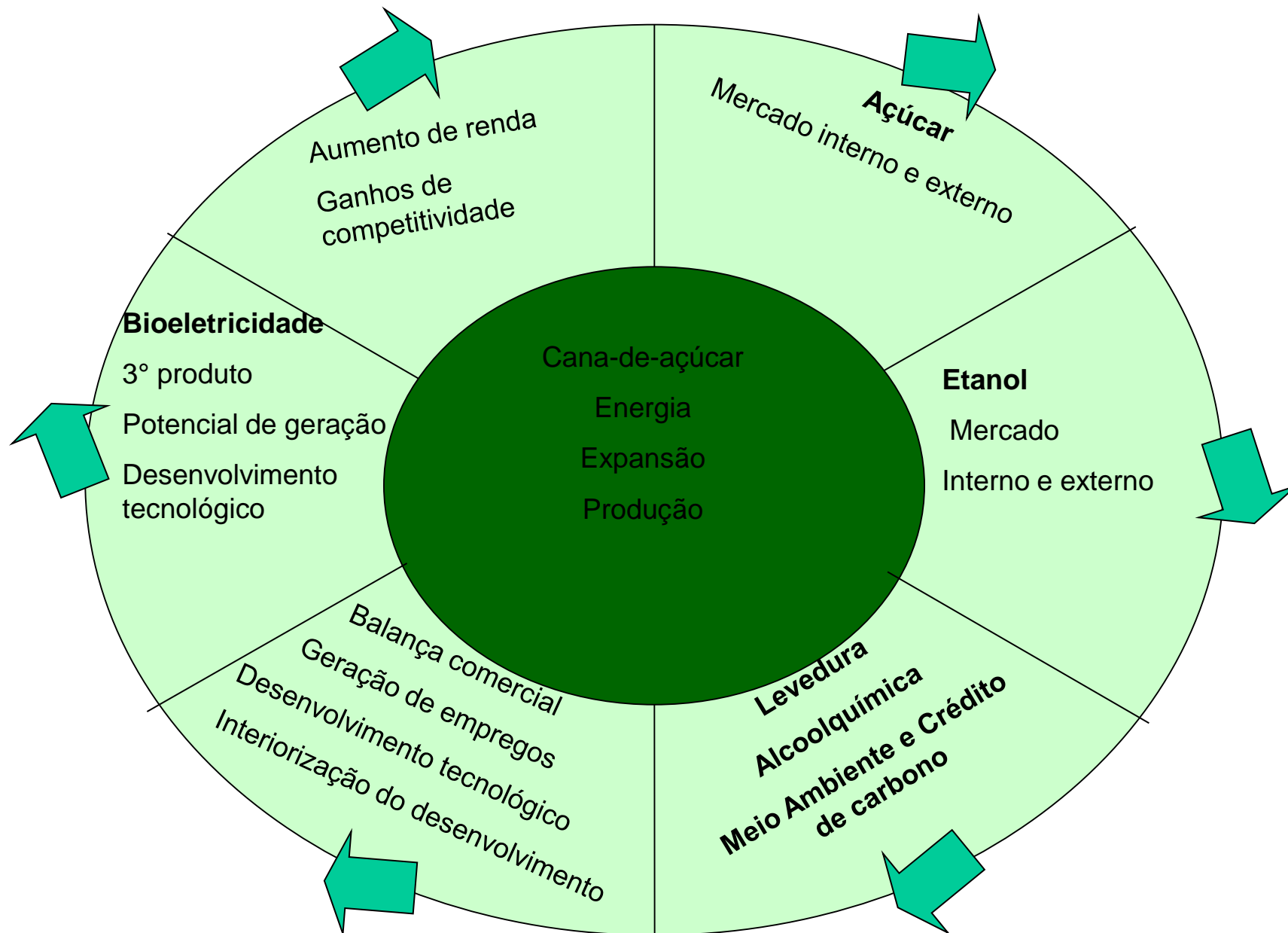


**1 BARRIL DE PETRÓLEO =  $1386 \times 10^3 \text{ KCAL}$**

**1 ton cana energia primária equivalente a 1,2 barris de petróleo**

**Produção atual - safra ± 425 milhões de toneladas de cana**  
**EQUIVALENTE A ± 510 MILHÕES DE BARRIS DE PETRÓLEO / ANO.**  
**1,39 milhões de Barris de Petróleo/dia**

## Circulo virtuoso para o desenvolvimento sustentado





## Indústria da Cana de Açúcar > Evolução Tecnológica e Empresarial

**Tecnologia do bagaço "que não sobre e que não falte"**



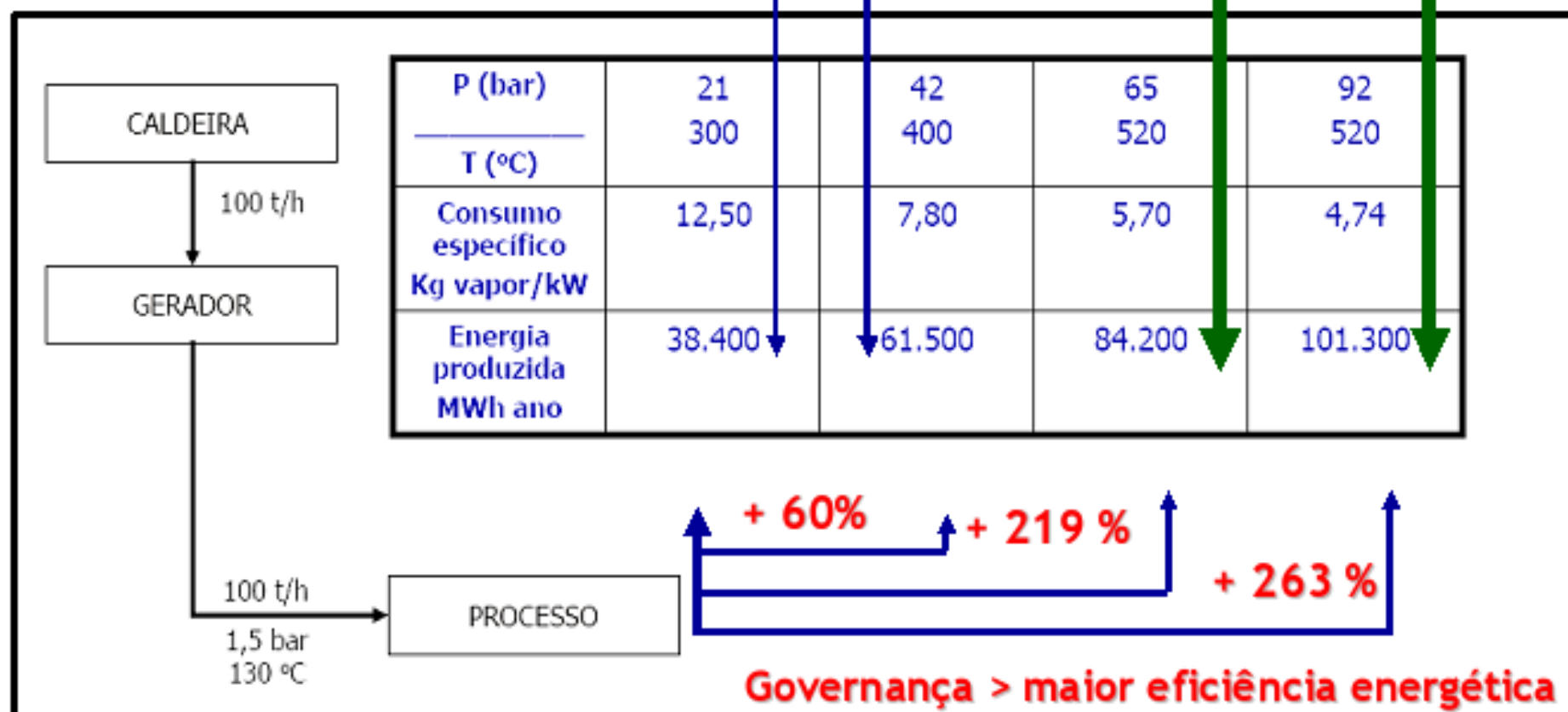
Caldeira 21 bar > baixa eficiência

# Bioeletricidade: Produto de Mercado

## Avanço Tecnológico - Resultados

Produção de Vapor > Açúcar + Etanol + Bioeletricidade + CO<sub>2</sub>

Produção de Vapor > Açúcar + Etanol (até Jun/2005)





## Indústria da Cana de Açúcar > Evolução Tecnológica e Empresarial

### Tecnologia “Energia e Alimentos” > açúcar/etanol + bioeletricidade + CO2



## Expansão da Bioeletricidade - Brasil

### Disponibilidade de Biomassa e Potencial de Exportação de Bioeletricidade

Produção de Cana, Bagaço e Palha - Milhões de toneladas

Safr	Cana (1)	Bagaço (2)	Palha e ponta (3)	Bagaço + Palha	Potencial só bagaço (4)		Potencial bagaço + palha (5)	
					MW	MW med.	MW	MW med.
2006/07 (real)	430	108	88	195	2896	1448	2896	1448
2007/08	478	120	98	217	3572	1786	3972	1986
2008/09	514	129	105	233	4406	2203	5448	2724
2009/10	558	140	114	253	5436	2718	7472	3736
2010/11	601	150	123	273	6704	3352	10250	5125
2011/12	647	162	132	294	8270	4135	14058	7029
2012/13	696	174	142	316	10202	5101	19284	9642
2015/16	829	207	169	376	12152	6076	22968	11484
2020/21	1038	260	212	471	15214	7607	28758	14379

#### Notas

(1) Safras = dados da UNICA

(2) 1 tonelada de cana = 250 kg de bagaço (UNICA);

(3) 1 tonelada de cana = 204 kg de palha e pontas (Koblitz).

(4) 1 tonelada de cana (só bagaço) gera 85,6 kWh para exportação; Fator de Capacidade = 0,5 (Koblitz)

Supõe a utilização de 75% do bagaço disponível em 2012/13 (sem utilização de palha e pontas)

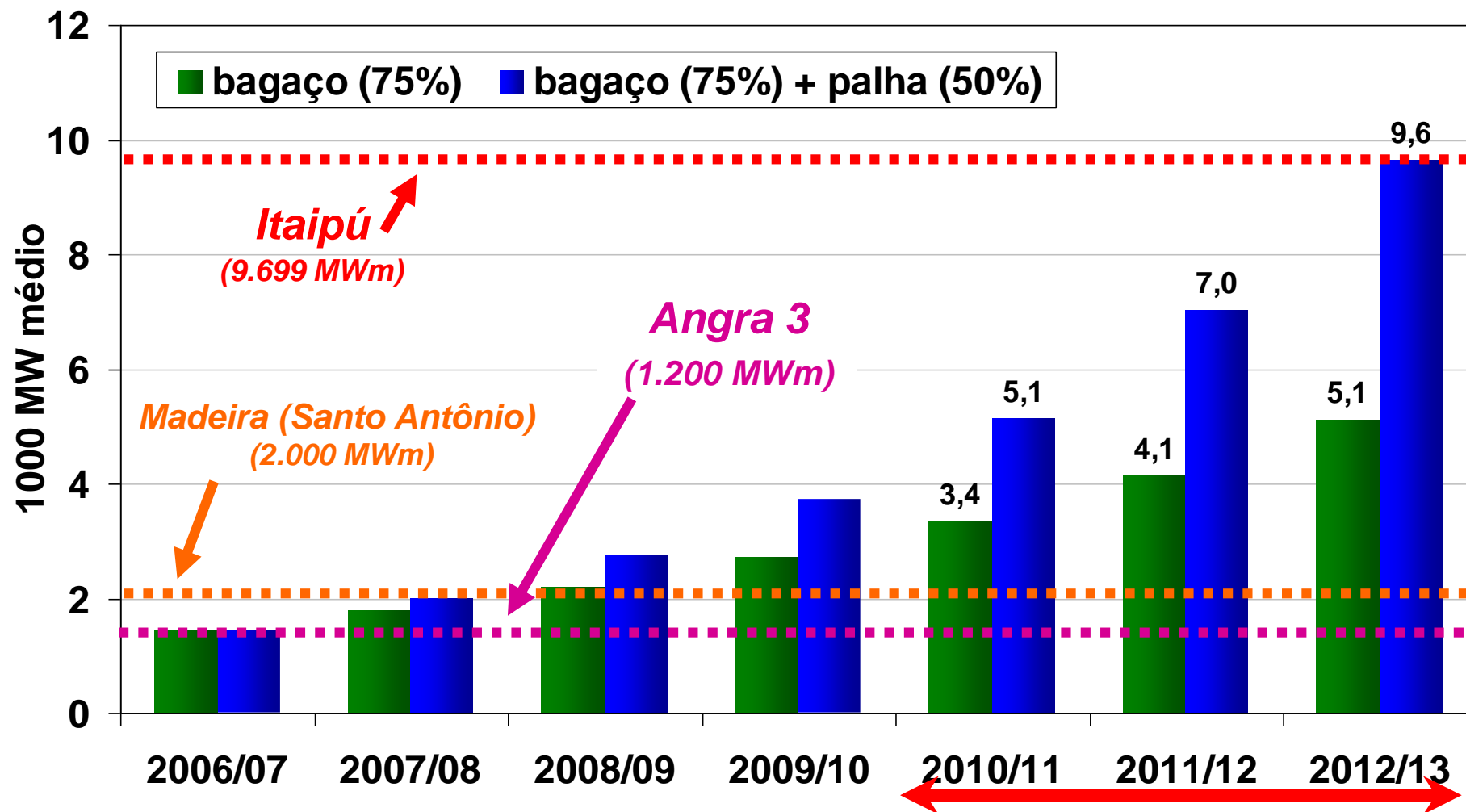
(5) 1 tonelada de cana (bagaço + palha) gera 199,9 kWh para exportação; PCI da palha = 1,7 PCI do bagaço; Fator de Capacidade = 0,5 (Koblitz)

Supõe a utilização de 75% do bagaço disponível em 2012/13 e 50% da palha disponível no mesmo ano

1 tonelada de bagaço gera 342,4 kWh para exportação e 1 tonelada de palha gera 560,3 kWh para exportação



# ESTIMATIVA DO POTENCIAL DA BIOELETRICIDADE NO BRASIL



Pressupostos: a) safra 2006/2007: realizado; b) safra 2012/13 → estimativa baseada nos seguintes valores: 695 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 1 tonelada de cana-de-açúcar produz 250 kg de bagaço e 204 kg de palha/ponta, 1 tonelada de cana (só bagaço) gera 85,6 KWh para exportação, 1 tonelada de cana (bagaço + palha/ponta) gera 199,9 KWh para exportação, PCI da palha = 1,7 PCI do bagaço, fator de capacidade = 0,5; c) demais anos: valores estimados a partir de uma tendência de crescimento. Fonte: Cogen, Unica. Elaboração: Unica

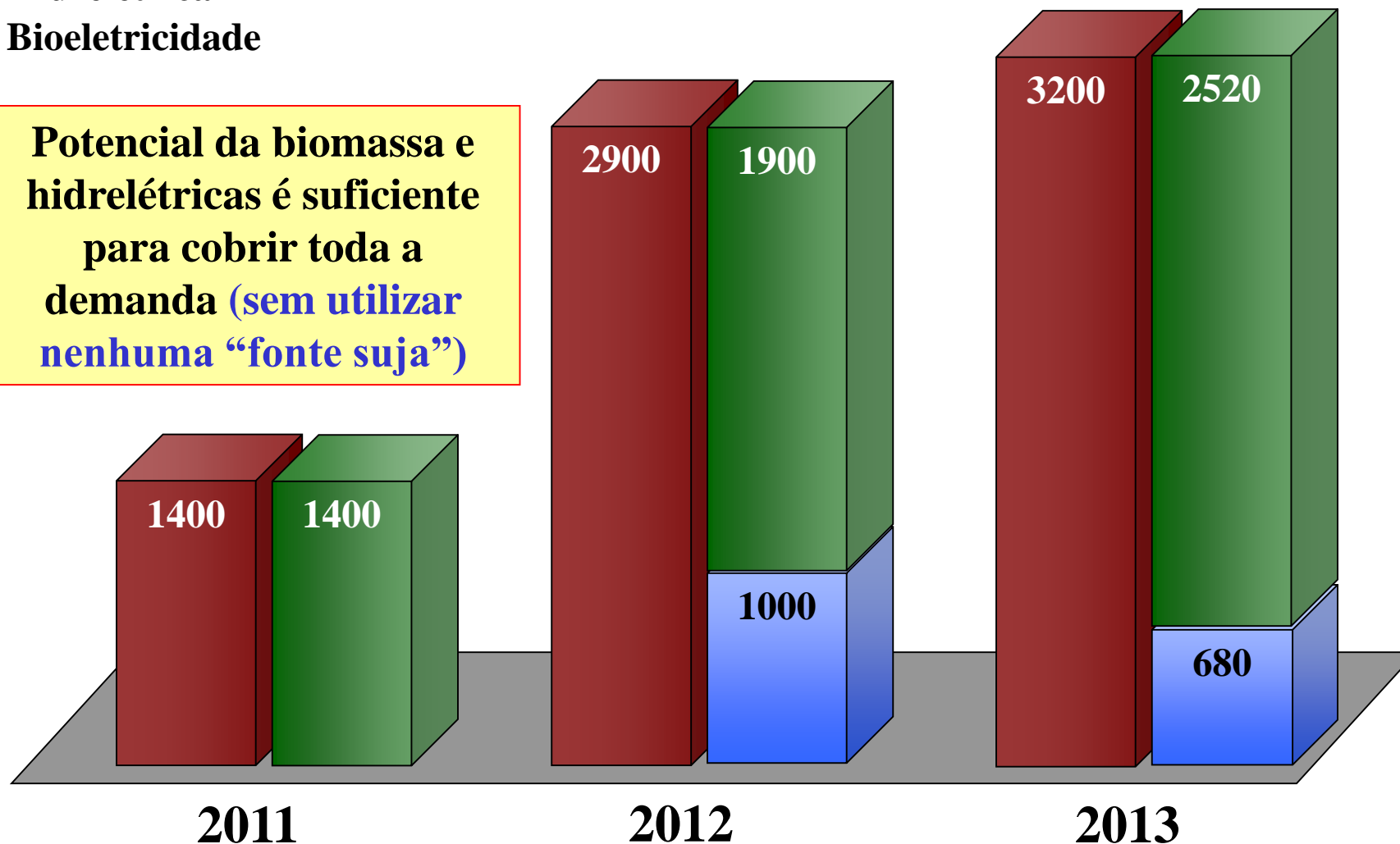
# EXPANSÃO DA OFERTA DE CANA

## O POTENCIAL DA BIOELETRICIDADE

### DEMANDA BRASILEIRA POR ENERGIA ELÉTRICA

- Necessidade de contratação
- Hidrelétrica
- Bioeletricidade

Potencial da biomassa e hidrelétricas é suficiente para cobrir toda a demanda (sem utilizar nenhuma “fonte suja”)



# POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NOVA POR TIPO DE FONTE

## ➤ Tempo de construção reduzido

- ✓ Implantação em 24-30 meses

## ➤ Renovável e limpa

- ✓ Reduzido impacto ambiental
- ✓ Proporciona créditos de carbono

## ➤ Período de safra complementar ao hidrológico

- ✓ Bioeletricidade é produzida em período seco (hidrologia)

## ➤ Projetos de menor porte e espectro mais amplo de investidores

- ✓ Elimina riscos de atrasos e problemas na construção

## ➤ Fortalece a indústria nacional de equipamentos e a geração de emprego e renda

## ➤ Disponível no “coração” do sistema elétrico interligado





# EXPANSÃO DA PRODUÇÃO

	2006/07	2010/11	2015/16	2020/21
<b>Produção cana-de-açúcar (milhões t)</b>	<b>430</b>	<b>601</b>	<b>829</b>	<b>1.038</b>
<b>Área cultivada (milhões ha)</b>	<b>6,3</b>	<b>8,5</b>	<b>11,4</b>	<b>13,9</b>
<b>Açúcar (milhões t)</b>	<b>30,2</b>	<b>34,6</b>	<b>41,3</b>	<b>45,0</b>
Consumo interno	9,9	10,5	11,4	12,1
Excedente para exportação	20,3	24,1	29,9	32,9
<b>Álcool (bilhões litros)</b>	<b>17,9</b>	<b>29,7</b>	<b>46,9</b>	<b>65,3</b>
Consumo interno	14,2	23,2	34,6	49,6
Excedente para exportação	3,7	6,5	12,3	15,7
<b>Bioeletricidade (MWmédio)</b>	<b>1.400</b>	<b>3.300</b>	<b>11.500</b>	<b>14.400</b>
Participação na matriz elétrica brasileira (%)	3%	6%	15%	15%

Nota: potencial bioeletricidade → para a safra 2010/11 considerou-se apenas a utilização de 75% do bagaço; para as safras 2015/16 e 2020/21 considerou-se a utilização de 75% do bagaço + 50% da palha disponíveis. Elaboração: Unica, Copersucar e Cogen.

## Crescimento de oferta

### Participação relativa na oferta de cana - Centro-Sul



	2006/07	2012/13
São Paulo	72,15%	62,33%
Minas Gerais	7,27%	13,09%
Goiás	4,30%	7,03%
Paraná	7,33%	8,17%
MS	2,67%	4,79%
MT	3,64%	2,62%
RJ	1,42%	1,09%
RS	---	---
TOTAL	100%	100%

## Crescimento de oferta

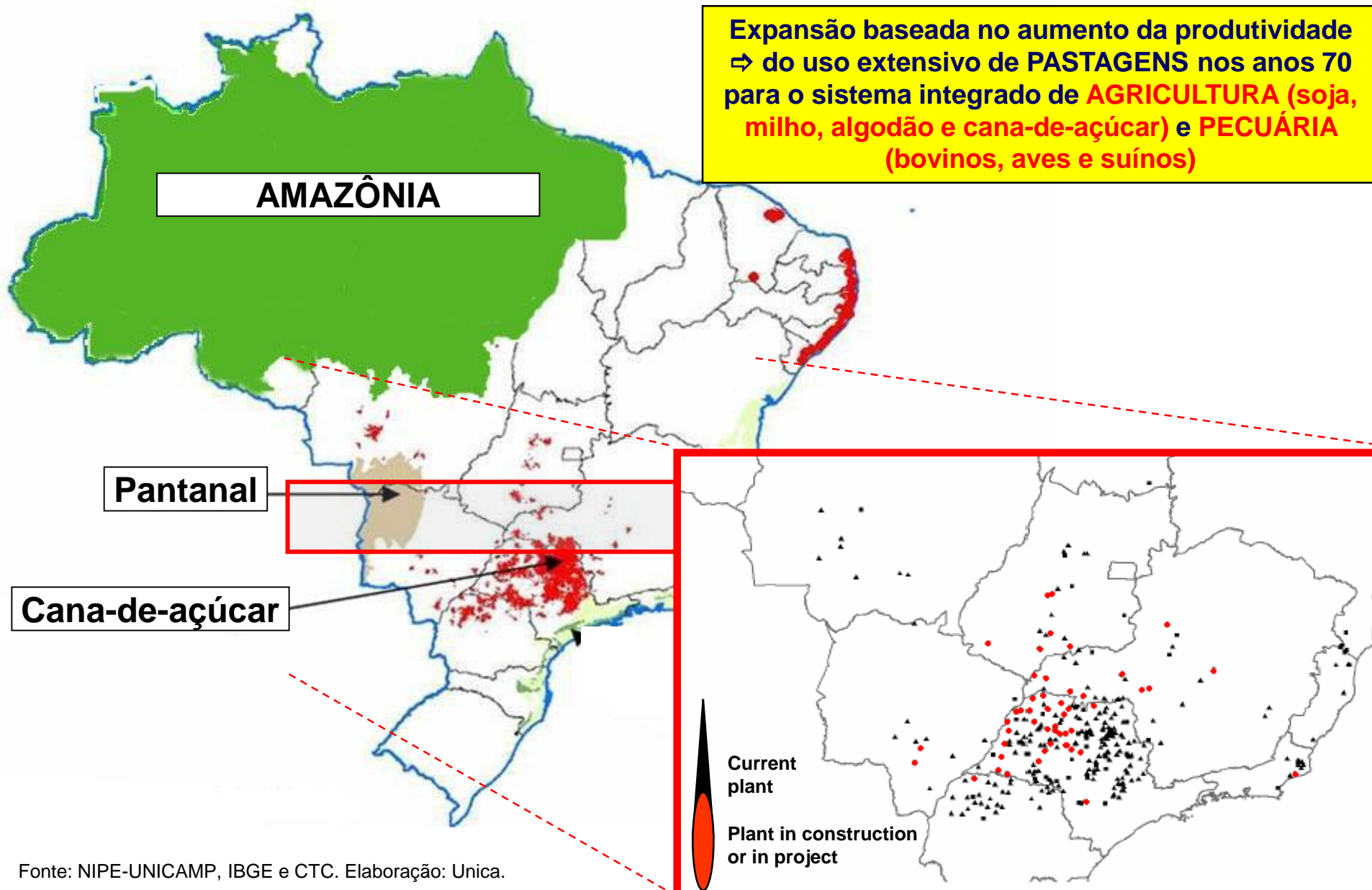
Centro-Sul do país - Unidades produtoras



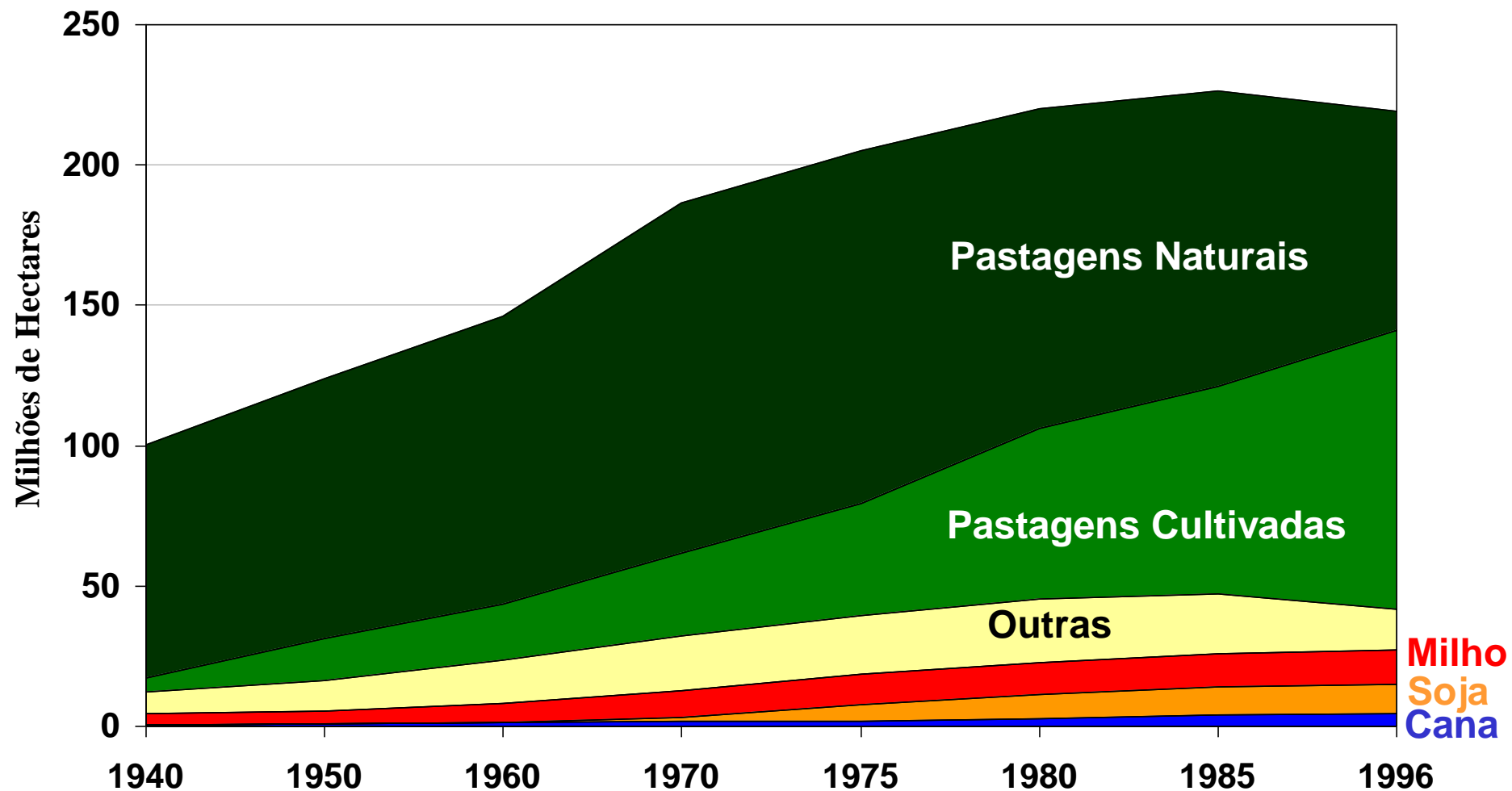
	Safra 06/07	Safra 12/13	▲
São Paulo	147	182	35
Minas Gerais	25	43	18
Goiás	15	25	10
Paraná	27	31	4
MS	9	18	9
MT	10	10	0
RJ	8	9	1
E.S.	6	6	0
R.S.	1	1	0
TOTAL	248	325	77



# BRASIL: LOCALIZAÇÃO DAS PLANTAS



# BRASIL: AGRICULTURA X PASTAGENS



Fonte:

Culturas → IBGE-Estatísticas do século XX, IBGE-Sidra e IPEADATA-Séries Históricas.

Pastagens → IBGE-Censos agropecuários 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/96. Elaboração: Icone e Unica.

# AGRICULTURA X PASTAGENS

Valores para o ano de 2005


	Efetivo do rebanho bovino (milhões cabeças)	Área de pastagem (milhões hectares)	Lotação média (cabeças/hectare)
<b>Brasil</b>	<b>207,1</b>	<b>200-220</b>	<b>≈ 1,0</b>
<b>São Paulo</b>	<b>14,1</b>	<b>10</b>	<b>≈ 1,4</b>

**Se a lotação média no Brasil fosse de 1,4 cabeça/hectare  
50-70 milhões de hectares de pastagem poderiam ser  
disponibilizados para a agricultura**



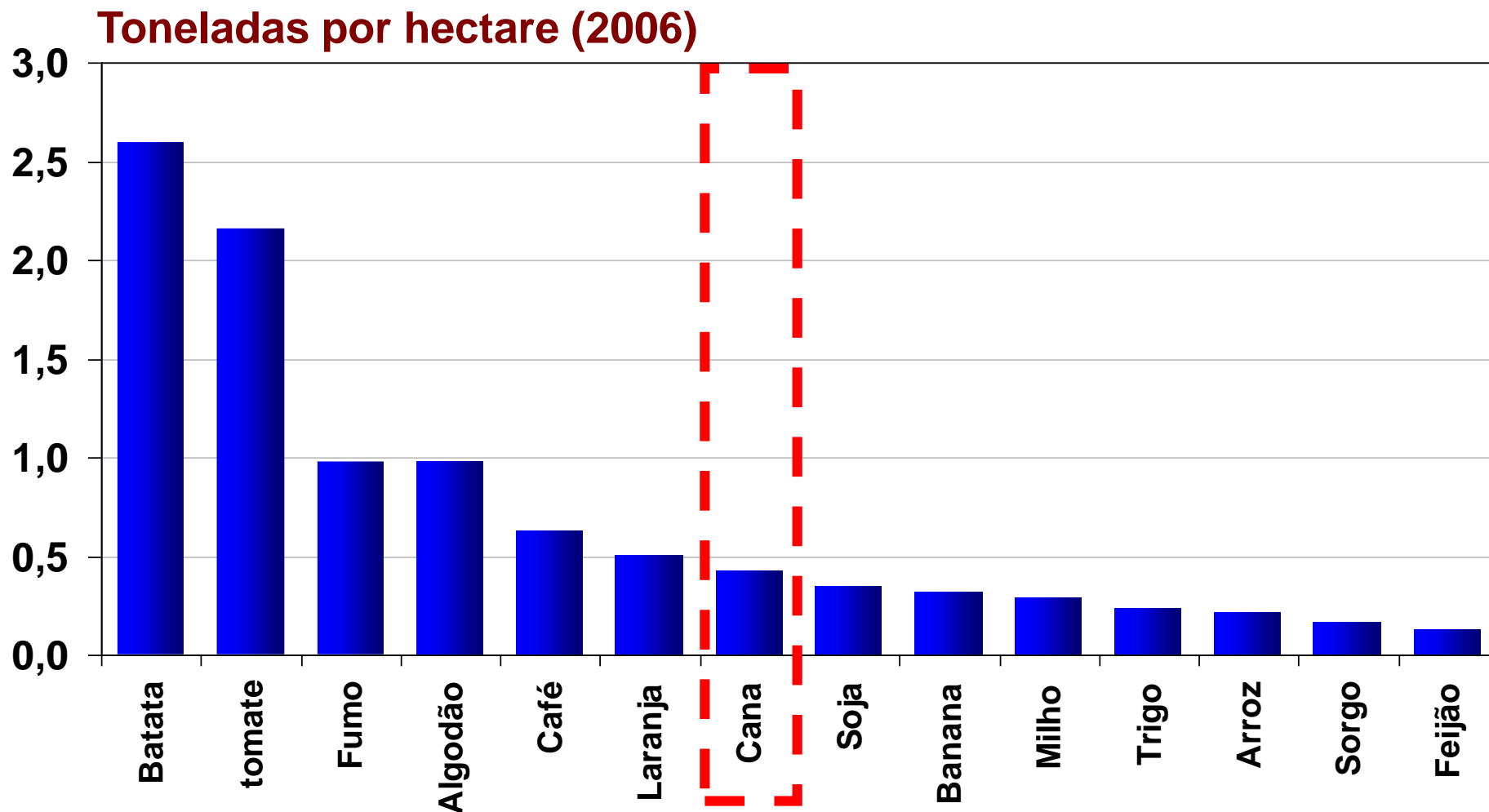
# ESTIMATIVA DO EMPREGO NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

## Estimativas para o Estado de São Paulo

	2006/07	2010/11	2015/16	2020/21	
<b>Produção cana-de-açúcar (milhões t)</b>	<b>299</b>	<b>370</b>	<b>457</b>	<b>544</b>	
<b>Área com colheita mecânica (%)</b>	<b>40%</b>	<b>70%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	
<b>Número de empregados</b>					
Colheita manual (mil trabalhadores)	189,6	107,4	0	0	} <b>Qualificação de trabalhadores para o setor</b>
Colheita mecânica (mil trabalhadores)	15,5	30,8	59,5	70,8	
Indústria (mil trabalhadores)	55,3	62,6	68,3	75,3	
<b>Total (mil pessoas)</b>	<b>260,4</b>	<b>200,8</b>	<b>127,8</b>	<b>146,1</b>	
 <b>Redução de 114 mil empregos</b>					} <b>Requalificação para outros setores</b>

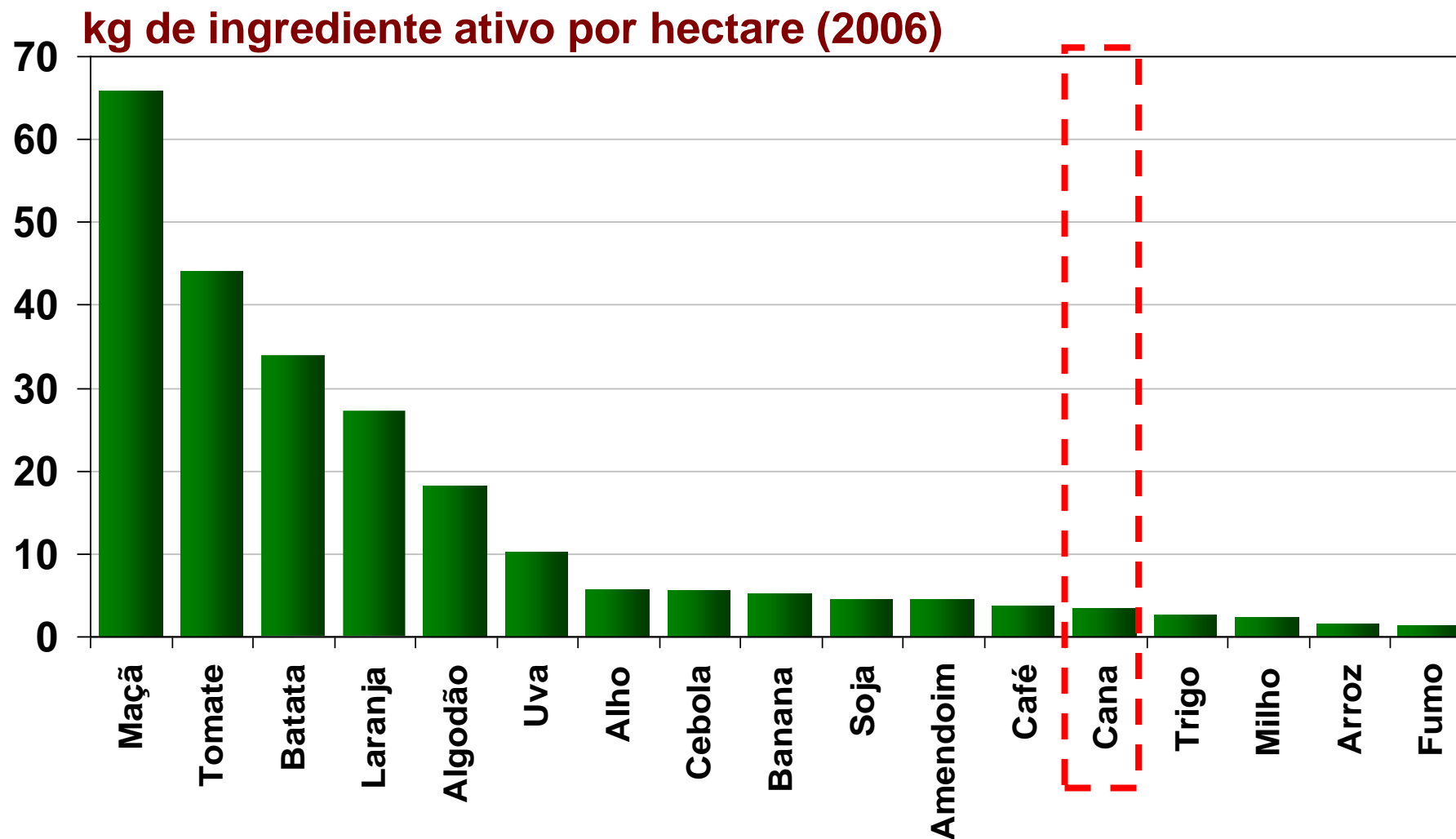
Nota: estimativa com base nos coeficientes de utilização de mão-de-obra atuais; não inclui funcionários envolvidos na gestão e administração da produção. Elaboração: Unica.

# BRASIL: CONSUMO DE FERTILIZANTES PELAS PRINCIPAIS CULTURAS



Nota: Para determinar o consumo de fertilizantes por hectare dividiu-se a estimativa de consumo de fertilizantes pela área plantada com cada cultura. Fonte: Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2006. Associação Nacional para Difusão de Adubos-ANDA. São Paulo, 2007. p.34

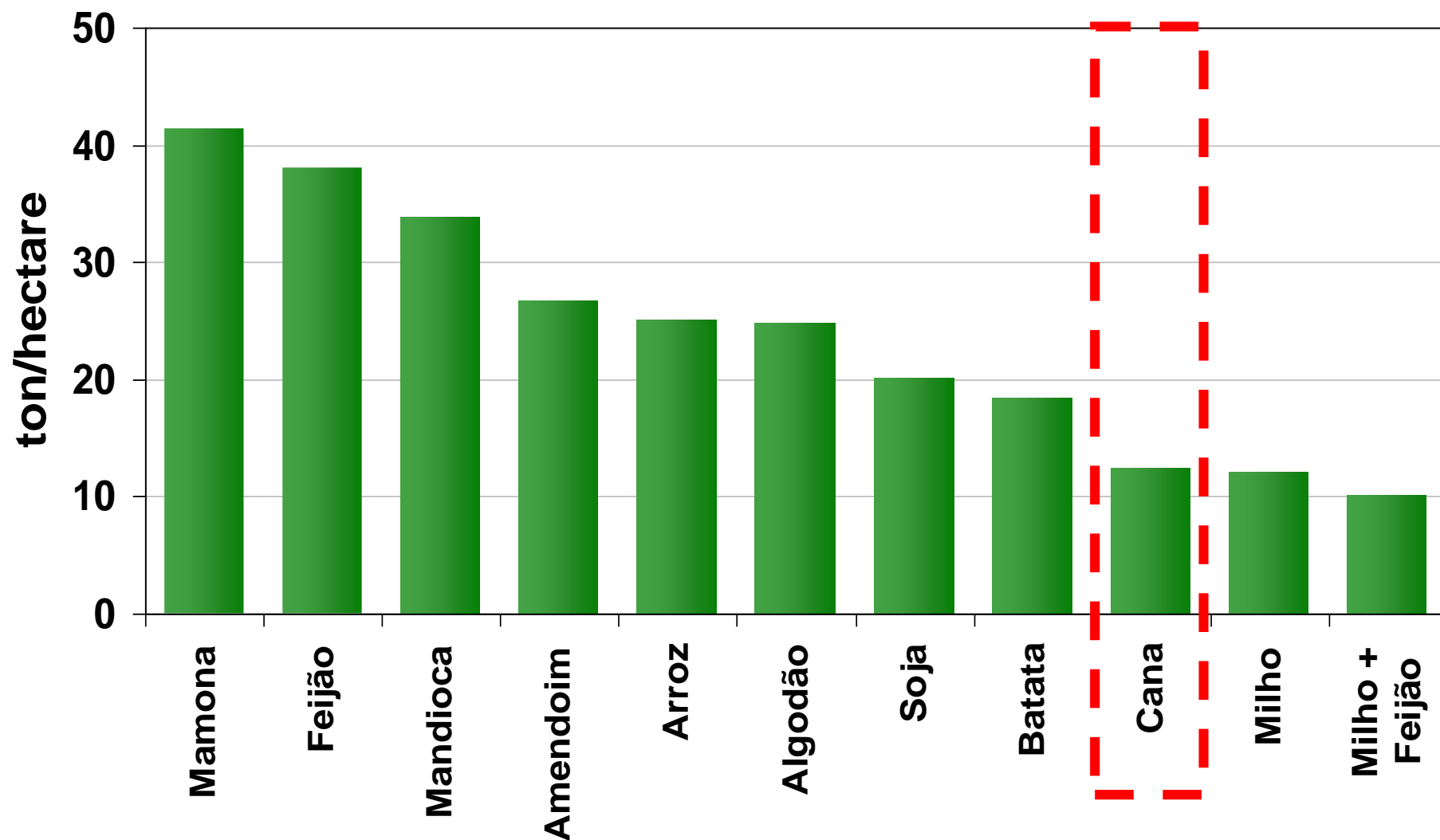
# BRASIL: CONSUMO DE DEFENSIVOS PELAS PRINCIPAIS CULTURAS



Nota: Defensivos: herbicida, fungicida, inseticida, acaricida e outros (antibrotantes, reguladores de crescimento, óleo mineral e espalhante adesivo).  
Fonte: Venda de defensivos obtida em Sindag (2007) e estimativa de área plantada obtida em IBGE (2007).

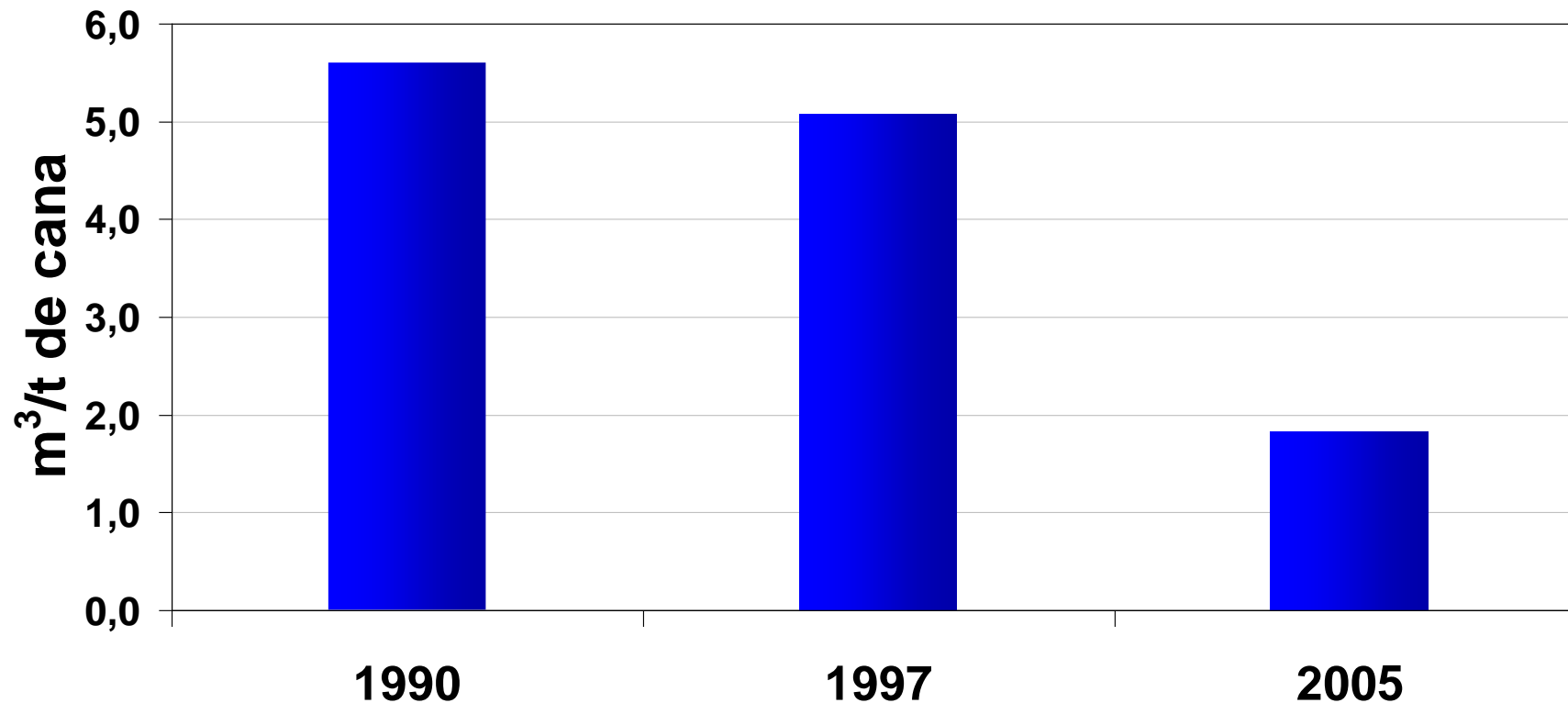


## PERDAS DE SOLO



# CAPTAÇÃO DE ÁGUA PELAS USINAS

Média dos levantamentos realizados por amostragem



**Apesar do uso de volumes elevados de água, a captação pelas empresas vem sendo reduzida em função do aperfeiçoamento dos controles internos e reuso**

Nota: valores obtidos a partir de vários levantamentos: a) PERH-1994/95 para 1990; b) Levantamento CTC (34 usinas) para 1997; c) Levantamento UNICA/CTC em 2005.

Fonte: Elia Neto, A. Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar. In: Macedo I.C. et al.(org). A energia da cana-de-açúcar São Paulo. 2005.

## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

- **Açúcar: 12-18%**
- **Fibra: 12-14% (sem computar os resíduos de colheita)**
- **Cera 0,1-0,3%**
- **Cinza: 2-3%**

**Composição da Cana de Açúcar após colheita**

## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### Conversão da sacarose da cana

#### Usina de açúcar

- Açúcar: 120 kg/T
- Etanol do melaço: 7 l/T

#### Açúcar / Etanol (50/50) (Usina com Destilaria anexa)

- Açúcar: 67 kg/T
- Etanol: 42 l/T

#### Etanol (Destilaria Autônoma)

- Etanol: 85 l/T



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

<b>LIGNOCELULÓSICOS</b>	<b>45%</b>
<b>SÓLIDOS INSOLÚVEIS</b>	<b>2-3%</b>
<b>SÓLIDOS SOLÚVEIS</b>	<b>2-3%</b>
<b>UMIDADE</b>	<b>50%</b>

	<b>BAGAÇO INTEGRAL</b>	<b>FIBRA</b>	<b>MEDULA</b>
<b>CELULOSE %</b>	<b>46,6</b>	<b>47,7</b>	<b>41,2</b>
<b>HEMICELULOSE %</b>	<b>25,2</b>	<b>25,0</b>	<b>26,0</b>
<b>LIGNINA %</b>	<b>20,7</b>	<b>19,5</b>	<b>21,7</b>

### COMPOSIÇÃO DO BAGAÇO DE CANA

## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**



**Bagço excedente**

## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

<b>CELULOSE</b>	<b>45,1%</b>
<b>HEMICELULOSE</b>	<b>25,6%</b>
<b>LIGNINA</b>	<b>12,7%</b>
<b>OUTRAS MATÉRIAS ORGÂNICAS</b>	<b>4,3%</b>
<b>CINZA</b>	<b>8,0%</b>
<b>UMIDADE</b>	<b>9,7%</b>

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS DA COLHEITA DE CANA  
(Palha)**



## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**



**Palha de cana**



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

Abolição da queima de cana



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

**A HIDROLISE PODE SER FEITA EMPREGANDO DIVERSOS MATERIAIS  
LIGNOCELULÓSICOS**

**REQUERIMENTOS PARA AS  
MATERIAS PRIMAS**



**DISPONIBILIDADE  
BAIXO CUSTO**

**NO BRASIL A MATERIA PRIMA MAIS  
APROPRIADA É O BAGAÇO DE CANA  
(FUTURAMENTE A PALHA)**



**NÃO REQUER PREPARO  
ESTA DISPONIVEL EM GRANDES VOLUMES  
SEU CUSTO É COMPARATIVAMENTE MENOR  
ESTANDO DISPONIVEL NO LOCAL NÃO ENVOLE  
CUSTOS ADICIONAIS DE TRANSPORTE**

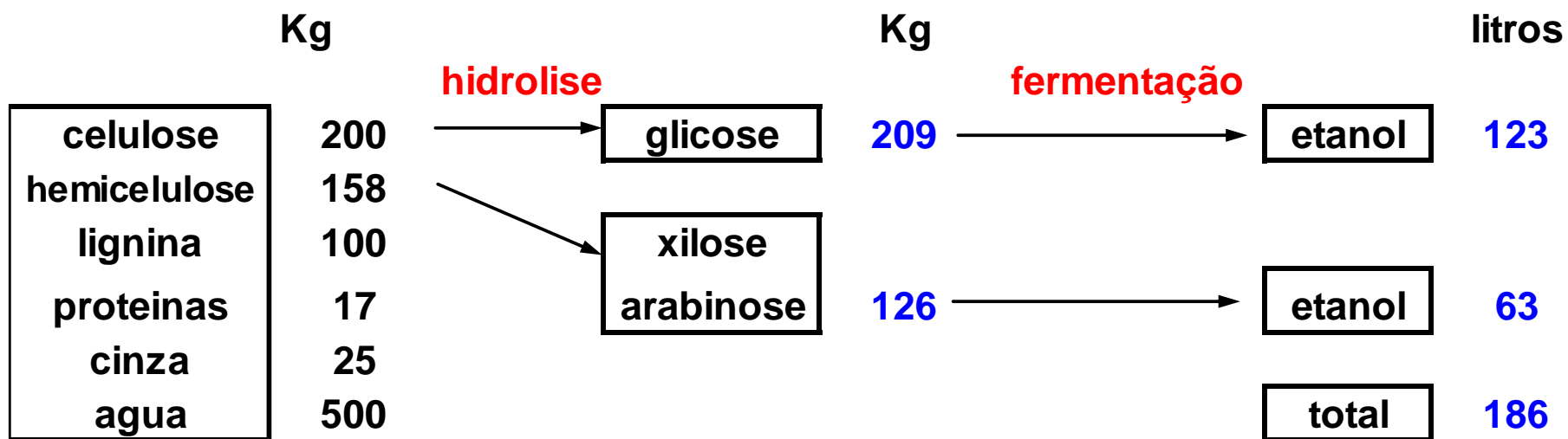
**COMPOSIÇÃO DO  
BAGAÇO DE CANA**



**CELULOSE  
HEMICELULOSE  
LIGNINA**

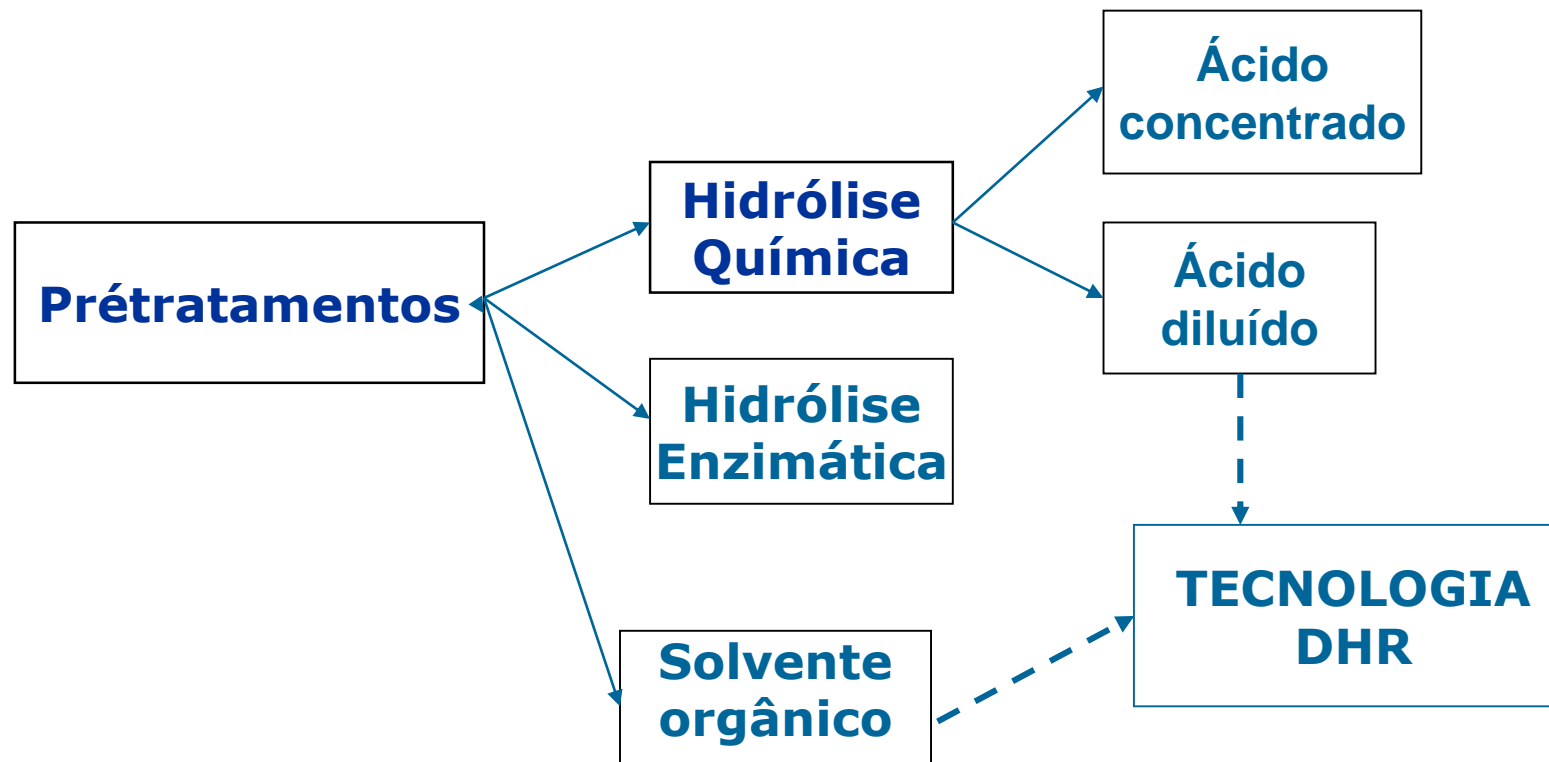
## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### Potencial de conversão do Bagaço em etanol



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### PROCESSOS DE HIDRÓLISE



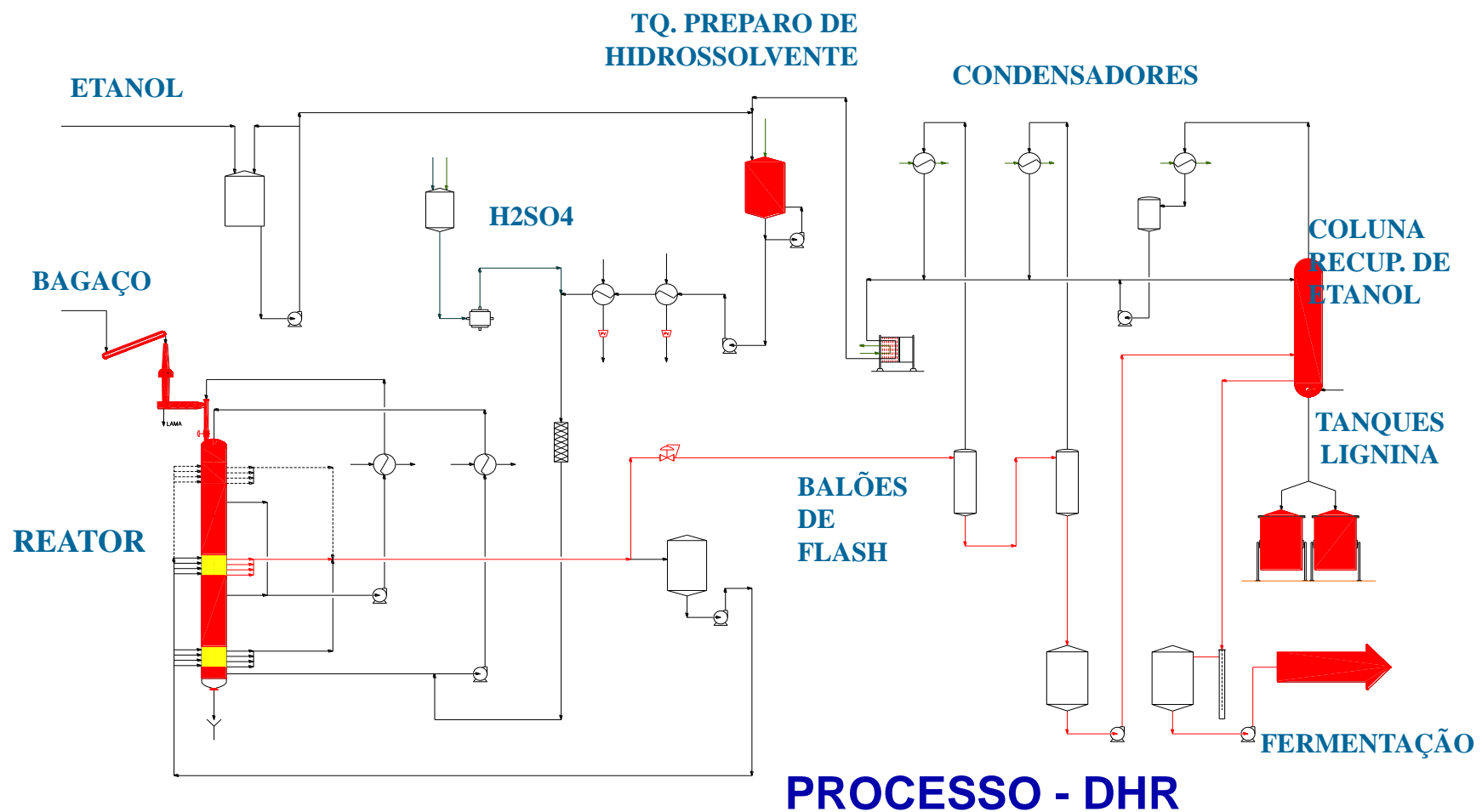


## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **Processo DHR (Dedini Hidrólise Rápida)**

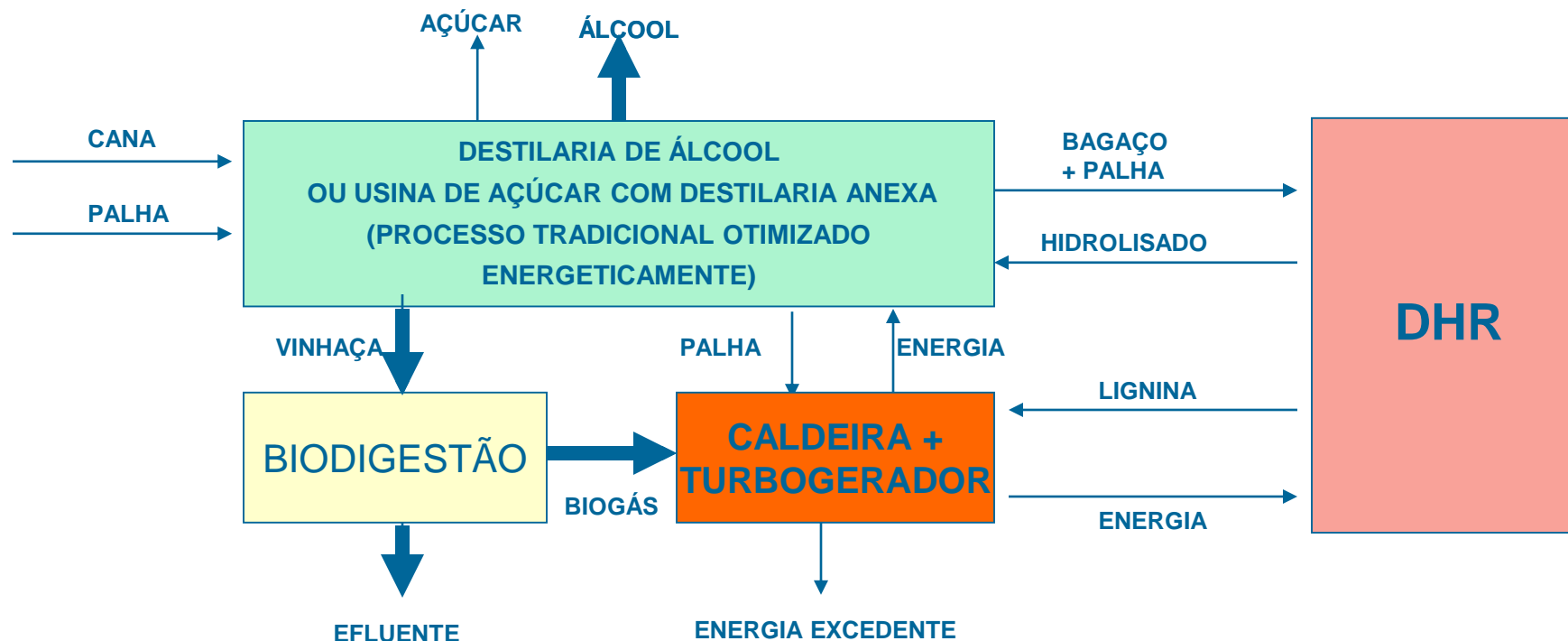
- Processo para hidrólise de bagaço que combina pré-tratamento organosolv e hidrólise com ácidos diluídos;
- Características: dissolução total do bagaço, reação rápida num único reator a pressão de 20-25 Bar e 180-200 °C;
- Estagio atual: testado em laboratório e bancada por vários anos, atualmente nos testes iniciais de uma unidade piloto que trata 1 tonelada de biomassa seca por hora para produção de 5000 litros por dia de etanol;
- No estagio atual o processo esta previsto para aproveitar unicamente as hexoses e operar anexo a destilaria, realizando a fermentação alcoólica num mosto formulado com caldo, xarope ou mel e o licor hidrolítico proveniente do DHR.
- Vantagens: licor hidrolítico comparativamente mais concentrado, alta taxa de conversão do celulósico, formação de inibidores controlada, flexibilidade para integração com tecnologia futuras (hidrólise enzimática)

## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### INTEGRAÇÃO DHR



## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **Expectativas da Hidrólise**

- **Um aumento expressivo da produção do etanol sem aumentar a área de plantio**
- **A hidrólise de lignocelulósicos não têm atingido ainda viabilidade técnica e econômica;**
- **O sucesso para atingir um processo comercial está vinculado a melhorar: pré-tratamentos, otimizar a reação de hidrólise ácida ou enzimática.**
- **Desenvolver complexos enzimáticos eficientes e de baixo custo.**
- **Os processos devem ser rigorosos no que tange à agressão ao meio ambiente.**



## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **A Usina de açúcar com complexo Industrial para produção de novos produtos**

- **Matérias primas para produção de novos produtos :  
açúcar, álcool, xarope, melaço, bagaço, levedura seca,  
óleo de fusel, torta de filtro, dióxido de carbono,  
vinhoto;**
- **Energia térmica: vapor de baixa pressão para  
aquecimento (1,5-1,7 Kg/cm<sup>2</sup>) e alta pressão (20, 40,  
60 Kg/cm<sup>2</sup>);**
- **Energia elétrica e mecânica proveniente de vapor de  
alta pressão (20, 40, 60 Kg/cm<sup>2</sup> );**

## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### Sucroquímica (açúcar, xarope e melaço)

- **Frutoligosacarídeos;**
- **Polihidroxibutirato(PHB)**
- **Ácido láctico e polilactinas;**
- **Ácidos orgânicos: cítrico, glucônico, málico e itacônico (outros ácidos);**
- **Aminoácidos e MSG;**
- **1-3 propanodiol;**
- **2-3 butanodiol;**
- **Xantana e Dextrana**
- **Esteres de sacarose**

## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### Produtos a partir de etanol (Alcoolquímica)

- **Rota fermentativa:**  
    **Ácido acético**
- **Rota Química:**
  - **Rota do etileno: polímeros**
  - **Rota do aldeído: ácido acético, acetatos**

## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **Produtos a partir de bagaço(futuramente resíduos da colheita:pontas e folhas)**

- **Furfural,álcool furfurílico, resinas e derivados químicos a partir da rota do furfural**
- **xilose e xilitol**
- **Hidrólise de bagaço para: hexoses fermentecíveis para etanol, Sucroquímica, HMF e derivados**
- **lignina e derivados de lignina**
- **papelão e celulose de bagaço**
- **aglomerados e MDF**



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### ***Dióxido de carbono***

***Dióxido de carbono de alta pureza e purificação final de baixo custo está disponível numa quantidade equivalente em peso ao volume de etanol produzido***

- ***CO<sub>2</sub> de alta pureza para sínteses químicas***  
***Produção de bicarbonatos e carbonatos***

## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **Cera de Cana**

**A cera apresenta os seguintes níveis de concentração dependendo do tipo de solo, da idade da cana, do tipo de colheita (cana queimada ou crua), dentre outros:**

- cera recuperável na torta está próxima de 0,1% da cana**
- entre 1,5 e 3,5 % na torta de filtro úmida;**
- entre 5 e 15 % na torta de filtro seca;**
- Utiliza-se o processo de extração com solvente;**
- Na cera de cana-de-açúcar estão presentes fitosteróis e o policosanol (P.P.G), benéficos para a saúde.**

## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **Redução do impactos negativos no meio ambiente**

- **Vinhoto e torta de filtro: reciclados a lavoura para atender parte das necessidades de fertilizantes;**
- **Consumo de água: reduzido a 3 m<sup>3</sup>/TC e numa meta futura a menos de 1 m<sup>3</sup>/TC;**
- **Queima de cana : Cronograma de redução gradativa até eliminação da prática;**
- **Pesticidas : substituídos por controle biológico de pragas;**
- **Herbicidas: redução do emprego de químicos pela cobertura com colchão de palha**

## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

### **Rotas para tratamento do vinhoto**

- **Recirculação na fermentação: Biostil e outros (dificuldades operacionais)**
- **Concentração por membranas (custo elevado)**
- **Concentração térmica (incrustações, consumo energético elevado)**
- **Biodigestão (baixa taxa de conversão, inibição pelo sulfato)**
- **Precipitação de sais (geração de resíduos sólidos)**
- **Combustão do vinhoto concentrado (custo elevado, fusão dos sais)**



## Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto

### CONCLUSÕES

- A agroindústria canavieira seqüestra CO<sub>2</sub>, contribuindo para diminuir o aquecimento global.
- O resultante entre a energia empregada na agroindústria e a recuperada na produção de etanol e biomassa é positiva;
- O setor vem a contribuir expressivamente com a oferta de combustível líquido de origem renovável.
- A otimização da utilização do bagaço como energético na produção de etanol ira gerar excedentes de biomassa lignocelulósica com potencial para a produção de etanol e outros produtos.
- A recuperação dos resíduos da colheita ira a aumentar a disponibilidade de biomassa.
- Do aproveitamento da sacarose contida na cana e o bagaço como energético avança-se em direção a um aproveitamento integral da cana de açúcar.

## **Setor Sucroalcooleiro e a Produção de Etanol. Transformações após o Protocolo de Kioto**

- A hidrólise do bagaço torna-se uma meta estratégica para aumentar a oferta de etanol por hectare cultivado.
- Os processos hidrolíticos não têm atingido ainda viabilidade técnica e econômica, sendo necessário aperfeiçoar estes.
- Resíduos da Agroindústria irão constituir uma fonte importante de matérias primas para a Indústria química, por se tratarem de uma fonte de recursos renováveis de origem agrícola que não aumenta a emissão de CO<sub>2</sub>.
- O Setor que está sendo impulsionado para altas taxas de crescimento da produção, devesse continuar procurando práticas operacionais que evitem impactos ambientais negativos.
- Devesse atender as metas previstas de abolição da queima de cana.
- Processos para redução do volume e tratamento do vinhoto gerado deveriam ser implantados.



**Formação de Pessoal em Biocombustíveis**

**Universidade Federal de São Carlos**

## ➤ Cursos Envolvidos:

- Curso de Graduação em Engenharia Química

Início : 1976

alunos: 80/ano

- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química

Início: 1982 (mestrado) e 1990 (doutorado)

alunos: 53 mestrandos e 66 doutorandos

alunos já formados:

Mestres: 341

Doutores: 154



## ➤ Especializações:

- Mestrado: Especialização em Biocombustíveis
- Doutorado: Especialização em Biocombustíveis

- Linhas de pesquisa em biocombustíveis, em andamento no DEQ-UFSCar, nos quais os alunos desenvolverão suas atividades:
  - Processos fermentativos para produção de etanol
  - Alcoolquímica
  - Novos processos para produção de etanol a partir de bagaço de cana-de-açúcar
  - Produção de biodiesel pela rota etílica em processo heterogêneo
  - Produção de Hidrogênio, Gás de Síntese e Combustíveis a partir do Biogás

## Outras Linhas de pesquisa voltadas para combustíveis:

- Valorização do gás natural (produção de hidrogênio e de gás de síntese)
- Refino de petróleo e petroquímica (craqueamento de hidrocarbonetos, hidrotratamento, isomerização).

## ➡ Disciplinas:

- Produção de Biocombustíveis via Alcoolquímica
- Produção de Biocombustíveis via rotas Bioquímicas
- Termodinâmica de Biocombustíveis
- Introdução à Catálise Heterogênea
- Tópicos em Reatores Químicos Heterogêneos
- Tópicos em Biotecnologia
- Operações Unitárias da Indústria Química 4
- Controle de Bioprocessos
- Aproveitamento de Resíduos e Co-produtos das Cadeias do Biodiesel e Etanol



## -Pós – Graduação:

- Introdução à Catálise Heterogênea – M/D
- Reatores Bioquímicos – M/D
- Controle Ambiental – M/D
- Limpeza de Gases – M/D
- Tópicos Especiais em Produção de Biocombustíveis via Catálise Heterogênea – M/D
- Tópicos Especiais em Produção de Biocombustíveis – Rotas Bioquímicas – M/D
- Metodologias para Análise e Controle de Qualidade de Etanol e Biodiesel – M/D
- Engenharia de Bioprocessos e Sistemas – M/D